

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**TESE**

**Influência da interceptação horizontal na determinação de  
zonas de umidade em vertentes a sotavento da Serra do  
Mar, RJ.**

**Erika Cortines**

**2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**INFLUÊNCIA DA INTERCEPTAÇÃO HORIZONTAL NA  
DETERMINAÇÃO DE ZONAS DE UMIDADE EM BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DA SERRA DO MAR, RJ**

**ERIKA CORTINES**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Ricardo Valcarcel**

*Co-orientação do Professor*  
**Gustavo Bastos Lyra**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração: Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ  
Fevereiro, 2012

333.730981

C829i

T

Cortines, Erika, 1981-

Influência da interceptação horizontal na determinação de zonas de umidade em bacias hidrográficas da Serra do Mar, RJ / Erika Cortines - 2012.

144 f. : il.

Orientador: Ricardo Valcarcel.

Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Bibliografia: f. 114-130.

1. Bacias hidrográficas - Mar, Serra do - Teses. 2. Chuvas - Teses. 3. Influências florestais - Teses. 4. Indicadores biológicos - Teses. I. Valcarcel, Ricardo, 1953-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

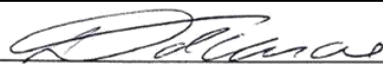
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**Erika Cortines**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza.

TESE APROVADA EM 10/02/2012

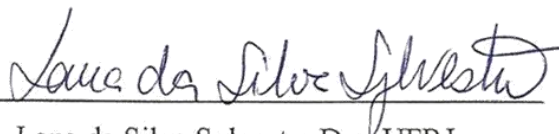
---



Ricardo Valcarcel. Dr. UFRRJ

(Orientador)

---




Lana da Silva Sylvestre Dra. UFRJ

---



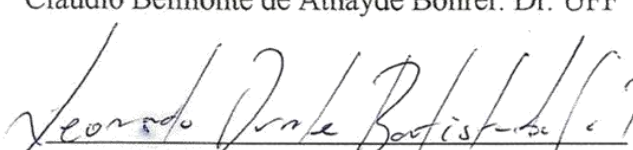
Marco Aurélio Leite Fontes. Dr. UFLA

---



Claudio Belmonte de Athayde Bohrer. Dr. UFF

---



Leonardo Duarte Batista da Silva. Dr. UFRRJ

*Na vida não há prêmios nem castigos  
apenas consequências...*

*Robert Green Ingersoll*

## AGRADECIMENTOS

A minha família querida (Ingrid, Anacir e Vitor) por me apoiarem em todas as horas e torcerem por mim sempre, servindo de esteio nas horas de sufoco e compartilhando cada alegria e bons momentos; Ao meu orientador Ricardo Valcarcel que em tantos anos de convivência me serviu de exemplo profissional, ético e de caráter, me ensinou a ter *foco* e *organização* na pesquisa e na vida. Foi amigo, conselheiro e até psicólogo, às vezes. Obrigada pela orientação e ensinamentos que certamente serão disseminados ao longo do meu percurso na academia. Ao meu companheiro André Luiz Pereira pelos momentos vividos juntos com muito amor, carinho e compreensão. Obrigada por estar ao meu lado em todas as horas. A minha cunhada Janaina Gama Lacerda por fazer parte da família. A todos os amigos que fiz no Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas, pelo apoio, trabalhos compartilhados, reuniões, congressos, experiências trocadas, convivência, ajuda em campo, confraternizações e tudo mais, que certamente contribuiu para minha formação e experiência de vida. Obrigada: Flavinha (em especial), Leo Gradiski, Leonardo Tienne, Ralph, Miguel, Carlos, Otávio, Flávio, Adriana, Monise, Adriano, Gilberto, Rafael, Julia, Luana, Maíra, Piero, Wilson, Luciana, Cris Couto, Cris Roppa, Joana, Hiram, Schweyka, Gylsonley, Pollyanna, Pablo, Felipe, Junior (Montanha), Carol, Flávia, Ana, Mariana, Gabriela, Jayme e outros que passaram pelo grupo deixando suas contribuições; Às minhas amigas fiéis e companheiras de todas as jornadas, "luas" da minha vida, Luana e Lucila, pelos ótimos e inesquecíveis momentos, pelas risadas, viagens, convivência e ótima companhia de sempre. E a TODOS os meus queridos amigos que torcem por mim a cada instante, meu mais sincero obrigado! Ao meu amigo Carlos (*in memoriam*) pela alegria e sorrisos disseminados. Esteja em Paz! Aos professores e funcionários da Escola Estadual rei Alberto I e IBELGA, sempre prestativos e simpáticos, obrigada pelo apoio logístico prestado ao longo da instalação e condução dos experimentos no campo. A Fazenda Campestre pela permissão de acesso a área de estudo e pela disponibilização dos dados de precipitação pluviométrica, especialmente ao Sr. José de Souza e Sra. Neuza. A CAPES pelo fornecimento da bolsa de estudos no primeiro ano dos estudos; A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por se tornar minha casa durante os anos em que me formei Bióloga, Mestre e Doutora e por me abrigar por tantos outros que ainda virão agora como professora. Que eu possa retribuir todo o conhecimento adquirido nesta intuição, formando bons profissionais para o nosso país. A todos os amantes da ciência que se esmeram em desvendar os fenômenos ambientais para proporcionar uma vida melhor para a humanidade.

## RESUMO GERAL

CORTINES, Erika. **Influência da interceptação horizontal na determinação de zonas de umidade em bacias hidrográficas da Serra do Mar, RJ.** 2012. 159p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2012.

A Floresta Montana do Rio de Janeiro apresenta influências dos eventos atmosféricos regionais propiciados pelas interações entre escoamento de massas de ar e efeitos orográficos da Serra do Mar a barlavento e com menor intensidade a sotavento (bacia do rio Paraíba do Sul). A topografia associada aos deslocamentos dos ventos nas bacias aéreas propiciam efeitos locais na umidade, principalmente nos meses sem chuvas. A umidade proveniente da interceptação de nevoeiros (interceptação horizontal - IH) e formação de chuva oculta, influenciando a vegetação e seus serviços ambientais. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da IH no comportamento da vegetação arbórea e epífita, identificando os seus setores influentes, a partir da topografia e tamanho dos fragmentos florestais (Capítulo 1), medição *in situ* da IH (Capítulo 2), composição florística (Capítulo 3) e cobertura de epífitas como bio-indicadoras (Capítulo 4). Os resultados apontaram que a orientação das vertentes e a proximidade do interflúvio foram os fatores que mais influenciaram a IH, tamanhos e composições dos fragmentos, onde 98 % dos mesmos se encontram nas vertentes (V) Sudeste e Sudoeste. Foram registradas 116 espécies arbóreas, sendo a vertente norte (VN) (81 espécies) mais biodiversa que a vertente sul (VS) (76). Destas, 43 foram comuns (40% de similaridade florística), 34 exclusivas da VN e 31 exclusivas da VS. A família mais abundante foi Myrtaceae (16 espécies), seguida por Lauraceae (15) e Melastomataceae (9). Os maiores valores de VI nas VS/VN foram: *Euterpe edulis* (51,9/ 29,3), *Myrcia splendens* (20,4/ 14,6), *Alchornea triplinervia* (14,4/27,1) e *Guapira opposita* (10,5/18,3). A frequência e tipos de epífitas indicaram umidades acumuladas distintas nas áreas, onde os musgos/liquens predominaram nas vertentes mais/menos úmidas respectivamente. Na VS os musgos colonizam uniformemente os troncos, enquanto na VN se desenvolveram nos locais com acúmulo de matéria orgânica e nas bases das árvores. As VS apresentaram valor máximo interceptado (IH) 74% superior a VN em dias sem precipitações pluviométricas, possuindo papel funcional distinto nas bacias hidrográficas, que poderiam ser incorporados nos planejamentos de uso dos territórios dos seus municípios beneficiando não apenas eles, mas a própria bacia do rio Paraíba do Sul.

**Palavras-chave:** interceptação de nevoeiros, chuva oculta, Floresta Montana, bioindicadores.

## ABSTRACT

CORTINES, Erika. **Influence of horizontal interception on determination of humid zones at leeward watershed of Serra do Mar, RJ.** 2012. 159p. Thesis (Doctor on Forest and Environmental Science). Forest Institute, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2012.

Montane forest on Rio de Janeiro has influence of regional atmospheric events caused by interaction of air mass fluxes and orographic effect of *Serra do Mar* with reduced effect on leeward slope (watershed of *Rio Paraíba do Sul*). Topography associated with air/fog movement at watersheds promotes a local effect on humidity, especially on dry seasons. Humidity originated on fog interception (IH) can influence vegetation and its environmental services. The objective of this work was to evaluate the influence of IH on the distribution of trees and epiphytes vegetation, identifying the watershed sections most favorable to IH using topography and forest fragment size (chapter 1), measurement of IH *in situ* (chapter 2), arboreal floristic composition (chapter 3), epiphytes coverage as bioindicator (chapter 4). Results show that slope orientation and proximity of interfluvium were the major factors that affected IH, size and composition of forest fragments, where 98% of them were located at Southeast and Southwest slopes. It was registered 116 arboreal species, and north slope (VN), with 81 species, was more diverse than south slope (VS) with 76. From these 43 were common to both slopes (40% of similarity), 34 exclusive of VN and 31 exclusive from VS. The most abundant family was Myrtaceae (16 species), followed by Lauraceae (15) and Melastomataceae (9). The major Importance Value (VI) for VS/VN was respectively: *Euterpe edulis* (51,9/29,3), *Myrcia splendens* (20,4/14,6), *Alchornea triplinervia* (14,4/27,1) e *Guapira opposita* (10,5/18,3). Frequency and epiphyte types indicated accumulated humidity on the study areas, where mosses/lichens predominated on humid/dry slopes. On VS mosses colonized homogeneously the trunks, and on VN they developed on places with some accumulated organic matter or on trunk bases. The VS showed a maximum IH value 74% higher than IH on VN on days without rain. The VS show a distinct function on the watersheds water balance and might be incorporated to counties sustainability plans.

**Key-words:** fog interception, hidden precipitation, montane forest, biological indicators



## ÍNDICE DE FIGURAS

1: Componentes do balanço hídrico em florestas com incidência de nevoeiros. Modificado de: Garcia-Santos, 2007. ....	19
2: Área de estudo (em destaque), pertencente a área de atuação do Comitê de bacias hidrográficas do rio Dois Rios, onde se insere parte do município de Nova Friburgo, RJ. ....	20
3: Perfil transversal da Serra do Mar, destacando a área de estudo a sotavento da serra, em Nova Friburgo, na vertente do Paraíba do Sul, RJ. Fonte: Cortines et al., 2011. ....	21
4: Precipitação pluviométrica média (mm) dos cinco anos anteriores ao estudo, na Fazenda Campestre, Nova Friburgo, RJ.....	22
5: Cultivo de olerícolas de alta produção e irrigado nas várzeas e meia encosta, com fragmentos florestais esparsos e isolados nas áreas distantes da calha e de difícil acesso em São Lourenço, Nova Friburgo-RJ. ....	24
6: Afloramento rochoso que dá nome ao Parque Estadual dos Três Picos, onde o segundo cume da esquerda para a direita é o ponto culminante da Serra do Mar, com 2.310 m..	25
I-1: Vista frontal do trecho da Serra do Mar onde foi determinada a entrada do corredor de umidade da bacia aérea alto rio Grande na vertente atlântica para o Paraíba do Sul.....	31
I-2: Intervalos de ângulos considerado para separar cada classe de orientação de acordo com a rosa dos ventos. ....	33
I-3: Seção transversal do divisor topográfico da Serra do Mar no trecho da bacia hidrográfica do rio Grande, entre os cumes de Três Picos (A) e Caledônia (C`) no município de Nova Friburgo, RJ. As seções S-I (A-A`), S-II (B-B`) e S-III (C-C`) indicam as áreas de entrada dos ventos úmidos vindos do oceano, sendo que B-B` representa a seção prioritária de entrada por ser o ponto de menor altitude. ....	35
I-4: a) Representação da entrada de nevoeiros desde a captação até o interflúvio da Serra do Mar/Paraíba do Sul: a) vista em planta; b) vista em perfil. Barboza et al., ( 2004) (modificado). ....	36
I-5: Distribuição dos remanescentes florestais na bacia hidrográfica do alto rio Grande, município de Nova Friburgo, RJ.....	37
I-6: Áreas de pastagem em processo de regeneração espontânea. ....	37
I-7: Distribuição dos fragmentos florestais nas áreas centrais e laterais do corredor da bacia aérea na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo-RJ. ....	40
I-8: Classes de altitude adotadas para a bacia hidrográfica do alto rio Grande- RJ.....	42
I-9: Distribuição espacial das orientações das encostas na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo – RJ. ....	44
I-10: Trecho da paisagem com usos e orientações das encostas, dividido em quatro quadrantes, onde, NO = Noroeste; SO = Sudoeste; SE= Sudeste; NE= Nordeste, na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo – RJ.....	45

I-11: Limite entre pastagem (Noroeste-NO/Nordeste-NE) e floresta (Sudoeste-SO/ Sudeste-SE) determinado pelo divisor topográfico, coincidindo com a mudança na orientação da vertente, Nova Friburgo, RJ.....	45
I-12: Classes de declividade consideradas para a bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo-RJ. ....	46
I-13: Radiação solar global (media anual) incidente ( $\text{KH.m}^{-2}$ ) na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo-RJ. ....	48
II-1: Bacia aérea com: (a) entrada de ventos úmidos (setas azuis) desde o interflúvio (linha branca) e b) locais de amostragem de interceptação horizontal (losangos amarelos) no centro do corredor a 1,6; 2,4 e 4,3 km do interflúvio da Serra do Mar-RJ. ....	54
II-2: Metodologia para confecção dos interceptadores de umidade onde: a) e b) pré-pesagem do <i>Sphagnum</i> seco; c) <i>Sphagnum</i> prensado na fôrma rígida; d) amarração de amostra; e) e f) interceptadores prontos para alocação no campo. ....	55
II-3: Interceptadores de nevoeiro disposto em campo para medir retenção de umidade atmosférica durante 24h, Nova Friburgo - RJ. ....	56
II-4: Precipitação nos meses de julho e agosto de 2011, medida em pluviômetro localizado a 4,3 km do divisor da Serra do Mar na Fazenda Campestre, Nova Friburgo, RJ.....	57
II-5: Volume interceptado horizontalmente em três distâncias com relação ao interflúvio da Serra do Mar, RJ. Onde: (M1) morro 1 = 1,6 km; (M2) morro 2 = 2,4 km; (M3) morro 3 = 4,3 km.....	58
II-6: Resultados da interação (ANOVA-two way; $P < 0,05$ ) entre vertentes sul (VS) e norte (VN) e as distâncias dos morros (M) 1, 2 e 3.....	59
II-7: Média acumulada de água proveniente da interceptação horizontal acumulada em coletores confeccionados de <i>Sphagnum</i> sp., nas vertentes sul (VS) e norte (VN), ao longo dos dias de amostragem em Nova Friburgo-RJ. ....	60
II-8: Média diária acumulada de água interceptada horizontalmente nas vertentes sul (VS) e norte (VN) em três distâncias (1, 2 e 3) do interflúvio da Serra do Mar, RJ. ....	61
III-1: Localização dos transectos no campo, em seis morros distintos e respectivas vertentes norte e sul em uma Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ. ....	68
III-2: Famílias botânicas mais representativas e números de espécies contabilizadas na Floresta Montana, no município de Nova Friburgo- RJ. As 26 famílias com uma espécie foram agrupadas em Outras. ....	72
III-3: Abundância das espécies nas 12 linhas de amostragem da vegetação arbórea, em vertentes norte (VN) e sul (VS), em uma Floresta Montana, Nova Friburgo, RJ.....	77
III-4: Síndrome de dispersão das espécies arbóreas de maior Valor de Importância amostradas em um trecho de Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.....	78
III-5: Indivíduo arbóreo de grande porte caracterizando uma floresta em estágio sucessional avançado de Mata Atlântica- RJ.....	81
III-6: Distribuição diamétrica das árvores amostradas ( $\text{DAP} > \text{cm}$ ) em vertentes norte e sul, em uma Floresta Montana de Nova Friburgo, RJ. ....	81

III-7: Distribuição das classes diamétricas para as cinco espécies mais abundantes (a) <i>Alchornea triplinervia</i> , (b) <i>Euterpe edulis</i> , (c) <i>Guapira opposita</i> , (d) <i>Myrcia splendens</i> e (e) <i>Amaioua intermedia</i> , amostradas em vertentes sul e norte, Nova Friburgo-RJ. ....	84
IV-1: Localização dos seis morros onde foram realizadas as amostragens de estrutura da floresta e colonização por epífitas nos troncos das espécies arbóreas, na região central do corredor de umidade da bacia aérea do rio Grande, Nova Friburgo-RJ. ....	93
IV-2: Número de indivíduos arbóreos com DAP > 5 cm, nas vertentes sul (VS) e norte (VN) de seis morros distintos (M), em Floresta Montana, Nova Friburgo, RJ. ....	95
IV-3: Altura e diâmetro médio das copas dos indivíduos arbóreos nas vertentes sul (VS) e norte (VN) em seis morros da bacia aérea na cordilheira da Serra do Mar em ambiente de Floresta Montana, Nova Friburgo- RJ. ....	96
IV-4: Predominância da espécie <i>Euterpe edulis</i> na regeneração espontânea das parcelas estudadas em uma Floresta Montana de Nova Friburgo- RJ. ....	98
IV-5: Abundância de palmito-jussara e <i>Cyathea</i> spp em vertentes norte e sul numa Floresta Montana de Nova Friburgo-RJ. ....	99
IV-6: Quantidade de árvores em cada classe de cobertura de epífita de acordo com o índice de cobertura epifítica (ICE) (0 a 10) apresentado na tabela III-1, para as vertentes norte (VN) e sul (VS), em uma Floresta Montana, no município de Nova Friburgo-RJ. ....	100
IV-7: Valores de 0 a 10 determinados para o índice de cobertura de epífitas das árvores amostradas na vertente sul (ICES) e norte (ICEN) em uma Floresta Montana de Nova Friburgo-RJ. ....	101
IV-8: Tipos de epífitas que colonizam as árvores das vertentes sul (VS) e norte (VN), em uma Floresta Montana, Nova Friburgo, RJ. Onde: SMB= samambaia; L= líquen; M=musgo; EP= outras epífitas; BG=begônia; ORQ= orquídea. ....	102
IV-9: Pteridófita do gênero <i>Polybotrya</i> sp. colonizando uma árvore da vertente norte, em uma Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ. ....	102
IV-10: Árvore da vertente sul (morro 3) coberta por uma pteridófita higrófila contribuindo para a chuva oculta em um dia de nevoeiro intenso, Nova Friburgo- RJ. ....	103
IV-11: Duas espécies de orquídea colonizando a parte baixa do tronco de um <i>Euterpe edulis</i> na vertente sul, sendo a do gênero <i>Dichaea</i> sp. (folhas menores) adaptada a locais de umidade e sombra abundantes. ....	104
IV-12: Aspecto geral da colonização por epífitas, na vertente norte (a) do morro 2, e na vertente sul (b), em uma Floresta Montana, próxima do interflúvio da Serra do Mar, RJ. ....	104
IV-13: Árvore da vertente norte colonizada por musgos na face do tronco voltada para o sul e líquens na face voltada para o norte, em uma Floresta Montana, RJ. ....	105
IV-14: a) Musgos e bromélias crescendo em locais de maior acúmulo de matéria orgânica na vertente norte mesmo nos indivíduos de grande porte e b) musgos recobrando o tronco mesmo nas partes mais retas do tronco da árvore na vertente sul, em Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ. ....	106

IV-15: Pteridófitas “enrugadas” por falta de umidade, localizada na vertente norte de uma floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.....	107
IV-16: Aspecto mais “hidratado” das pteridófitas localizadas na vertente sul, do mesmo morro da figura anterior, em uma Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ. ....	108
IV-17: Abundância de bromélias epífitas e quantidade de árvores medidas em 48 parcelas alocadas nas vertentes norte e sul, em fragmentos florestais de Mata Atlântica de Nova Friburgo – RJ.....	109
IV-18: Comparação estatística da colonização de bromélias em 264 árvores da vertente sul (VS) e 264 da norte (VN), em uma Floresta Montana de Nova Friburgo-RJ. ....	111
IV-19: Indivíduo arbóreo da vertente sul, repleto de bromélias e outras epífitas colonizando sua copa, em um trecho de Floresta Montana, RJ.....	111

### ÍNDICE DE EQUAÇÕES

II-1: Umidade Retida .....	56
III-1: Densidade Específica por área proporcional .....	69
III-2: Densidade Específica Relativa (DRs) .....	69
III-3: Frequência Absoluta.....	69
III-4: Frequência Relativa .....	69
III-5: Área Basal Individual .....	70
III-6: Área Basal Média por Espécie .....	70
III-7: Valor de Importância.....	70
III-8: Diversidade de espécies.....	71
III-9: Equabilidade .....	71
III-10: Similaridade de espécies.....	71

### ÍNDICE DE TABELAS

I-1: Direção, percentagem de dias e velocidade dos ventos na estação meteorológica de Teresópolis, RJ durante serie histórica compreendida entre 1993-1975.....	34
I-2: Distribuição dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do alto rio Grande.....	38
I-3: Relação dos remanescentes florestais com os fatores ambientais avaliados, na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo – RJ. ....	41
III-1: Lista das espécies arbóreas amostradas em um corredor de umidade da Serra do Mar, Nova Friburgo- RJ em fevereiro de 2010.....	73
III-2: Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas comparado entre as vertentes Norte e Sul, na Fazenda Campestre, região de cabeceira do rio Grande – RJ. ....	79
III-3: Famílias botânicas com maiores áreas basais (AB), e área basal por espécie (ABs), em uma Floresta Montana, em Nova Friburgo- RJ. NI= Número de indivíduos.....	80

IV-1: Valores estabelecidos para a cobertura de epífitas de acordo com seu grau de colonização sobre as espécies arbóreas. Fonte: MULLIGAN et al., 2010.....	94
IV-2: Cobertura média de copa para as 48 parcelas onde foi realizado o levantamento das bromélias e cobertura de epífitas, Nova Friburgo – RJ. Onde M1,M2, M3, M4, M5 e M6 indicam o morro amostrado, sendo o M1 o mais próximo do divisor e o M6 o mais distante.....	96
IV-3: Porcentagem de árvores colonizadas por bromélias em cada morro e suas respectivas vertentes.....	110

## ÍNDICE DE ANEXOS

1: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreas amostradas pelo método ponto quadrante em uma vertente sul, em área de Floresta Montana, Nova Friburgo –RJ. Onde DAs = Densidade Absoluta por espécie; DRs = Densidade Relativa por espécie; Faz = Frequência Absoluta por espécie; FRs = Frequência Relativa por espécie; ABI = Área Basal Individual; ABs = Área Basal por espécie; DoAs = Dominância Absoluta da espécie; DoRs = Dominância Relativa da espécie; VI = Valor de Importância.....	131
2: Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreas amostradas pelo método ponto quadrante em uma vertente norte, em área de Floresta Montana, Nova Friburgo –RJ, Onde DAs = Densidade Absoluta por espécie; DRs = Densidade Relativa por espécie; Faz = Frequência Absoluta por espécie; FRs = Frequência Relativa por espécie; ABI = Área Basal Individual; ABs = Área Basal por espécie; DoAs = Dominância Absoluta da espécie; DoRs = Dominância Relativa da espécie; VI = Valor de Importância,.....	134
3: Lista das espécies exclusivas das vertentes norte e sul e respectivas informações ecológicas e de ocorrência. em amostragem realizada em uma Floresta Montana. Nova Friburgo-RJ. Onde: NI= Número de indivíduos; HE= heliófita; HI= higrófila; ESC= esciófita; SHI=seletiva higrófila; SXR=seletiva xerófila; END= endêmica; RR=rare; VU=vulnerável a extinção; GN=generalista; PI= pioneira; SEC= secundária; SI=secundária inicial; ST=secundária tardia; CL= clímax; PF= perenifolia; CF= caducifolia. SCF= semicaducifolia; MC= matas ciliares. ENC= encosta; FOD= Ombrófila Densa; FOM= Floresta Ombrófila Mista; FES= Floresta Estacional Semidecidual; FED= Floresta Estacional Decidual; FCA= Formações Campestres; RST= Restinga. (Fonte: Cortines et al.. 2011). .....	138
4: Caracterização das principais espécies do sub-bosque e da serrapilheira das 48 parcelas utilizadas para avaliação da estrutura e cobertura de epífitas em uma Floresta Montana localizada no município de Nova Friburgo. RJ. ....	140

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>20</b>
2.1. LOCALIZAÇÃO .....	20
2.2. CLIMA .....	21
2.3. VEGETAÇÃO .....	22
2.4. GEOLOGIA E RELEVO .....	23
2.5. SOLOS .....	23
2.6. PRODUÇÃO AGRÍCOLA .....	23
2.7. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....	24
<b>CAPÍTULO I - CORREDORES DE UMIDADE E FRAGMENTOS FLORESTAIS ....</b>	<b>26</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
2.1. ÁREA DE ESTUDO .....	30
2.2. TOPOGRAFIA E DRENAGENS .....	30
2.7. CARACTERIZAÇÃO DAS ZONAS DE INTERFLÚVIO .....	31
2.9. FRAGMENTOS FLORESTAIS .....	31
2.10. DISTÂNCIAS DOS FRAGMENTOS AO INTERFLÚVIO .....	32
2.11. FRAGMENTOS FLORESTAIS & FATORES AMBIENTAIS .....	32
2.2. PARÂMETROS AMBIENTAIS .....	32
2.3. ALTITUDE .....	32
2.4. DECLIVIDADE .....	32
2.5. ORIENTAÇÃO .....	32
2.6. RADIAÇÃO SOLAR .....	33
2.8. DIREÇÃO DOS VENTOS .....	33
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
3.1. CORREDORES DE UMIDADE .....	34
3.2. FRAGMENTOS FLORESTAIS .....	36
3.2.1. DISTÂNCIA DOS FRAGMENTOS AO INTERFLÚVIO .....	38
3.2.2. FRAGMENTOS FLORESTAIS NOS CORREDORES ECOLÓGICOS .....	39
3.3. PARÂMETROS AMBIENTAIS .....	40
3.3.1. ALTITUDE .....	41
3.3.2. ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS .....	43
3.3.3. DECLIVIDADE .....	46
3.3.4. RADIAÇÃO SOLAR .....	47
4. CONCLUSÕES .....	49
<b>CAPÍTULO II – INTERCEPTAÇÃO HORIZONTAL .....</b>	<b>50</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>54</b>
2.1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA .....	54
2.2. ESCOLHA DO MATERIAL .....	54
2.3. MONTAGEM DOS COLETORES .....	55
2.4. AMOSTRAGEM E ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	55

2.5. DADOS DE PRECIPITAÇÃO .....	57
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO III – COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DE ESPÉCIES</b>	
<b>ARBÓREAS EM VERTENTES NORTE E SUL.....</b>	
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>67</b>
2.1. SELEÇÃO DAS ÁREAS DE AMOSTRAGEM .....	67
2.2. LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO .....	68
2.2.1. DENSIDADE ESPECÍFICA POR ÁREA PROPORCIONAL (DAS) .....	69
2.2.2. DENSIDADE ESPECÍFICA RELATIVA (DRS).....	69
2.2.3. FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FAS).....	69
2.2.4. FREQUÊNCIA RELATIVA (FRS) .....	69
2.2.5. ÁREA BASAL INDIVIDUAL (ABI) .....	70
2.2.6. ÁREA BASAL MÉDIA POR ESPÉCIE (ABS) .....	70
2.2.7. VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI).....	70
2.2.8. DIVERSIDADE DE ESPÉCIES .....	71
2.2.9. EQUABILIDADE .....	71
2.2.10. SIMILARIDADE ENTRE ESPÉCIES.....	71
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>71</b>
3.1. LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO .....	71
3.2. DIVERSIDADE E EQUIDADE DE ESPÉCIES .....	79
3.3. ÁREA BASAL.....	79
3.4. SIMILARIDADE/EXCLUSIVIDADE DE ESPÉCIES .....	85
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>CAP IV- USO DE EPÍFITAS COMO BIOINDICADORAS DE UMIDADE.....</b>	
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>91</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>92</b>
2.1. ESTRUTURA DA FLORESTA .....	93
2.1.2. CARACTERIZAÇÃO DAS PARCELAS.....	93
2.1.3. DENSIDADE DA FLORESTA.....	93
2.1.4. COBERTURA DE COPA .....	93
2.1.5. CARACTERIZAÇÃO DO SUB-BOSQUE .....	94
2.2. COLONIZAÇÃO POR BROMÉLIAS .....	94
2.3. COLONIZAÇÃO POR EPÍFITAS .....	94
2.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	94
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>95</b>
3.1. ESTRUTURA DA FLORESTA COMO AMBIENTE DE COLONIZAÇÃO DAS EPÍFITAS .....	95
3.1.3. SUB-BOSQUE .....	97
3.2. COBERTURA E TIPOS DE EPÍFITAS .....	100
3.3. ABUNDÂNCIA DE BROMÉLIAS EPÍFITAS.....	108
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>112</b>

<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>113</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>131</b>



# 1. INTRODUÇÃO GERAL

O clima da região sudeste apresenta variações térmicas e pluviométricas condicionadas por sistemas de grande escala (SATYAMURTY et al., 1998; ESCOBAR, 2007) e, regionalmente, por sistemas de meso-escala, que são os principais responsáveis pelas modificações do tempo. Os sistemas de grande e meso escala podem atuar de forma acoplada intensificando ou inibindo os efeitos climáticos, principalmente com relação à temperatura e chuvas (CAVALCANTI, 1982; DIAS, 1987; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Os sistemas de escala sinótica ( $\approx 1.000$  km) e planetária ( $\approx 5.000$  km) interagem com as circulações locais, com características da superfície e oceano, produzindo efeitos meteorológicos regionais. Estes sistemas podem intensificar ou inibir a formação e condensação das nuvens, elevar ou diminuir a temperatura e causar fenômenos meteorológicos regionais (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). No Sudeste do Brasil, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) quando intensificada, pode causar chuvas extraordinárias, que causam cheias e deslizamentos (GRIMM et al., 2007).

Os sistemas de meso-escala (até 1.000 km) são influenciados pelo relevo complexo, altitudes elevadas, proximidade com o ambiente costeiro e estão sujeitos aos efeitos da continentalidade e correntes oceânicas. Os efeitos das brisas marítima/terrestre e dos ventos nos vales/montanhas refletem variações atmosféricas diárias, enquanto que a circulação sinótica apresenta efeito sazonal. As brisas marítimas amenizam as altas temperaturas e trazem umidade para o interior do continente, influenciando os processos de formação de chuvas (CAVALCANTI, 1982).

Os ventos que confluem nas direções vales/montanhas, e vice-versa, influenciam a circulação local devido às variações térmicas das superfícies (BITENCOURT et al., 2009). As circulações locais são também controladas pelas características da superfície (tipo de cobertura vegetal, rugosidade aerodinâmica superficial, propriedades térmicas e radioativas da superfície) e topografia que resultam nas variações das zonas de pressão ou que canalizam o escoamento (INPE, 2011).

Estudos sobre a influência do relevo na circulação atmosférica e regime de precipitações são frequentemente desenvolvidos nos Andes (LENTERS e COOK, 1995; FIGUEROA et al., 1995; BYERLE e PAEGLE, 2002). Poucos estudos foram realizados em montanhas no leste do continente da América do Sul, mesmo nas altitudes superiores a 2.500 m como o Pico da Bandeira (2.890 m), que afetam os padrões de circulação local (GRIMM et al., 2007).

Os vales formados entre as Serras do Mar, Mantiqueira e Espinhaço da região sudeste do país, alternam zonas de baixadas e de elevações, onde as encostas apresentam ângulos e exposições diversificadas, condicionando o escoamento do ar, criando zonas de turbulências distintas e variações microclimáticas. Nestas serras, as precipitações e temperaturas anuais se distribuem de acordo com as peculiaridades locais, influenciada pela altitude. O aumento em altitude reduz as temperaturas do ar e propiciam o aumento das precipitações nas zonas a barlavento e a sotavento, embora com efeitos diferenciados, porém todos vinculados aos efeitos orográficos (SANT'ANNA NETO, 2005).

Andre et al. (2008) classificaram o Estado do Rio de Janeiro em seis regiões homogêneas de precipitação, agrupando-as por meio das características de orografia e proximidade com o mar. O relevo influencia marcadamente as chuvas orográficas, onde a variação da precipitação anual acompanha os desníveis altimétricos (NEVES, 2004). Os

locais a barlavento (voltados para o oceano) e próximos ao litoral apresentam maiores índices pluviométricos do que a sotavento (abrigado do oceano). Esta diferença nos índices de precipitação se acentua com o aumento da distância do litoral (SATTERLUND, 1972; VALERIANO e PICINI, 2003; SOARES et al., 2005a).

Na Serra do Mar, a disposição longitudinal das estruturas do relevo com relação à costa induz o regime de precipitações anuais a volumes superiores a 3.000 mm na vertente Atlântica, enquanto que nas vertentes a sotavento esses totais não alcançam 2.000 mm (SANT'ANNA NETO, 2005). As chuvas orográficas estão diretamente relacionadas com o aumento da precipitação nas vertentes Atlântica. No estado do Rio de Janeiro a maior concentração das chuvas orográficas está na região Centro-Sul Fluminense (FIDERJ, 1978).

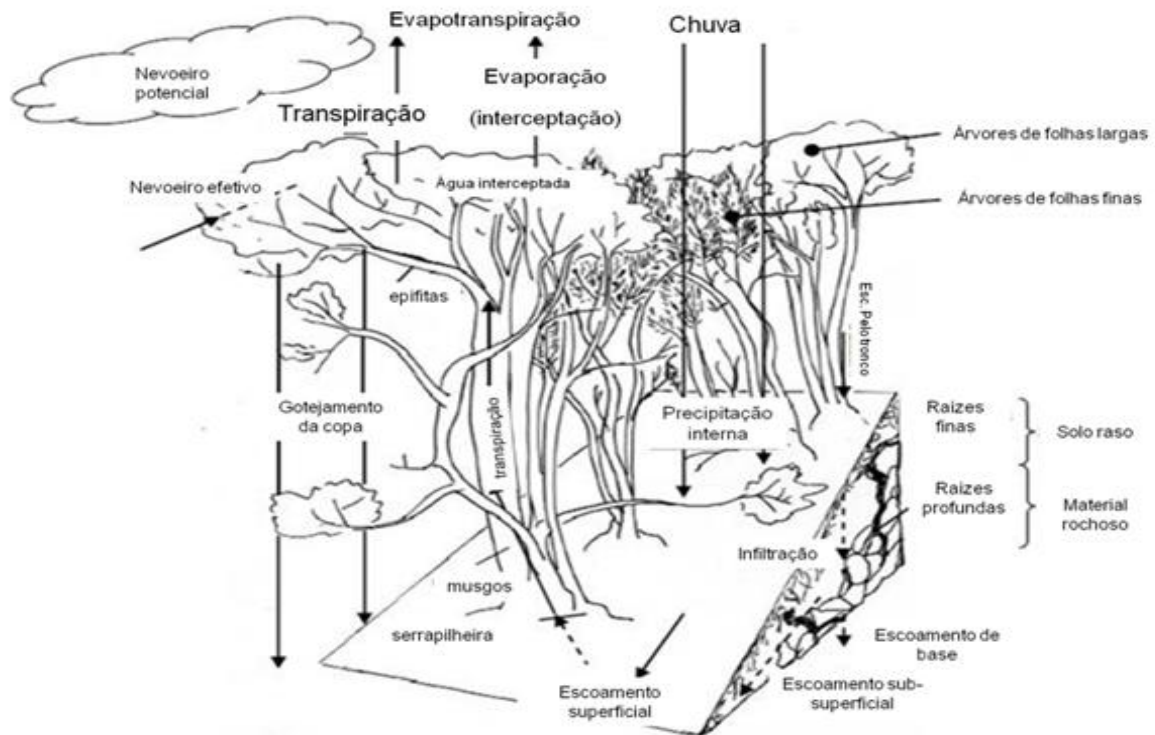
Ao ultrapassar a serra, as nuvens já com pouca umidade criam gradientes favoráveis à evaporação, deixando as paisagens a sotavento menos úmidas, com maiores temperaturas do ar e do solo, sendo habitat natural das florestas estacionais e/ou das pastagens, quando mal manejadas. Em geral as paisagens a barlavento são úmidas, biodiversas e com fragmentos florestais maiores (MIRANDA e OLIVEIRA, 1983; OLIVEIRA et al., 1995; MARCONDES, 1996; MARQUES et al., 2004).

Processo semelhante ao das chuvas orográficas ocorre com parcelas de ar próximas a saturação (névoa úmida) ou saturadas de umidade (nevoeiros), que ao ascender às encostas podem se condensar e precipitar. Os nevoeiros são nuvens estratiformes, que se formam na superfície ou muito próximas a ela, por resfriamento das parcelas de ar (CAMARGO, 2004). O processo de resfriamento destas parcelas de ar causa a condensação do vapor d'água na atmosfera, formando pequenas gotículas ao redor dos núcleos de condensação que ficam suspensas no ar. A classificação dos nevoeiros considera dois tipos principais: (a) os formados pelo resfriamento de uma parcela de ar; e (b) os frontais, formados na presença de precipitação, frequentemente com o aumento da temperatura do ponto de orvalho como o fator determinante (CAMARGO, 2004).

O direcionamento do escoamento de ar na forma de nuvens, nevoeiros ou de ar seco, pela cadeia de montanhas ocorrem cingindo os controles estruturais da superfície terrestre e constituem as bacias aéreas. Segundo Pires (2005), as bacias aéreas funcionam como um espaço físico tridimensional, onde os ventos são captados e conduzidos por rotas que variam em função da topografia, direção e intensidade dos ventos, promovendo trocas de umidade com o sistema. As bacias aéreas são unidades espaciais utilizadas para monitoramento da qualidade do ar e deslocamento de plumas de poluição, assim como para o desenvolvimento de estratégias de mitigação de emissão e dispersão dos efluentes atmosféricos (OLIVEIRA et al., 2005; CHEN e LIN, 2005). A sobreposição das bacias aéreas sobre as bacias hidrográficas constituem mais uma variável a ser considerada no seu manejo, pois representam a dinâmica dos fluxos de ar em uma região e podem modificar a oferta dos atributos ambientais (BARBOZA, 2007).

A frequência de nevoeiros afeta desde o aporte de água por meio da chuva oculta, passando pelas alterações dos componentes hidrológicos do ecossistema como, por exemplo, radiação e temperatura por meio de maior ou menor nebulosidade (INGRAHAM e MATTHEWS, 1988). A incidência de nevoeiros também altera a oferta de nutrientes (WEATHERS e LIKENS, 1997), concentração de poluentes (EAGER e ADAMS, 1992) e condicionam a distribuição de espécies vegetais (KEERFOT, 1968). Em regiões de montanha, a ocorrência de nevoeiros é frequente e representa fonte alternativa de umidade, principalmente durante as estações secas, quando a água torna-se escassa (BRUIJNZEEL, 2000).

A vegetação intercepta horizontalmente os ventos carregados de umidade e os nevoeiros (BUBB et al., 2002) precipitando-os na forma de chuva oculta (PRADA et al., 2009). A chuva oculta ocorre quando as massas de ar úmidas são interceptadas horizontalmente promovendo a condensação das partículas de água suspensas na atmosfera. Estas partículas se acumulam sobre as folhas do dossel, e ao se saturarem, ou gotejam para o piso da floresta (FERREIRA et al., 2005; BARBOZA, 2007; GABRIEL e JAUZE, 2008), ou ficam retidas nas partes aéreas da vegetação retornando a atmosfera pela evaporação (GARCIA-SANTOS, 2007) (Figura 1).



**Figura 1:** Componentes do balanço hídrico em florestas com incidência de nevoeiros. Modificado de: Garcia-Santos, 2007.

Em regiões montanhosas e desérticas a interceptação horizontal (IH) é uma das principais componentes do balanço hídrico regional (BRUIJNZEEL, 2000; NEVES, 2004, GARCIA-SANTOS et al., 2004), sendo aproveitada para abastecimento doméstico (BRAUN, 2001; SHANYENGANA et al., 2002). Em florestas de Porto Rico o volume de água coletado diariamente, via interceptação horizontal, pela vegetação alcança 15% da média diária de precipitação pluviométrica (EUGSTER et al., 2006).

A chuva oculta proveniente da IH pode constituir um diferencial de atributos ambientais a ser levado em consideração para fins de planejamento de bacias hidrográficas. Os ambientes com maior IH podem ser utilizados como zonas de reforço de umidade da bacia hidrográfica, servindo como critério de planejamento ambiental, focado na sustentabilidade dos ecossistemas e na perenização das bacias hidrográficas, uma vez que ambientes úmidos tendem a ser mais resilientes, fortalecidos estruturalmente e aptos a desempenhar importantes processos hidrológicos.

A hipótese central deste estudo se aplica as bacias hidrográficas a sotavento da Serra do Mar. Ela assume que existem setores da bacia hidrográfica com interceptação horizontal

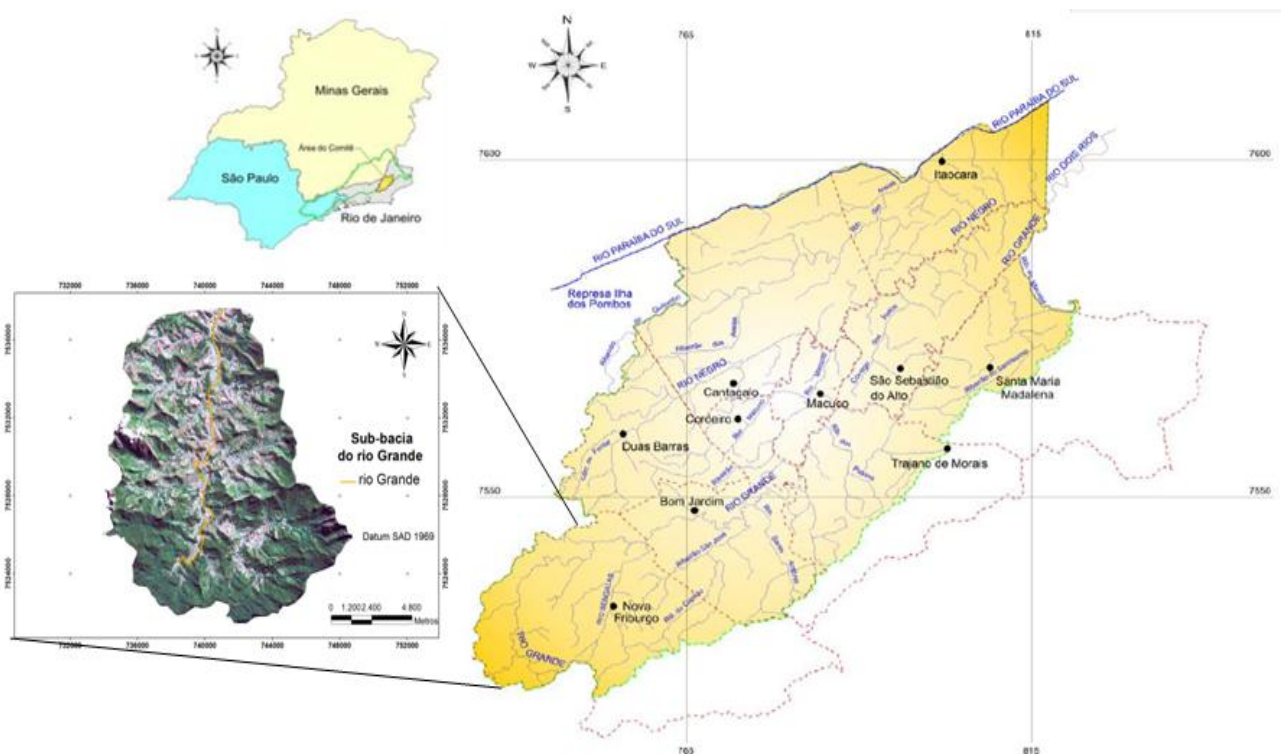
diferenciada, afetando os serviços ambientais prestados. A caracterização e espacialização destes setores podem auxiliar o zoneamento ambiental, o planejamento das ações de reabilitação/restauração, a conservação e proteção dos ecossistemas (principalmente nas áreas de recarga e perenização do lençol freático). Espera-se que: a) a presença de fragmentos florestais a sotavento da Serra do Mar esteja relacionada a fatores topográficos vinculados a frequência da IH; b) a IH nas vertentes norte e sul sejam distintas; e c) a composição da vegetação arbórea e biomassa epifítica constituam elementos bioindicadores de IH.

Este estudo teve como objetivo geral caracterizar topograficamente as zonas de transposição de umidade da vertente Atlântica para a do Paraíba do Sul, determinar quais as encostas prioritárias para a IH de umidade, além de avaliar a influência da IH nas encostas por meios diretos (coletores de umidade) e indiretos (vegetação arbórea e cobertura de epífitas) em vertentes norte e sul do interflúvio da Serra do Mar, em Nova Friburgo- RJ. O estudo foi dividido nos seguintes capítulos: I – Corredores de umidade e fragmentos florestais; II – Interceptação horizontal; III - Composição florística e estrutural das espécies arbóreas em vertentes norte e sul; IV – Uso de epífitas como indicadores de umidade.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1. Localização

A bacia hidrográfica do alto rio Grande situa-se no Estado do Rio de Janeiro, pertence ao Comitê de Bacias Hidrográficas do rio Dois Rios (BHDR), cujos principais tributários são os rios Negro e Grande. Este rio pela sua produção agrícola, nível de antropização e produção hídrica é um dos principais contribuintes da margem direita do rio Paraíba do Sul e drena os municípios de Nova Friburgo, Duas Barras, Bom Jardim, Cordeiro, Cantagalo, Macuco, Trajano de Moraes, São Sebastião do Alto e Santa Maria Madalena (Figura 2).

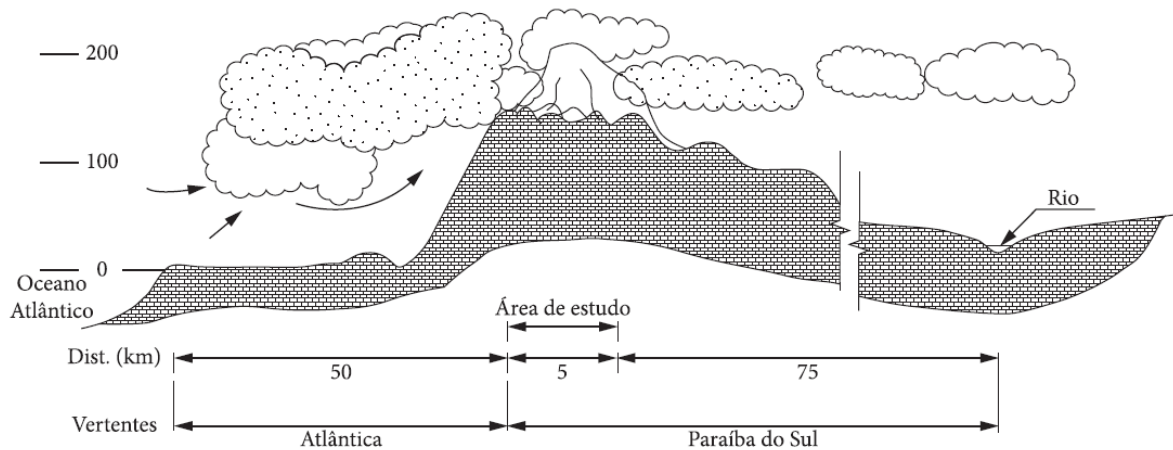


**Figura 2:** Área de estudo (em destaque), pertencente à área de atuação do Comitê de bacias hidrográficas do rio Dois Rios, onde se insere parte do município de Nova Friburgo, RJ.

A BHDR apresenta ampla cobertura florestal resguardando expressivos remanescentes da Mata Atlântica da bacia do rio Paraíba do Sul. O município de Nova Friburgo abrigava em 1997, 33,6 % da cobertura florestal da BHDR, totalizando 49.840 ha representados por: floresta ombrófila densa, estacional semidecidual e vegetação secundária (AGEVAP, 2007). Estes remanescentes interferem na manutenção da qualidade e quantidade de água para todas as bacias.

A cidade de Nova Friburgo se encontra no curso superior do rio Grande, cujo sistema de abastecimento atende aproximadamente 150.000 habitantes, proveniente de quatro mananciais, três situados a montante da cidade e com vulnerabilidades ambientais, principalmente a processos erosivos. Um dos pontos de captação esta na bacia do rio Grande e apresenta alta vulnerabilidade à erosão (AGEVAP, 2007).

A área de estudo localiza-se nas proximidades da nascente do rio Grande, no topo da Serra do Mar, município de Nova Friburgo, RJ, na zona de interflúvio entre as bacias do Atlântico e do rio Paraíba do Sul (Figura 3).

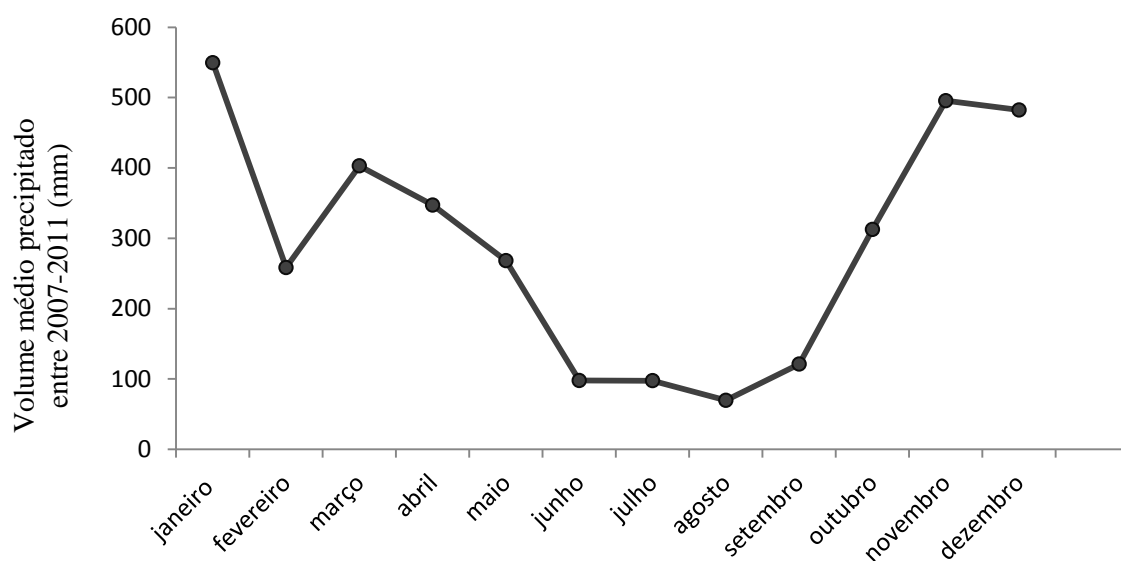


**Figura 3:** Perfil transversal da Serra do Mar, destacando a área de estudo a sotavento da serra, em Nova Friburgo, na vertente do Paraíba do Sul, RJ. Fonte: Cortines et al., 2011.

## 2.2. Clima

O clima segundo Köppen é caracterizado como tropical de altitude (Cf) e subtropical (Cw). A umidade relativa média (83%), precipitação média anual (1.500 mm) e temperatura média anual de 17,8°C (média no inverno de 9° C; média no verão de 28°C), conferem à região sensação térmica típica de região fria e úmida, embora com períodos de estiagens prolongados.

Na área de estudo a precipitação média anual é de 3.589 mm (Figura 4), de acordo com os dados coletados na Fazenda Campestre. O pluviômetro tipo Ville de Paris com 400 cm<sup>2</sup> de área de captação foi fixado a 1,5 metros sobre o solo e distando 4,3 km do divisor da Serra do Mar, e principal entrada de umidade/chuva.



**Figura 4:** Precipitação pluviométrica média (mm) dos cinco anos anteriores ao estudo, na Fazenda Campestre, Nova Friburgo, RJ.

A precipitação na bacia do alto rio Grande é intensa, havendo registros máximos de chuvas em 24h de 230 mm (27/05/2010), 222 mm (09/10/2009) evidenciando chuvas intensas no verão e de baixa intensidade no inverno. A média de Agosto remonta a 70 mm, porém a baixa temperatura e evaporação favorecem a formação de nevoeiros, que mantém a umidade e o microclima diferenciados nos ambientes florestais.

### 2.3. Vegetação

A região dos Três Picos pertence ao domínio da Mata Atlântica com altitudes variando entre 950 m e 2.310 m. Ao redor do globo nestas altitudes predominam as Florestas Montana, que são típicas de locais nublados, ambientes úmidos, condicionados pela integração entre gradiente altitudinal, tipos de solo e posição estratégica na bacia hidrográfica (VALCARCEL, 1983; BRUIJNZEEL, 2001).

No Brasil, segundo Bertonecello et al (2011), o sistema oficial de classificação da vegetação adotado (VELOSO et al, 1991) utiliza critérios fisionômicos e altitudinais e classifica três tipos principais de florestas para o Bioma Mata Atlântica: a) florestas costeiras (Floresta Tropical Ombrófila Densa) associadas a altas temperaturas, precipitação elevada, sem estação seca definida e com árvores perenifólias; b) florestas dos planaltos interioranos (Florestas Tropicais Decíduas e Semidecíduas) com as estações de chuva e seca bem definidas e de 20-50% das espécies caducifólias; c) As florestas de Araucária (Florestas Ombrófila Mista), caracterizadas pela presença dos gêneros *Podocarpus* e *Araucaria*. Todas as três formações incluem as florestas do tipo de Baixada, Sub-montana, Montana e Alto-montana e seus subtipos Aluviais.

Na área de estudo a faixa altitudinal de amostragem da vegetação arbórea de 1050 a 1150 m é composta pela Floresta Tropical Ombrófila Densa Montana (FODM) (VELOSO et al., 1991), formações estas que ocorrem principalmente nos planaltos da Serra do Mar e da Mantiqueira (AB'SABER, 1992).

A Fazenda Campestre apresenta uma das maiores áreas de floresta contínua da região, sendo o maior fragmento da bacia com 5.028 ha. Em 2001 o município de Nova

Friburgo tinha 70,6% de cobertura florestal em diferentes estágios sucessionais, sendo que a bacia do rio Grande representa 62% deste total (PMNF, 2009).

Na região se desenvolvem atividades de pecuária e agricultura de alta produção nas várzeas. Os fragmentos florestais remanescentes atualmente se encontram nos morrotes e escarpas da serra. Na Fazenda Velha São Lourenço (porção Sudoeste da bacia), os fragmentos florestais juntamente com o cultivo de hortaliças dominam a paisagem. Na porção central da bacia está localizada a vila de São Lourenço com a maior concentração de casas e pequeno comércio (BARROS, 2006).

#### **2.4. Geologia e Relevô**

O conjunto de montanhas formadas pelo Maciço dos Três Picos faz parte do conjunto granítico Maciço dos Frades, que ocorre encaixado em ortognaisses neoproterozóicos relacionados às etapas pré (arco magmático) e sin-colisionais da Faixa Ribeira (HEILBRON et al., 2000). O maciço eleva-se acima da escarpa da Serra do Mar em um conjunto de paredões subverticais e contém o pico mais alto da região (Pico Maior -2310 m). Sua idade de cristalização é correlacionável com o Maciço de Nova Friburgo (cerca de 500 Milhões de anos) (TUPINAMBÁ, 1999), tendo sido gerado na fase tardia da Orogênese Ribeira. É constituído por granitos equigranulares e porfiríticos, quartzo dioritos e dioritos encaixado entre gnaisses do Batólito da Serra dos Órgãos. (FERRASSOLI, 2006).

A parte alta da bacia apresenta relevô acidentado, conformando paisagens com escarpas íngremes, vales estreitos, picos elevados e paredões rochosos. Nas cabeceiras predominam afloramentos rochosos, declividades elevadas e solos pouco desenvolvidos. Os vales apresentam desníveis entre calha/divisores, dificultando retenção de água nas microbacias. Nas partes baixas predominam terrenos colinosos, baixadas com solos residuais e colúvios espessos, com vales abertos e planícies de sedimentação, sendo áreas propícias à regulação hídricas (INEA, 2009).

#### **2.5. Solos**

Nas áreas de relevô acidentado predominam Cambissolo Álico (Ca6), Litólico Álico (Ra) e Afloramentos Rochosos (AR3), que denotam solos pouco evoluídos e rasos (CPRM, 2001). Nas áreas de baixada, com drenagem precária são encontrados solos Hidromórficos, que apresentam maior fertilidade e são utilizados para fins agrícolas quando drenados (EMATER-RJ, 1994).

#### **2.6. Produção agrícola**

A região faz parte do eixo “Tere-Fri” e se notabiliza pela produção de olerícolas para a cidade do Rio de Janeiro, cujo eixo é a rodovia RJ – 130, que liga Nova Friburgo a Teresópolis. Neste eixo destacam-se pela produtividade as localidades de Vargem Grande, Venda Nova, Sebastiana, Córrego Sujo, Bonsucesso, Salinas e Vieira (TCE, 2004). Na bacia do rio São Lourenço (afluente do rio Grande) em Nova Friburgo, os plantios de hortaliças constituem a principal fonte de renda para as famílias.

As plantações ocupam as zonas de várzea (mais férteis) e áreas de meia encosta irrigáveis, sem medidas conservacionistas eficazes, podendo acarretar prejuízos substanciais, pois em alguns períodos do ano o solo fica exposto e susceptível aos processos erosivos. Esta erosão traz consequências para a fertilidade e manutenção das propriedades físicas naturais do solo. A agricultura intensiva isolou os fragmentos florestais entre várzeas nas partes baixa das bacias e, reduziu a mata ciliar ocupadas por plantações sem as mesmas propriedades

funcionais, acarretando prejuízos que afetam e prejudicarão a sustentabilidade das ações (Figura 5).



**Figura 5:** Cultivo de olerícolas de alta produção e irrigado nas várzeas e meia encosta, com fragmentos florestais esparsos e isolados nas áreas distantes da calha e de difícil acesso em São Lourenço, Nova Friburgo-RJ.

As técnicas agrícolas empregadas utilizam produtos químicos e alto grau de mecanização dos solos (MATA, 2006), constituindo riscos ambientais pelo uso de agrotóxicos e assoreamento dos corpos hídricos (SOARES et al., 2005b). O consumo de agrotóxicos na região sudeste do Brasil (12 kg/trabalhador/ano) é menor que na comunidade de São Lourenço (56 kg/trabalhador/ano) (MOREIRA et al., 2002). Nos períodos de estiagens os rios apresentaram contaminação acima dos valores toleráveis pela legislação brasileira ( $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) de organofosforados totais e carbamatos (ALVES, 2000) para águas de abastecimento doméstico, irrigação de hortaliças e uso em frutíferas (CONAMA, 1986).

## 2.7. Unidades de Conservação

A área faz parte da zona de entorno do Parque Estadual dos Três Picos (PETP), criado pelo Decreto nº 31.343, de 06/06/2002 e ampliado para 58.790 ha em 2009 a partir do Decreto Estadual nº 41.990. Seus limites abrangem os Municípios de Cachoeiras de Macacu, Nova Friburgo, Teresópolis, Guapimirim e Silva Jardim, sendo a maior Unidade de Proteção Integral do Rio de Janeiro. A área do PETP abriga nascentes e mananciais importantes para o estado do Rio de Janeiro, entre eles os seguintes rios:

- Guapimirim, Guapiaçu e Macacu (Niterói e Rio de Janeiro);
- São João (Região dos Lagos);
- Macaé (Região dos Lagos);
- Paraíba do Sul (municípios do curso médio inferior).

A importância do PETP para cada uma das suas bacias é proporcional ao regime pluvial e à área ocupada. O alto regime pluvial que incide no PETP, associado aos serviços ambientais produzidos pela vegetação, contribui para o abastecimento de cidades importantes da região, aumentando a sua relevância regional (INEA, 2009).



O PETP pertence ao mosaico de unidades de conservação municipais, estaduais e federais da Serra do Mar, composto pelas seguintes unidades: Área de Proteção Ambiental (APA) dos Três Picos, APA Pico da Caledônia, APA Rio Bonito e APA Macaé de Cima e APA Guapimirim-Macacu; Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO); Estação Ecológica do Paraíso. Ambientalmente esta região constitui o corredor ecológico e refúgio de espécies da fauna e da flora fluminenses (INEA, 2009; SEABRA, 2009).

O turismo ecológico e rural apresenta potencial econômico para a região, principalmente no entorno do PETP, APA Caledônia e Reserva Ecológica Paraíso, sendo os principais atrativos as trilhas ecológicas e esportes de aventura. O PETP é conhecido pelas vias de escalada com diferentes níveis de dificuldade, atraindo escaladores de todo o Brasil nas épocas de temporada. O PETP possui grande beleza cênica proporcionada pelos afloramentos de rocha granítica que ocorrem na região e que dão nome ao parque (Figura 6).



**Figura 6:** Afloramento rochoso que dá nome ao Parque Estadual dos Três Picos, onde o segundo cume da esquerda para a direita é o ponto culminante da Serra do Mar, com 2.310 m.

# **CAPÍTULO I - CORREDORES DE UMIDADE E FRAGMENTOS FLORESTAIS**

## RESUMO

Florestas Montana são diversas fisionomicamente em cada toposequencia, pois sintetizam os efeitos de uma conjunção de fatores intervenientes, entre eles os relacionados a interceptação horizontal (IH). O estudo objetiva relacionar fragmentos florestais remanescentes com fatores do meio físico desde o início da bacia aérea no seu trecho a sotavento de encosta do rio Paraíba do Sul - RJ. Os corredores de umidade foram estabelecidos a partir das gargantas no interflúvio, conduzidos pelos efeitos orográficos das bacias, delimitados em base cartográfica do IBGE (1:50.000) e processados pelo software ArcGIS 10. Os usos do solo foram obtidos a partir de imagem SPOT ano 2004. Os fatores ambientais selecionados foram subdivididos em classes, tais como: altitude (<1200; 1201-1500; 1501-1800 e >1800 m.s.n.m.); declividade (<15; 15,01-30; 30,01-45 e >45%); orientação (Nordeste, Noroeste, Sudeste e Sudoeste); radiação solar (alta, média e baixa KW.h<sup>-1</sup>.ano). A faixa altitudinal de 1.200-1.500 m incluiu 76,4% da cobertura florestal total (CFT) sendo a mais representativa. Os fragmentos com orientação Sudeste e Sudoeste somaram 8.214 ha representando 71,6% dos fragmentos e 98,1% da CFT. 78% dos Fragmentos apresentaram declividade entre 15-45%, representando 94,3% da CFT. As vertentes Noroeste e Nordeste apresentam maior radiação global anual e menor área média de fragmento (3,8 ha) representando 1,9 % da CFT. Nos níveis médios de radiação, a área média dos fragmentos foi de 93,6 ha cobrindo 89,4 % da CFT. Conclui-se que a orientação e a radiação foram nos corredores de umidade os fatores ambientais que mais influenciaram na presença de cobertura florestal.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica, remanescentes florestais, topografia.

## ABSTRACT

Montane Forests are physiognomically diverse on each toposequence, because they sintetize the effects of a combination of factors, including the ones related to horizontal interception (IH). The study aims to relate remaining forest fragments with physical factors from the beginning of the airshed in its passage to leeward slope of the Paraíba do Sul River - RJ. The humidity corridors were established from the interfluvial streightened areas, conducted by orographic effects. It was used IBGE (1:50.000) cartography data processed by software ArcGIS 10. Forest fragments were obtained from SPOT images, year 2004. The environmental factors selected were divided in classes: altitude (<1200; 1201-1500; 1501-1800 e >1800 m.a.s.l.); slopes declivity (<15; 15.01-30; 30.01-45 and >45%); slopes aspect (northeast, northwest, southeast e southwest); solar radiation (high, medium and low KW.h<sup>-1</sup>.year). The altitudinal class 1200-1500 m was the most representative and included 76,4% of total forest cover (CFT). Forest fragments with orientation to southeast and southwest slopes summed 8.214 ha representing 71.6% of total number of fragments and 98.1% da CFT in area. 78% of forest fragments had it's declivity between 15-45%, representing 94.3% of CFT. Northwest and Northeast slopes presented the greatest annual global radiation and smallest mean area (3.8 ha) representing 1.9% of CFT. On slopes with medium level of radiation the average area for forest fragment was 93.6 ha covering 89.4 % of CFT. Conclusions are that orientation and solar radiation are the environmental factors that most influence on forest cover on the watershed.

**Key-words:** Atlantic Forest, forest remnant, topography.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Körner e Ohsawa (2005) "*os ecossistemas montanhosos são considerados patrimônio natural e cultural da humanidade, pois oferecem produtos florestais à população, protegem os solos, as águas e microbacias, sendo também uma opção para a prática de esportes radicais, turismo e recreação*". Sendo assim, as montanhas oferecem serviços ambientais para toda a região, inclusive as planícies distantes.

As florestas tropicais de altitude são influenciadas pela passagem de ar e umidade na forma de nevoeiros, sendo favorecidas pela formação de nuvens orográficas (LAWTON et al., 2001). O ponto de condensação da água para formação das nuvens depende do nível de levantamento de condensação (NLC) também chamado de nível de base das nuvens que pode variar em altitude de acordo com a altura da montanha (BRUIJNZEEL, 2000) ou tipo de cobertura do solo (LAWTON et al., 2001).

A formação das nuvens está ligada à umidade e temperatura do ar. Ambientes secos e quentes, como pastagens ou regiões interiores do continente, o ar demora mais para se resfriar e atingir o ponto de condensação, elevando as bases das nuvens para locais de maiores altitudes. Em ambientes úmidos o ar se resfria ao ser elevado, reduzindo altitude da base das nuvens (BRUIJNZEEL, 2000) dentro das bacias aéreas, cuja circulação atmosférica está condicionada aos controles estruturais promovidos pelo relevo, onde os efeitos orográficos influenciam na perda/ganho de umidade das correntes aéreas e condições do terreno (cadeias de montanhas e colinas).

As bacias aéreas na Serra do Mar são compostas por quatro zonas com comportamentos diferenciados: área de captação, embocadura (ambas na vertente Atlântica), estrangulamento (no interflúvio) e distribuição (a sotavento). A área de embocadura funciona como um alçapão de umidade, que capta e conduz as massas de ar da área de captação para a zona de estrangulamento situada nos pontos de estreitamentos nos altos das serras, constituindo gargantas entre elevações dos cumes. Na zona de distribuição, a sotavento da serra, as massas de ar se dispersam seguindo os fluxos hidrológicos das bacias, drenando para o rio Paraíba do Sul (BARBOZA, 2007). A umidade atmosférica reduz na medida em que as massas de ar se afastam dos interflúvios, encontram obstáculos físicos e descarregam umidade.

Os efeitos de calma e turbulência dos ventos influenciam a IH. Quando a massa de ar entra em contato com uma barreira física é forçada a desviar lateralmente e/ou ascender, mudando a pressão e o estado físico das moléculas (BUSINGER et al., 2005; CHEN e LIN, 2005). Este movimento de ascensão ou desvio lateral causa redução de velocidade em função da permeabilidade do obstáculo. Os ventos ao ultrapassarem uma montanha sofrem maior turbulência nas vertentes a sotavento prejudicando as taxas de IH (BONAN e GORDON, 2002).

A Serra do Mar abriga a maior porção de Mata Atlântica contínua deste bioma no país, onde o trecho entre região costeira de São Paulo até o sul do estado do Rio de Janeiro totalizam 1,109,546 ha (7% do total remanescente) no Brasil e constituem o seu maior mosaico (RIBEIRO et al., 2009). Os maiores remanescentes florestais ocorrem na vertente Atlântica e os menores nas vertentes interiores voltadas para o rio Paraíba do Sul (ROCHA, 1999). Os fragmentos florestais se estabelecem e se perpetuam em função dos fatores ambientais e físicos da paisagem, onde variações na exposição do terreno pode ser responsável pela explicação, tanto próximo ao mar (MARQUES et al., 2004), como no interior de Minas Gerais (RODRIGUES et al., 2003). Estes remanescentes possuem importância socioambiental significativa, pois regulam o fluxo dos mananciais que abastecem

70 % da população da região Sudeste, estabilizam os solos, garantindo a manutenção da sua fertilidade e contribuem para a regulação térmica da região. Elas protegem as encostas e encostas das serras, reduzindo movimentos de massa e contribuindo para melhor da qualidade de vida das populações (ROCHA, 1999).

Os fragmentos florestais abrigam ampla biodiversidade, cujas interações bióticas asseguram a complexidade estrutural e resiliência. A resiliência é definida como o tempo requerido pelo ecossistema para retornar ao seu patamar de equilíbrio homeostático original, após perturbação (MITTELBACH et al., 1995; NEUBERT e CASWELL, 1997). Os níveis de resiliência dependem da oferta de atributos ambientais, grau de proteção e fontes de propágulos capazes de propiciar fluxo gênico garantidor da qualidade ambiental dos ambientes a partir das interações espontâneas das áreas perturbadas (HOLL, 1999; REIS e KAGEYAMA, 2008).

A água é componente essencial para garantir a manutenção dos remanescentes florestais e das interações ecológicas. As gotículas de água dispersas nos nevoeiros são interceptadas pelas copas das árvores, se acumulando na superfície até atingirem ponto de saturação, quando precipitam na forma de chuva oculta (La PORTA et al., 2001; BUBB et al., 2002; VOTH et al., 2002, BARBOZA, 2007). Os nevoeiros quando precipitados na forma de chuva oculta servem como fonte alternativa de água para os ecossistemas (PRADA et al., 2009).

A vegetação influencia e é influenciada pelas condições de oferta de umidade do ambiente, exercendo importante papel na IH nas encostas (EUGSTER et al., 2006). A vegetação depende das condições ambientais locais, onde árvores têm preferência sobre herbáceas quando há disponibilidade de recursos nutricionais, água e radiação. Havendo estresse hídrico, as herbáceas/gramíneas prevalecem sobre as árvores (BROVKIN, 2002).

A angulação das encostas e sua distância em relação ao divisor topográfico proporcionam níveis distintos de oferta de umidade e IH, influenciando na formação da precipitação pluviométrica e da chuva oculta. A hipótese contempla a idéia de que encostas próximas ao divisor da serra recebem frontalmente e interceptam mais umidade que áreas afastadas, sendo propícias à IH e apresentando os maiores fragmentos florestais.

O objetivo deste estudo foi avaliar a ocorrência de florestas em locais teoricamente com maior propensão a ter IH na cabeceira do rio Grande, afluente do rio Paraíba do Sul.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Área de Estudo**

A área de estudo envolveu o corredor de umidade da bacia área situado entre o interflúvio e 5 km a sotavento na vertente direita da bacia do rio Paraíba do Sul (Figura7).

### **2.2. Topografia e drenagens**

A área de estudo foi dividida em bacias hidrográficas a partir de base topográfica digital do município de Nova Friburgo do IBGE (Escala 1: 50.000), elaborado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do terreno utilizando o aplicativo “*Interpolation / Topo to Raster*”, do programa *ArcGis 10* (ENSRI, 2010), utilizando coordenadas Universe Transverse Mercator (UTM), zona 23, SAD 69. Os limites da área de estudo envolveram as coordenadas Norte: 7537631.5; Sul 7521436.7370; Leste 733876.430324; e Oeste 748713.736072.

As redes de drenagens foram ajustadas ao MDE gerando o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC). O MDEHC foi utilizado para espacializar

a entrada de vento das bacias aéreas na vertente atlântica e de saída em direção ao rio Paraíba do Sul (sotavento). Estas informações foram utilizadas como base para calcular a altimetria, declividade, orientação e radiação solar.

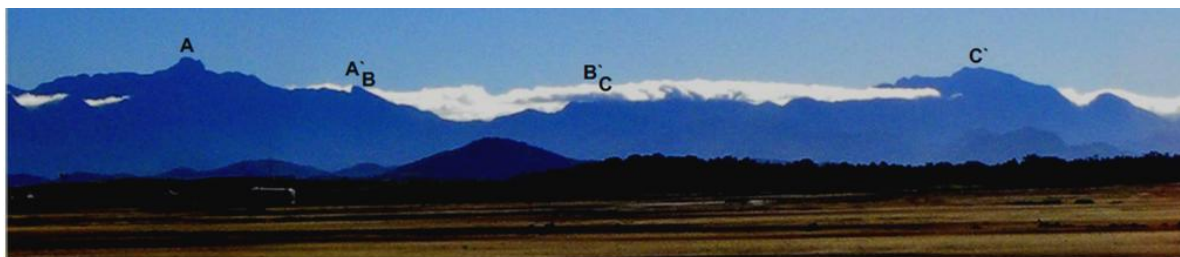
## 2.7. Caracterização das zonas de interflúvio

A Serra do Mar se encontra entre os paralelos 21° e 24° de latitude sul e a orientação WSW-ENE da linha de cumeada de suas montanhas. A posição da Serra do Mar permite incidência de frentes frias e de linhas de instabilidades tropicais (NIMER, 1979). O relevo acidentado e entrecortado induz a ascendência orográfica forçada das frentes até atingir a linha de cumeada e os seus pontos de escape (menores altitudes), onde tem o vertido para a bacia do rio Paraíba do Sul (a sotavento), trocando umidade com o ambiente.

A caracterização do perfil de relevo das zonas de estrangulamento das bacias aéreas foi utilizada para avaliar como se distribui o escoamento dos ventos de característica úmida e de seus pontos de passagem para região a sotavento da Serra do Mar, voltada para o rio Paraíba do Sul.

O traçado do perfil do corredor de entrada das bacias aéreas foi feito a partir do MDEHC e das altimetrias. Foram determinadas as altitudes dos cumes, distância entre cumes e a diferença de altura entre a parte mais baixa (vales) e os cumes. Estas medidas foram tomadas na carta digital, utilizando a ferramenta de medida de distância “régua” do programa ArcGIS 10 e as cotas altitudinais das curvas de nível.

As informações foram processadas gerando o perfil frontal da zona de interflúvio da Serra do Mar (denominada de corredor de umidade), trecho da bacia do alto rio Grande, RJ, cujos limites laterais foram as formações dos Três Picos (A) a oeste com 2.310 m e o Pico da Caledônia (C') a leste com 2.219 m (Figura I-1). No perfil frontal do corredor de umidade foram delimitadas três seções de entradas (S-I=A-A'; S-II=B-B' e S-III=C-C'), separadas pelos seus cumes no interflúvio.



**Figura I-1:** Vista frontal do trecho da Serra do Mar onde foi determinada a entrada do corredor de umidade da bacia aérea alto rio Grande na vertente atlântica para o Paraíba do Sul.

## 2.9. Fragmentos Florestais

Os remanescentes florestais foram espacializados utilizando o software ArcGIS 10, a partir da imagem de satélite (SPOT 5) ano 2004 com resolução de 2,5 m, colorida (bandas B0, B2, B3 e MIR), cedida pelo Programa Pró-Cidade da Prefeitura Municipal de Nova Friburgo-RJ. O georeferenciamento da imagem foi realizado a partir de pontos de controle obtidos no campo utilizando o equipamento de posicionamento global por satélite Promark II® DGPS. O ponto estático utilizado foi o marco geodésico do DER-Nova Friburgo-RJ. Os pontos móveis

foram selecionados no interior da sub-bacia hidrográfica do rio Grande, sendo processados pelo programa Asthech solutions 2.6.

Os fragmentos foram visitados no campo, e seus limites obtidos a partir do ajuste entre dados de imagens e de campo, estabelecendo-se os seus polígonos vetorizados.

## **2.10. Distâncias dos Fragmentos ao Interflúvio**

Os fragmentos florestais foram caracterizados em relação a sua distância do interflúvio da Serra do Mar em três trechos (T): 0 a 4,99 km (T1), 5 a 9,99 km (T2) e 10 a 15 km (T3). Foi utilizado a ferramenta *régua* do *ArcGis 10*. Em cada trecho os fragmentos foram contabilizados e suas áreas totalizadas.

## **2.11. Fragmentos Florestais & Fatores Ambientais**

Os remanescentes florestais encontram-se em uma paisagem heterogênea, composta por pastagens (dominante), cultivos agrícolas e fragmentos em diferentes estágios de sucessão ecológica. Eles foram classificados e mensurados quanto altitude, declividade, orientação e radiação solar, utilizando ferramenta de análise espacial “zonal” do ArcGIS 10. Esta ferramenta considera para fins de cálculo, valores máximos, mínimos e médios de cada fragmento florestal.

## **2.2. Parâmetros Ambientais**

### **2.3. Altitude**

A altitude condiciona o clima por meio da redução da temperatura, refletindo nos padrões vegetacionais (SCHMIDT et al., 2003) e nos processos de condensação da água (BRUIJNZEEL, 2000; LAWTON et al., 2001). A altitude (ALT) foi dividida em quatro classes, dentro dos limites de altitude mínimo (950 m) e máximo (2.310 m) da bacia hidrográfica. As classes consideradas foram:  $ALT < 1.200$  m;  $1.200 < ALT < 1.500$  m;  $1.500 < ALT < 1.800$  m e  $ALT > 1.800$  m, sendo apontado o percentual de cobertura florestal por classe.

### **2.4. Declividade**

A declividade representa o ângulo de inclinação da superfície local em relação a um plano horizontal (SCHMIDT et al., 2003). Declividades elevadas dificultam a exploração dos fragmentos florestais, tornando estas áreas de difícil acesso e favorecendo a sua permanência. Este parâmetro tem implicações diretas na IH e radiação.

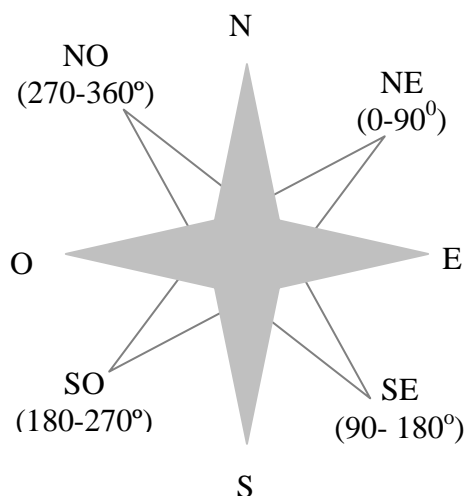
A declividade foi dividida em quatro classes: ondulado (0-15%), forte ondulado (15-30%), montanhoso (30-45%) e escarpado (>45%). Em cada classe foi observada a porcentagem de cobertura florestal. Para a confecção do mapa utilizou-se o aplicativo “*Spatial Analyst Tools > Surface > Slope*” utilizando-se células de 10 m. A separação das classes foi realizada com a função “*classify*” do editor de legendas.

### **2.5. Orientação**

A orientação das vertentes reflete o ângulo da direção do escoamento superficial. Ela é mensurada a partir do Norte geográfico (0° a 360°), crescendo no sentido horário (SCHMIDT et al., 2003). Este fator está associado à intensidade, direção dos fluxos e insolação, com rebatimento na qualidade da vegetação, mantendo-se as mesmas condições de uso dos ecossistemas.



Os modelos de orientação das encostas foram gerados a partir do MDEHC e foram definidos em quatro classes, de acordo com o ângulo de inclinação das vertentes com relação ao norte geográfico: Nordeste, Sudeste, Sudoeste e Noroeste (Figura I -2).



**Figura I-2:** Intervalos de ângulos considerado para separar cada classe de orientação de acordo com a rosa dos ventos.

Para construir o mapa de orientação utilizou-se o aplicativo “*Spatial Analyst Tools > Surface > Aspect*”. E para a separação das classes foi utilizada a função “*classify*” do editor de legendas, dividindo as encostas em quatro classes de exposição de acordo com os intervalos de ângulos citados acima.

## 2.6. Radiação Solar

Em uma escala global, as variáveis de controle da radiação solar são a latitude, distância do sol e época do ano. Em escala regional, o declive, a elevação e a orientação, são fatores que determinam a quantidade de energia disponível.

A radiação solar total (radiação direta + radiação difusa) foi estimada para a bacia por método indireto, utilizando o programa *ArcGis 10*. Este método estima a radiação total ( $\text{WH.m}^{-2}$ ) para as encostas de acordo com sua declividade e orientação, em relação posicionamento do sol, podendo-se calcular a radiação em um dia específico, por época do ano, para o solstício e/ou equinócio ou para todo o ano. Para o presente estudo foi calculado a radiação média anual na bacia, indicando os locais que recebem maior radiação solar, calculando a distribuição da radiação global. O mapa foi gerado a partir do MDEHC, utilizando-se o aplicativo “*Spatial analyst > Solar radiation > Area Solar Radiation*” (FU e RICH, 2002).

## 2.8. Direção dos ventos

Os dados de direção e velocidade dos ventos foram extraídos da estação automática de Teresópolis (1931-1975) (FIDERJ, 1978), pois Nova Friburgo apenas dispõe de estações pluviométricas.

Os ventos úmidos vindos de Sudoeste predominam na maior parte do ano, seguidos por ventos Norte e Nordeste que são ventos secos. Em 22% dos dias do ano há ausência de ventos e nos 78% restantes, a direção e velocidades médias se alternam, sendo o sentido predominante o SO-NE (Tabela I-1).

**Tabela I-1:** Direção, percentagem de dias e velocidade dos ventos na estação meteorológica de Teresópolis, RJ durante serie histórica compreendida entre 1973-1995.

Direção dos ventos	% dias/ano.direção	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )
Oeste	04	2-4
Norte	02	4-6
Noroeste	06	0-2
Nordeste	19	4-6
Sudeste	00	0-0
Sudoeste	28	4-6
Sul	12	4-6
Leste	07	0-2
Calmaria	22	0-0

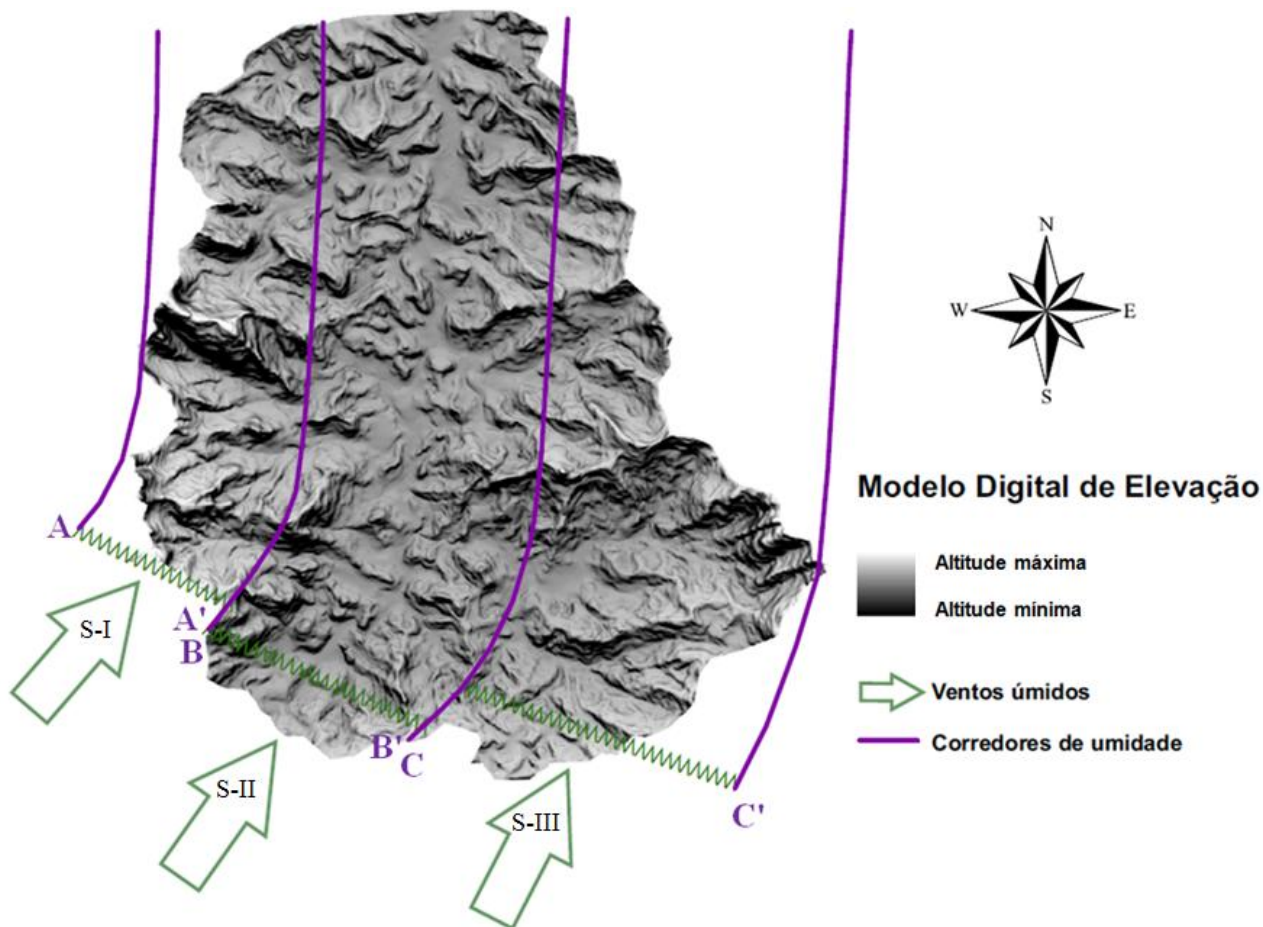
Fonte: FIDERJ (1986) modificado

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Corredores de umidade

A linha de cumeada no interflúvio da Serra do Mar no trecho da bacia do rio Grande apresenta-se com altitudes entre 1.120 a 2.310 m, destacando-se três seções transversais (S) por onde se verifica as entradas das bacias aéreas (S-I =A-A'; S-II =B-B'; S-III =C-C') que conduzem os ventos úmidos oriundos do Oceano Atlântico concentrados na bacia do rio Macacu, vindos da bacia da Baía da Guanabara (Figura I-3).

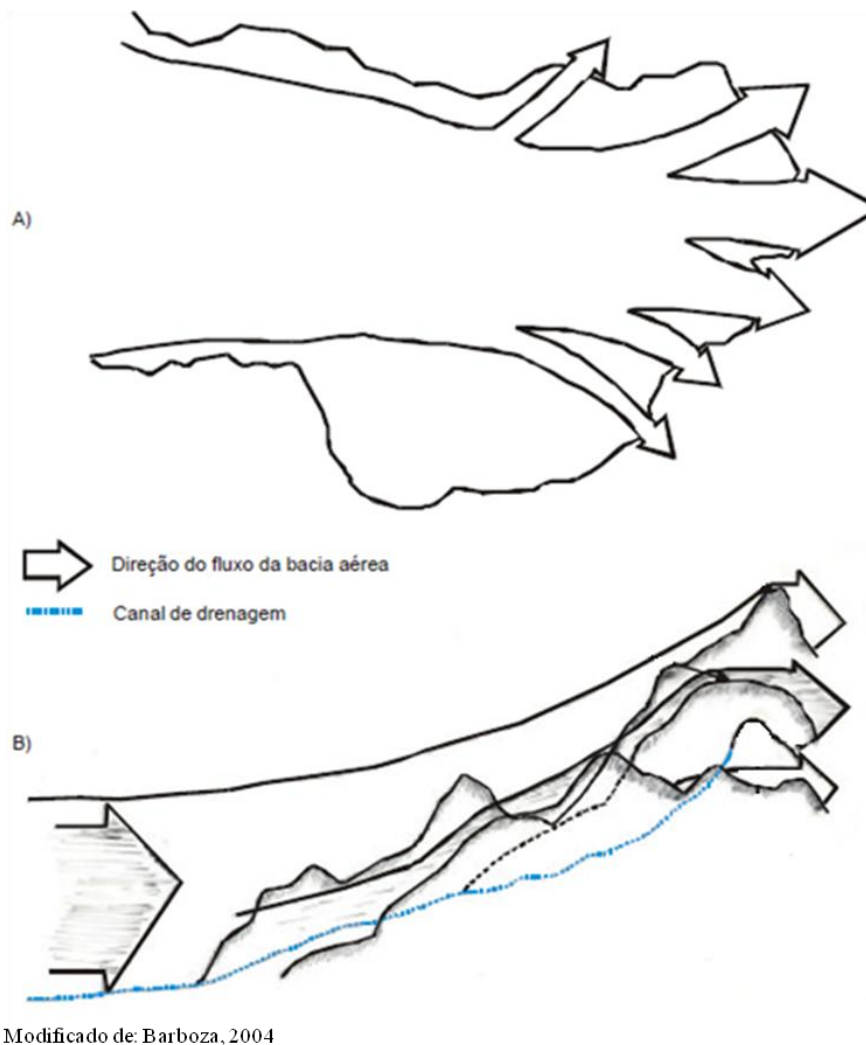
A S-I tem seus limites entre a faixa altitudinal de 1.780 a 2.310 m.s.n.m., exercendo importante influência no aporte de umidade para as Florestas Alto Montana e dos Campos de Altitude da região. Nestas altitudes a baixa temperatura favorece a condensação aumentando a frequência de nevoeiros. Na extremidade oeste da entrada do corredor, destacam-se na paisagem os afloramentos rochosos que compõe o maciço dos Três Picos e da pedra do Capacete, que formam uma barreira física impermeável ao escoamento das massas de ar úmidas, interceptando e transferindo para outras áreas de recarga na base dos paredões.



**Figura I-3:** Seção transversal do divisor topográfico da Serra do Mar no trecho da bacia hidrográfica do rio Grande, entre os cumes de Três Picos (A) e Caledônia (C') no município de Nova Friburgo, RJ. As seções S-I (A-A'), S-II (B-B') e S-III (C-C') indicam as áreas de entrada dos ventos úmidos vindos do oceano, sendo que B-B' representa a seção prioritária de entrada por ser o ponto de menor altitude.

A S-II está contida entre a faixa altitudinal de 1.120 a 1.580 m.s.n.m. Apresenta forma afunilada, concentrando ventos úmidos em trechos estreitos (pontos de sela das montanhas), propiciando aumento de velocidade e afetando sua distribuição à jusante do estreitamento (efeito de Venturi). Do trecho do interflúvio medido, a S-II apresentou o ponto de menor altitude com 1.120 m, afunilando a entrada dos ventos. Geralmente os ventos fracos que ascendem à encosta da serra drenam pelos locais de menor altitude em direção aos trechos a sotavento. As nuvens e nevoeiros que se elevam tendem a passar mais concentradas nestes pontos mais baixos da linha de cumeeada (Figura I-4).

A S-III apresentou altitudes entre 1.580 m a 2.220 m, sendo a seção mais larga, com 15 km. Esta configuração da seção permite a distribuição homogênea dos nevoeiros, não havendo pontos de concentração como no trecho da S-II. Na S-III os nevoeiros direcionados para as bacias hidrográficas a sotavento, percorrem um trecho pequeno antes de ascenderem até os limites da bacia hidrográfica vizinha. Nesta seção formam-se dois paredões consecutivos (parte cinza escuro da S-III, na figura I-3), transversais à entrada de ventos, próximos ao divisor topográfico da serra, que interceptam a umidade e são de grande importância para a manutenção da recarga hidrológica da bacia, pois recebem frontalmente umidade excedente dos efeitos orográficos na vertente atlântica. Estas vertentes com florestas aumentam a IH e a formação de chuva oculta.

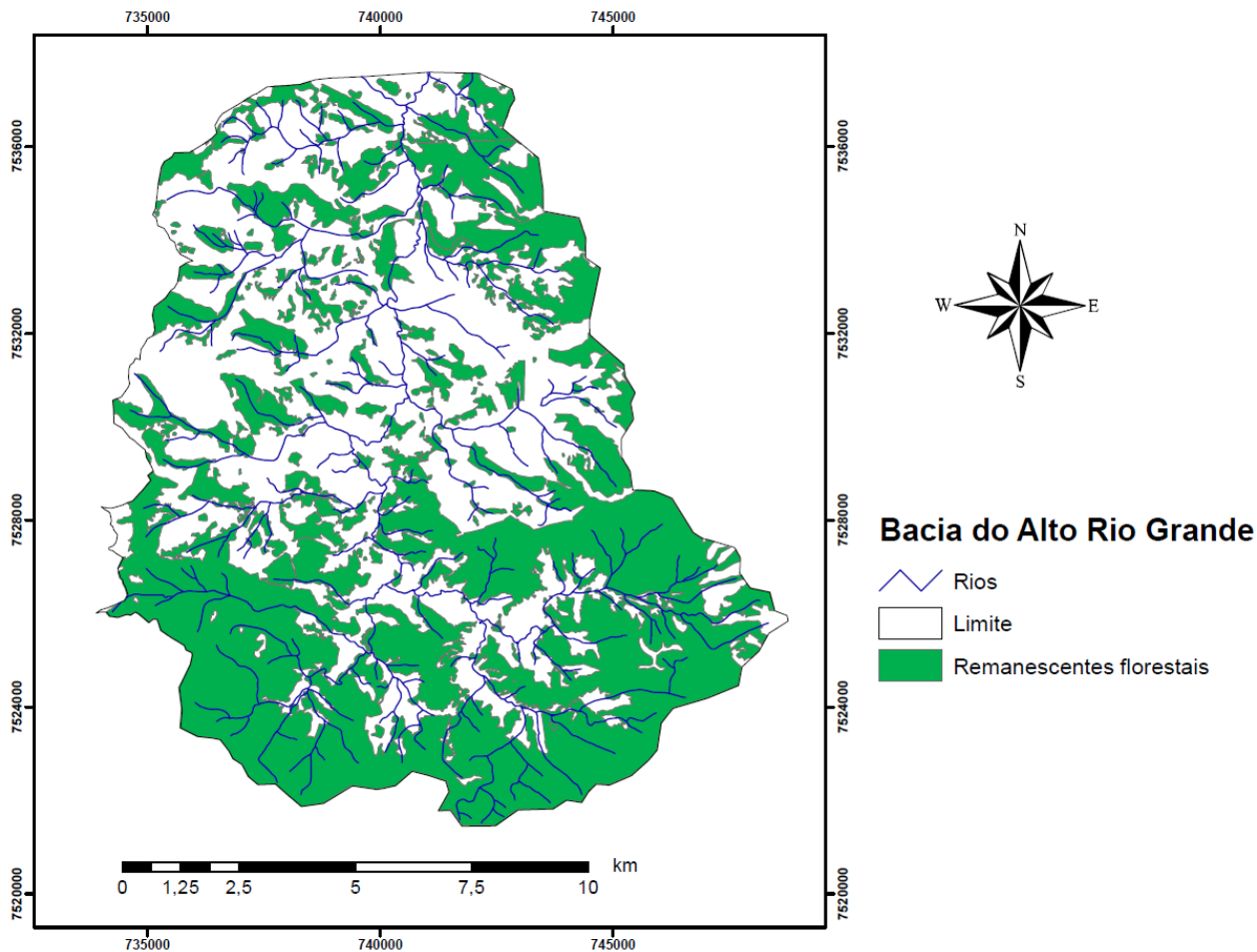


**Figura I-4:** a) Representação da entrada de nevoeiros desde a captação até o interflúvio da Serra do Mar/Paraíba do Sul: a) vista em planta; b) vista em perfil. Barboza et al., ( 2004) (modificado).

Conforme as massas de ar se elevam no terreno sobre as vertentes, os nevoeiros escoados nas bacias aéreas se concentram temporariamente em locais conhecidos como cinturões de nevoeiro (“*fog belts*”) (FISCHER et al., 2009). Após ultrapassar o interflúvio da serra, as frentes de umidade se dispersam entre morros e encostas, porém reduzindo gradualmente sua capacidade de armazenamento de umidade atmosférica.

### 3.2. Fragmentos Florestais

Foram delimitados 170 fragmentos (Figura I-5) totalizando 8.371 ha de floresta que corresponde a 54% do território da bacia hidrográfica. Os 18 fragmentos maiores que 50 ha somaram 7.238 ha e corresponde a 86,5% da área total coberta por floresta (CFT). Os maiores fragmentos ocorreram próximos ao interflúvio, garantindo conectividade entre regiões de cabeceiras das bacias e do interflúvio da Serra do Mar.



**Figura I-5:** Distribuição dos remanescentes florestais na bacia hidrográfica do alto rio Grande, município de Nova Friburgo, RJ.

Nos últimos anos observou-se um aumento da cobertura florestal, principalmente a partir da criação do Parque Estadual dos Três Picos (PETP), que tornou obrigação legal a proteção das florestas acima das cotas de 1.300 m. Com isso, algumas regiões que antes eram pastagens, se encontram em regeneração espontânea (Figura I-6).



**Figura I-6:** Áreas de pastagem em processo de regeneração espontânea.

### 3.2.1. Distância dos fragmentos ao interflúvio

O trecho T1 apresentou menor número de fragmentos florestais (13,4%), porém maior cobertura (66,8%)(Tabela I-2).

**Tabela I-2:** Distribuição dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica com relação à distância do interflúvio.

		Quantidade	Área média(ha) ± Desvio Padrão	Σ Área (ha)
Distância do interflúvio	0 - 04,9 km (T1)	24	233,1 ± 65,0	5594,7
	5 – 10,0 km (T2)	72	15,7 ± 26,4	1132,7
	> 10,0 km (T3)	74	12,2 ± 48,8	1639,6

O maior fragmento encontrado possui área total de 5.029 ha e é o maior contínuo de vegetação da bacia hidrográfica. Os outros 23 fragmentos do T1 ocupam juntos 568,7 ha e apresentam área média de 25,5 ha. A Serra do Mar apresenta cerca de 50% dos fragmentos florestais remanescentes desta região e é a única serra que apresenta fragmentos com mais de um milhão de hectares (em São Paulo) (RIBEIRO et al., 2009).

A presença de fragmentos de grande porte foi um dos fatores favoráveis à criação de unidades de conservação na região (e.g. PETP e APA Caledônia), oferecendo garantias legais de manutenção da biodiversidade da Mata Atlântica e seus serviços ambientais. Hoje, apenas 1% da Mata Atlântica original encontra-se preservada pelas Unidades de Conservação (LAURANCE, 2009). Ribeiro et al. (2009) sugerem que os fragmentos grandes compostos por florestas em estágios avançados de desenvolvimento sejam prioritários na conservação dos habitats de Mata Atlântica.

A presença de remanescentes florestais no T1 contribui para a manutenção de nascentes dos pequenos afluentes do rio Grande. Segundo Hamilton et al. (1995) a manutenção da integridade dos ambientes florestais nas zonas de cabeceira é fundamental para as nascentes, pois, entre outras funções, eles atuam na regulação do fornecimento de água, em decorrência da capacidade de interceptação da umidade das nuvens e/ou nevoeiros. A presença de vegetação em áreas com altos níveis de condensação é fator importante no processo de precipitação da água dos nevoeiros, permitindo ganho extra de água para o sistema. Esta fonte de água se torna fundamental para a recarga dos mananciais, pois incide sobre o solo de forma lenta e frequente, abastecendo-o constantemente (PRADA e SILVA, 2001). A destruição do ambiente por meio de ações antrópicas pode causar danos aos ecossistemas montanhosos, reduzindo a interceptação horizontal e conseqüentemente a entrada de água por meio da chuva oculta (ABOAL et al., 2000), afetando principalmente as condições de umidade (HUMPHREY et al., 2002).

O trecho 2 (T2) apresentou 41% dos fragmentos florestais. Este trecho obteve as menores áreas de fragmento, totalizando 13,5% da Cobertura Florestal Total (CFT) da bacia, indicando o poder de desmatamento na medida em que se aproxima das áreas urbanas, os fragmentos florestais tendem a reduzir seu tamanho. No T2, 27 fragmentos foram menores que 10 ha, onde: 9 fragmentos menores que 10 ha (0,08% da CFT); 8 entre 1 e 2 ha (0,13% da CFT) e 10 entre 2 e 10 ha (0,48% da CFT), indicando que os mesmos contribuíram juntos com menos de 1% da CFT. Estes fragmentos provavelmente sofrem 100% de efeito de borda

e podem ser considerados pouco eficientes para a manutenção da conectividade estrutural da paisagem.

A região do T2 concentra a maior parte das áreas agrícolas e urbanização da região, tanto nas encostas quanto nas várzeas férteis do rio Grande. A ocupação por áreas agrícolas pode afetar diretamente os fragmentos florestais, gerando efeitos de borda mais acentuados, principalmente devido ao efeito dos agrotóxicos utilizados nas lavouras da região. Estudos sobre o efeito de borda na mesma bacia hidrográfica indicam que as variações florísticas e estruturais das bordas dos fragmentos florestais sofrem maior interferência das atividades agrícolas limítrofes do que da atividade de pastagem (BARROS, 2006). Laurance (2009) cita que oito décimos dos fragmentos florestais da Mata Atlântica são menores que 0,5 km<sup>2</sup> e estão altamente susceptíveis aos efeitos de borda, colocando em risco a diversidade deste ecossistema.

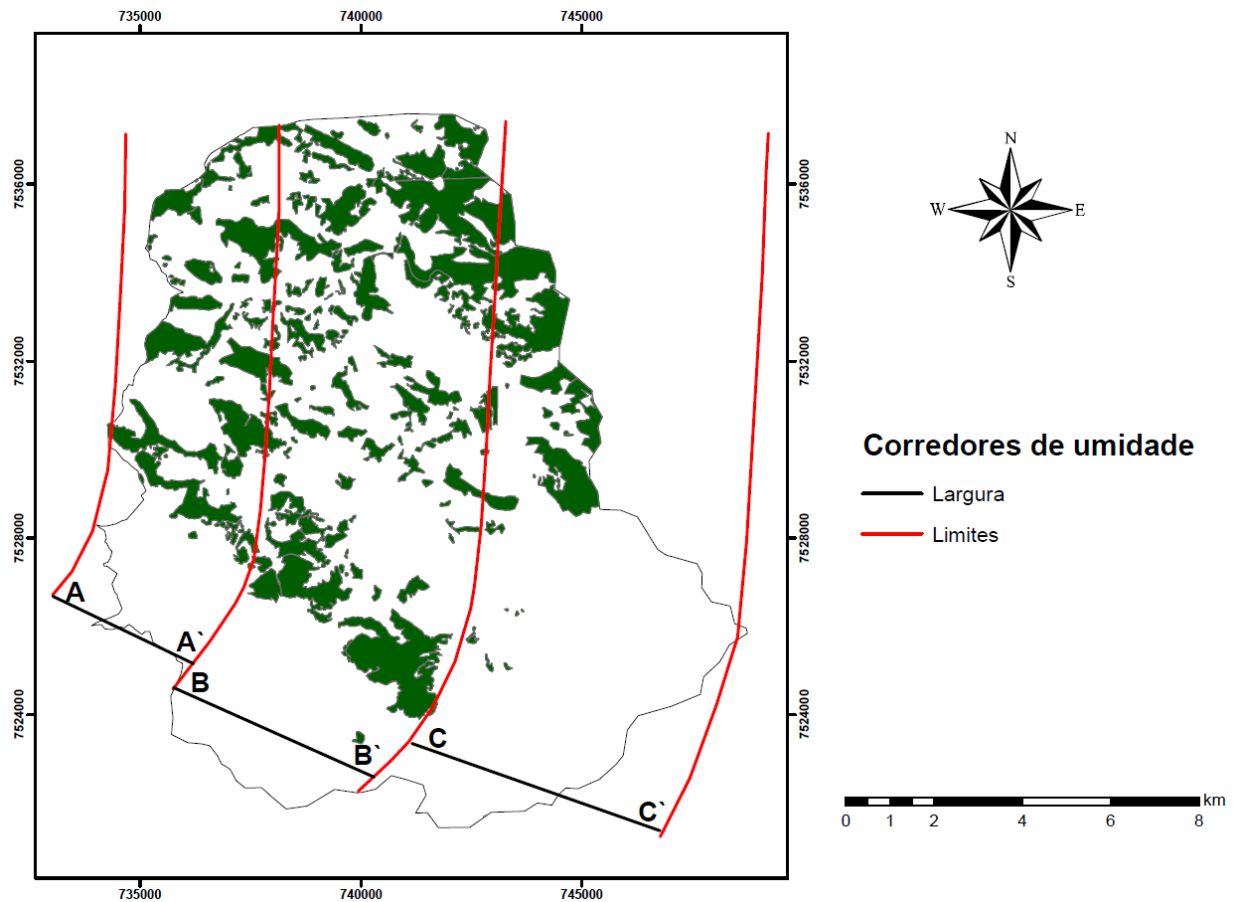
Os fatores, atividades econômicas do entorno e o isolamento, afetam a composição de espécies dos fragmentos florestais e o seu tamanho. O uso da terra no entorno dos fragmentos afetam a efetividade das suas ações conservacionistas, sendo o uso sustentável das florestas uma estratégia eficaz de conservação de fragmentos florestais (VIEIRA et al., 2009).

O trecho (T3) apresentou comportamento semelhante ao T2 em termos de quantidade de fragmentos, porém com dois fragmentos a mais. O T3 apresentou 507 ha (6,05 %) a mais de floresta do que o T2. Estes resultados se devem a dois fragmentos de grande porte localizados no T3 com áreas respectivas de 229,8 e 281,6 ha. Além destes dois, quatro dos fragmentos são maiores que 50 ha, proporcionando maior conectividade da paisagem, formando “ilhas de diversidade” e funcionando como fonte de material genético para regeneração de fragmentos menores, constituindo uma estratégia interessante de dinâmica sucessional (KAGEYAMA et al., 2008).

Na maioria das regiões de Mata Atlântica os fragmentos originais estão estruturalmente isolados por uma matriz de uso humano, pastagens, estradas e plantações (TABARELLI et al., 2005). Os fragmentos existentes são pequenos, isolados e disformes, sujeitos a modificações de sua fisionomia e composição vegetal. Para as epífitas, por exemplo, estas mudanças podem representar perda quantitativa e qualitativa de habitat (ALVARENGA et al., 2009b). Em fragmentos florestais do nordeste do Brasil, os parâmetros forma, tamanho e isolamento dos fragmentos foram os que mais influenciaram a composição de espécies (ALVARENGA e PORTO, 2007; ALVARENGA et al., 2009a).

### **3.2.2. Fragmentos florestais nos corredores ecológicos**

A sobreposição dos fragmentos às seções (S-I, S-II e S-III) evidenciou que 61,5% dos mesmos encontram-se localizados na S-II (Figura I-7).



**Figura I-7:** Distribuição dos fragmentos florestais nas áreas centrais e laterais do corredor da bacia aérea na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo-RJ.

O somatório dos fragmentos florestais da região da S-II é consideravelmente maior quando comparadas com a S-I e S-III, que representaram 27,6 e 12,5 %, respectivamente, da cobertura florestal da bacia. A S-I apesar de não ser a mais representativa em quantidade de fragmentos, foi a que apresentou maior área média. No trecho da bacia contido na S-I, a altitude média é maior que 1.500 m.s.n.m. dificultando o acesso de pessoas e as suas devidas consequências aos fragmentos florestais remanescentes. Atualmente estas áreas acima das cotas 1.300 m estão legalmente protegidas pelo PETP.

Com relação ao distanciamento o divisor topográfico, os fragmentos só apresentaram redução na área central do corredor II onde se encontra a maior parte da população da bacia. Nos outros dois corredores, predominaram os fragmentos de maior porte e as maiores altitudes.

### 3.3. Parâmetros ambientais

A Tabela I-3 apresenta a quantidade de fragmentos florestais para cada fator ambiental avaliado, assim como os valores médios de área (ha) para as classes estabelecidas.

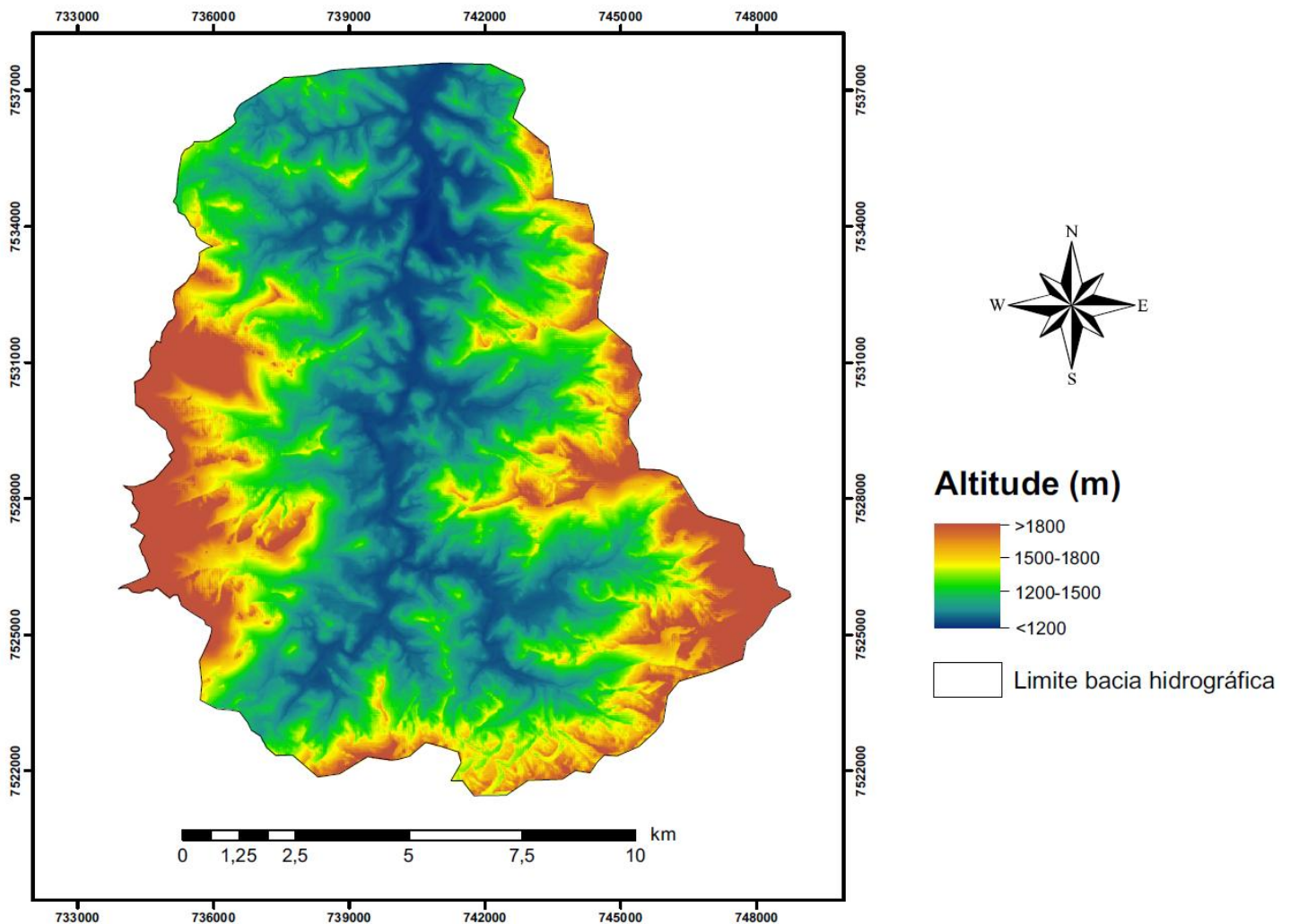


**Tabela I-3:** Relação dos remanescentes florestais com os fatores ambientais avaliados, na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo – RJ.

Parâmetros Avaliados		Remanescentes Florestais		
	Classes	Quantidade	Área média (ha) ± Desvio Padrão	∑ Área (ha)
<b>Altitude</b>	< 1200 m	114	16.5 ± 20.9	1877.8
	1200 a 1499,9 m	52	123.2 ± 48.1	6397.1
	1500 a 1800 m	2	47.3 ± 98.7	94.5
	> 1800 m	1	1.57	1.5
<b>Declividade</b>	0 a 14,9%	19	2.0 ± 5	38.1
	15 a 29,9%	53	7.7 ± 12	408.4
	30 a 45%	79	36.7 ± 16.0	7491.4
	> 45%	18	55.4 ± 19.0	433.2
<b>Orientação</b>	Nordeste	34	3.6 ± 35.0	119.6
	Sudeste	70	20.1 ± 70.0	1425.9
	Sudoeste	51	130.5 ± 80.0	6788.5
	Noroeste	14	2.8 ± 51.0	37.0
<b>Radiação solar</b>	Baixa	20	31.3	626.4
	Média	80	93.6	7484.5
	Alta	69	3.8	260.1

### 3.3.1. Altitude

Da área total da bacia (Figura I-8), 52% apresentam-se com altitudes menores que 1.200 m, 37% entre 1200-1500 m, 8% entre 1500-1800 m e 3% acima de 1800 m. A faixa altitudinal < 1200 m apresenta várzeas interpostas entre pequenos morrotes, onde os fragmentos florestais se estabelecem prioritariamente. Esta faixa altitudinal abriga a maior quantidade de fragmentos (67%).



**Figura I-8:** Classes de altitude adotadas para a bacia hidrográfica do alto rio Grande- RJ.

Apesar deste trecho da bacia conter o maior número de fragmentos, eles têm menores áreas sendo 71% < 10 ha com formas circulares (somando 1.034 ha) (SANTOS, 2011a), 22,8% entre 10-50 ha (somando 925 ha) e 6,1 % maiores que 50 ha (7 fragmentos, somando 425 ha). Esta faixa altitudinal (< 1.200 m) coincide com a faixa principal de ocupação urbana da bacia. A proximidade da ocupação urbana com os remanescentes de floresta facilita o acesso aos recursos florestais, onde os usos agrícolas e de pastagem competem com as áreas de floresta, aumentando a fragmentação. Os fragmentos encontrados nesta faixa altitudinal representam juntos 22,4% da cobertura florestal total da bacia. Ribeiro et al. (2009) citam que na Serra do Mar, 79 % dos fragmentos remanescentes são menores que 50 ha. Estes pequenos fragmentos são importantes para manter a conectividade funcional entre fragmentos maiores, formando as chamadas “stepping stones” (RIBEIRO et al., 2009).

Na segunda faixa altitudinal (1200-1500m), os fragmentos representaram 76,4% do total de florestas da bacia sendo a classe mais representativa. O fragmento maior (FM) próximo ao divisor com 5.029 ha elevou a média dos fragmentos desta classe para > 100 ha tornando a classe de altitude com os maiores fragmentos da bacia. Nesta classe, além do FM, 19 fragmentos (36,5%) eram maiores do que 50 ha, totalizando 2.005,7 ha, contribuindo consideravelmente para a maior representatividade desta faixa para os fragmentos florestais.

Os fragmentos de grande porte são importantes para garantir a manutenção da biodiversidade local e dos processos ecológicos (ALMEIDA, 2008). A área do PETP abriga grandes mamíferos como a onça parda (*Puma concolor* L.), escolhida como o símbolo do PETP, que representam o topo da cadeia alimentar e necessitam de extensas áreas para sobrevivência (INEA, 2009). Além de sua importância ecológica, estes fragmentos captam chuvas e facilitam sua infiltração e recarga dos aquíferos.

Nas duas classes acima de 1.500 m (1.500 a 1.800 e > que 1.800 m) os fragmentos florestais foram pouco representativos com apenas 1,14% de cobertura florestal. Podemos observar que apenas três remanescentes apresentam-se nestas duas classes de altitude, com áreas somadas de 96 ha. A região apresenta maciços rochosos nas áreas altas e/ou vegetação de campos de altitude, limitando a ocorrência de florestas de grande porte nestas altitudes.

### 3.3.2. Orientação das encostas

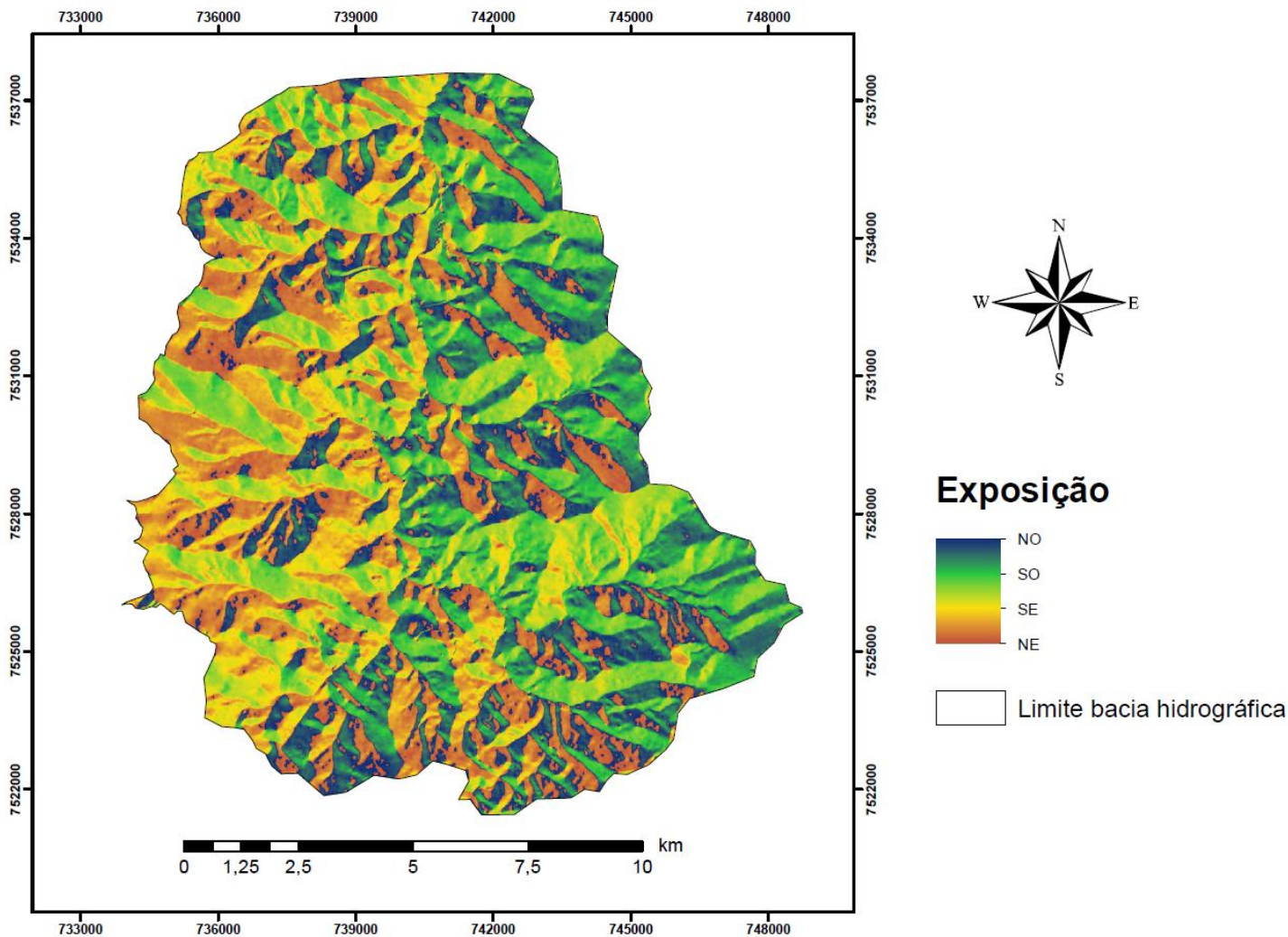
A orientação das vertentes na bacia não sinalizou diferenças entre as angulações, ou seja, cerca de 1/4 da área para cada orientação: 28% Nordeste, 22% Sudeste, 26% Sudoeste e 24% Noroeste (Figura I-9). Sendo assim, a disponibilidade de áreas para colonização da vegetação em cada orientação é similar, sendo o fator determinante para sua ocorrência as condições ambientais específicas e as atividades antrópicas agrícolas.

Analisando-se as orientações das encostas apenas nas áreas cobertas por fragmentos florestais, desconsiderando os outros usos, tem-se que 123 fragmentos (71,6%) apresentam suas vertentes voltadas para SE e SO. Os fragmentos com estas orientações somam 8.214 ha e representam fragmentos com áreas médias de 20 e 130 ha respectivamente, representando 98,1% da cobertura florestal total da bacia, sendo significativo em termos de manutenção de fragmentos e da biodiversidade associada. As encostas voltadas para sudoeste recebem frontalmente os ventos que se formam no Oceano Atlântico e são forçados contra a cadeia da serra e sendo assim, são mais propícias à IH.

Os outros 1,9% de cobertura florestal foi representado pelos fragmentos com orientação NO e NE. Os fragmentos voltados para orientação NO apresentaram-se pouco expressivos com apenas 14 fragmentos e área somada de 37 ha (0,45 % do total em área de fragmentos em SO e SE), além da menor área média entre as classes de orientação (2,8 ha).

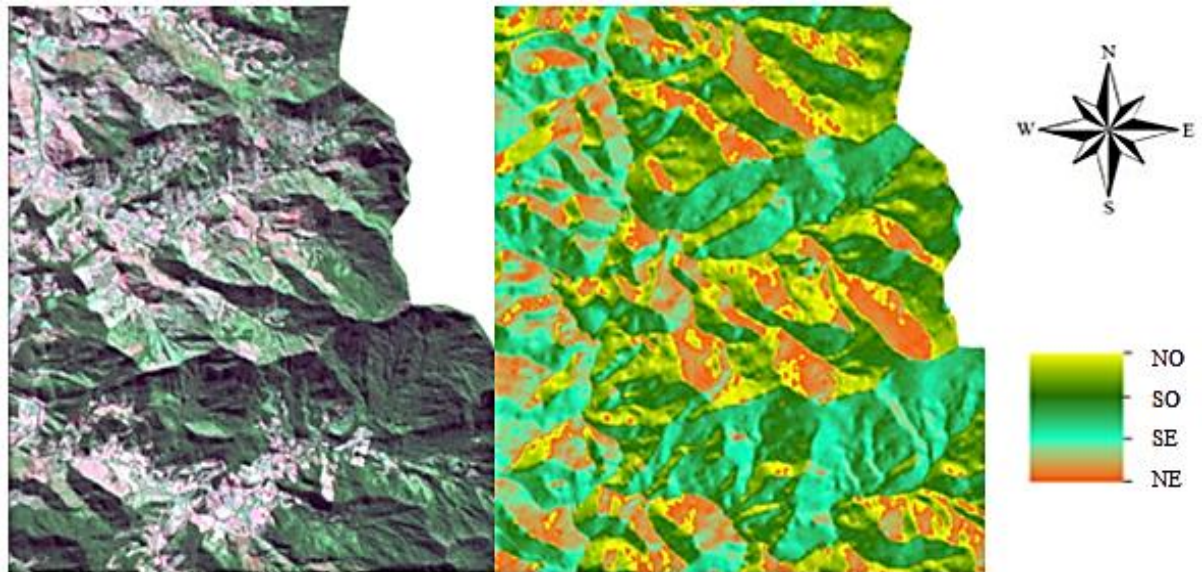
Resultados similares foram encontrados no Rio de Janeiro e em Minas Gerais. Na APA Palmares, RJ, apenas 3,1% dos fragmentos florestais em regeneração estão voltados para NO, enquanto que 6% na Fazenda Iracabi, MG (CORRÊA, 2008). Segundo o mesmo autor, os fragmentos das vertentes S, SO e SE representaram 58% da bacia.

Os fragmentos com orientação NO e NE acusam mais facilmente as pressões antrópicas, pois recebem maior incidência de radiação solar, tornando as terras mais aptas à agricultura e pastagem com frequente “limpeza do terreno” dificultando seus processos de regeneração, além de deixá-los menos resilientes. Ao contrário, as vertentes voltadas para o sul são mais frias, úmidas e pouco ensolaradas sendo denominado “terreno Noruega” (CARVALHO et al., 2007). Segundo o mesmo autor (*apud* HUGGET, 1995), esta vertente favorece espécies menos exigentes de luz e mais exigentes em umidade.



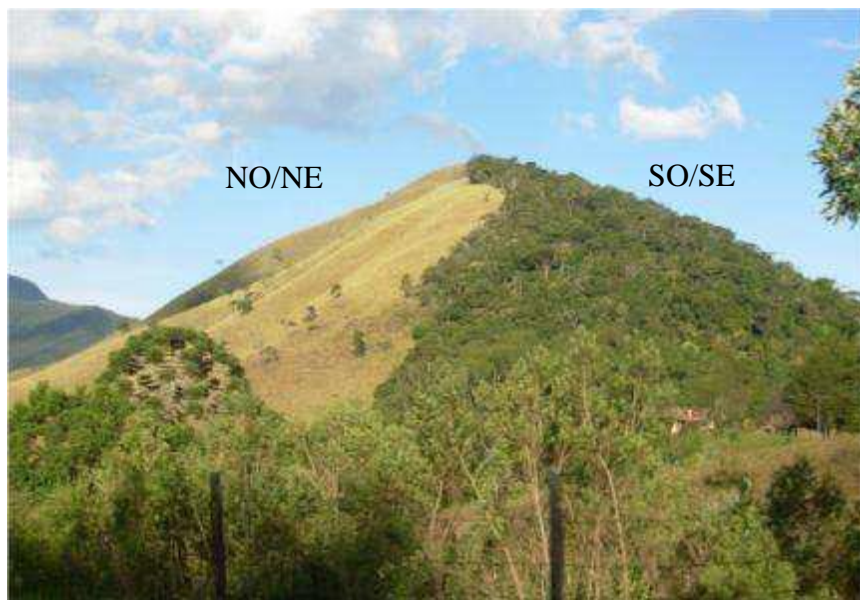
**Figura I-9:** Distribuição espacial das orientações das encostas na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo – RJ.

Segundo Barboza (2007), as vertentes recebem massas de ar com diferentes teores de umidade relativa (UR) transportada pelos ventos oriundos do Oceano Atlântico: SO (100% UR), SE (70% UR), NO (50% UR) e NE (30% UR). Esta diferença de umidade pode ser representativa na determinação do uso do solo pelo homem (RODRIGUES, 1998), onde a agricultura predomina nas vertentes mais ensolaradas e os fragmentos florestais, nas vertentes mais úmidas opostas à agricultura (Figura I-10).



**Figura I-10:** Trecho da paisagem com usos e orientações das encostas, dividido em quatro quadrantes, onde, NO = Nordeste; SO = Sudoeste; SE= Sudeste; NE= Nordeste, na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo – RJ.

As vertentes SE e SO apresentam cobertura de mata mais frequente que as vertentes orientadas para NE e NO, que acusam mais os efeitos da antropização sendo ocupadas em sua maioria por ambientes agrícolas e área urbana. Este padrão de ocupação se repete em toda a bacia e em muitos casos o “limite da orientação” da vertente representa o “limite da vegetação” de pastagem/floresta (Figura I-11).



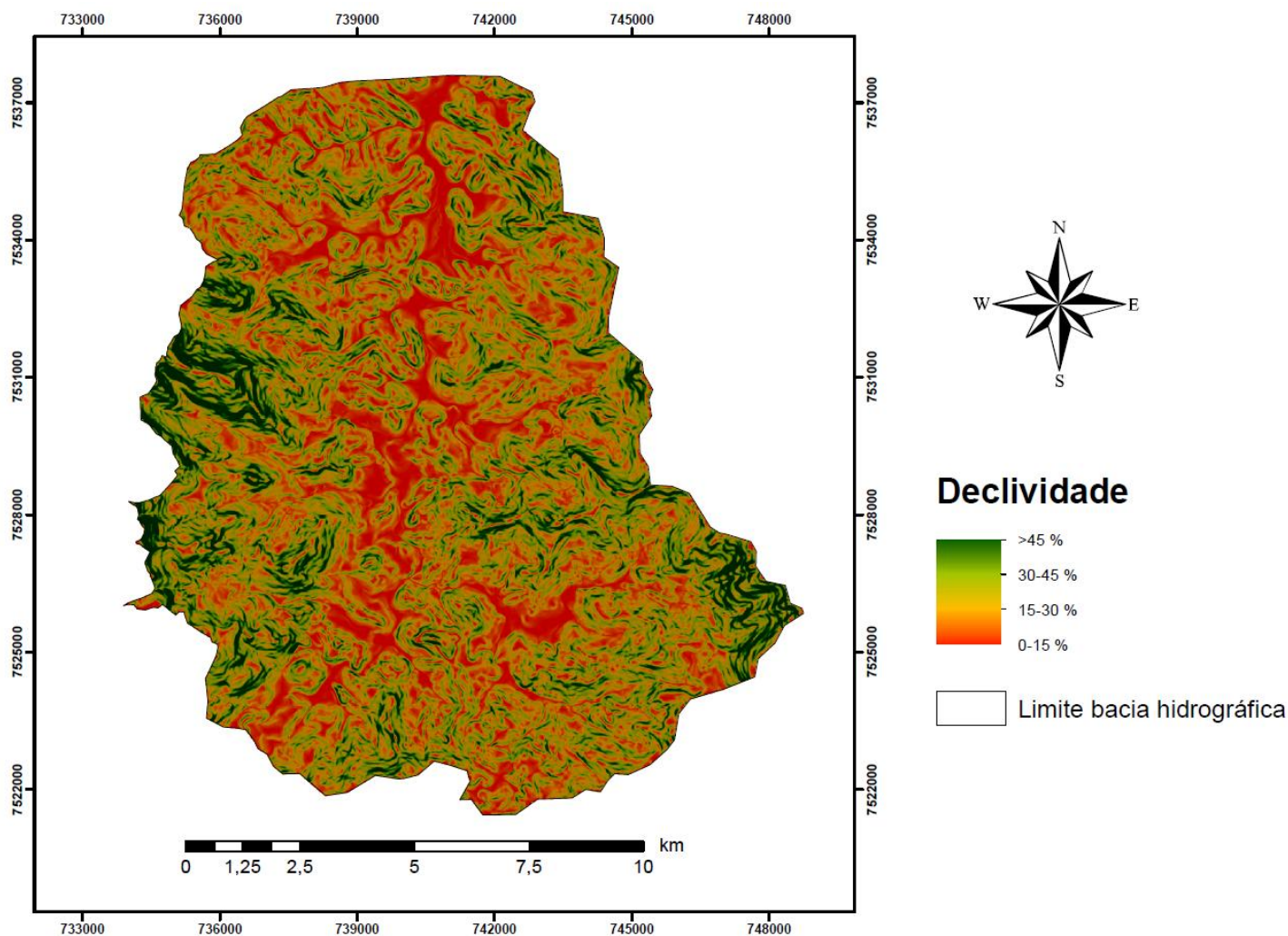
**Figura I-11:** Limite entre pastagem (Noroeste-NO/Nordeste-NE) e floresta (Sudoeste-SO/Sudeste-SE) determinado pelo divisor topográfico, coincidindo com a mudança na orientação da vertente, Nova Friburgo, RJ.

Segundo Rodrigues et al. (2003) “Uma borda voltada para o norte, mais exposta ao sol em nosso hemisfério, mas localizada em um declive voltado para o sul, pode estar ainda mais sombreada que uma encosta sul em um local plano. As diferenças de insolação entre as faces norte e sul de uma montanha também pode condicionar o uso do solo. No sul de Minas Gerais, as faces voltadas para o norte são mais procuradas para o plantio de batata porque são menos sujeitas à doenças (as faces voltadas para o sul são frias e úmidas). O resultado é que pouquíssimas faces norte são florestadas, encontrando-se os fragmentos todos na face sul”.

A orientação das encostas é um aspecto importante na determinação da presença de fragmentos florestais (MARQUES et al., 2004) e nascentes (CORTINES, 2008).

### 3.3.3. Declividade

As duas classes de declividade de 30-45 e > 45%, somadas representaram 56% da área total (Figura I-12), mostrando que a maior parte da bacia possui inclinações elevadas.



**Figura I-12:** Classes de declividade consideradas para a bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo-RJ.

Os declives acentuados podem dificultar o acesso aos fragmentos florestais, favorecendo a permanência das matas nestes locais. Segundo INEA (2009), “fatores tais

*como vertentes escarpadas e altitudes elevadas, condicionam a difícil acessibilidade e a baixa ocupação da região do PETP, constituindo um fator positivo para a preservação de sua cobertura floresta”.*

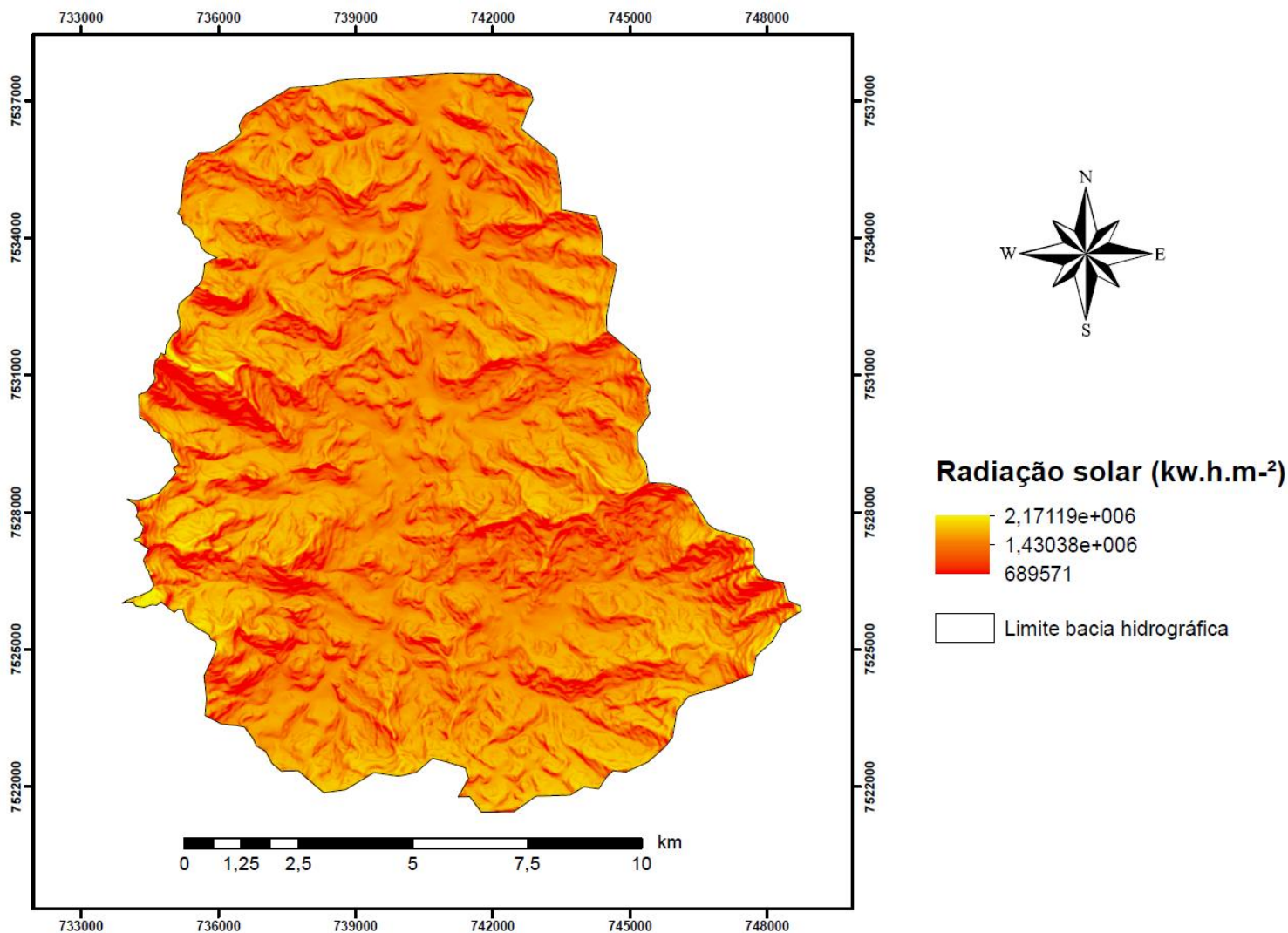
A maior parte dos fragmentos florestais (78%) apresentou média de declividade nas classes de 15-45%. Os fragmentos com declividade média > 45% considerados por lei como Área de Preservação Permanente (APP) somaram 433.2 ha ou 5.27% do total de floresta. No Himalaya, a declividade das encostas é o fator mais importante na determinação do uso e cobertura do solo, onde a maioria dos fragmentos florestais e seus distintos níveis de perturbação foram encontrados nas declividades entre 15 e 30°. Foi detectado que a agricultura e o pastoreio pelo gado quando realizado nas encostas, causa maior degradação das florestas. As encostas com declividade maior que 45° apresentam sérios problemas de erosão do solo requerendo técnicas de engenharia e conservação por meio da vegetação (NANDY et al., 2011).

### **3.3.4. Radiação solar**

Em função do movimento aparente do sol ao redor da esfera terrestre, nosso planeta recebe quantidades distintas de radiação solar nos seus hemisférios e respectivas vertentes. No hemisfério sul as vertentes voltadas para o norte recebem maior quantidade de radiação solar, quando comparada às vertentes com orientação sul (SILVA e OLIVEIRA, 2004). Para a bacia hidrográfica analisada não foi diferente onde as vertentes voltadas para os quadrantes NO e NE são as que apresentam maiores valores de radiação global anual (Figura I-13).

Os fragmentos florestais apresentaram preferência em 89,4% dos casos por níveis médios de radiação. Os fragmentos localizados em regiões que recebem alta incidência de radiação representaram apenas 3,1% da área total de fragmentos e 3,8 ha de área média. A quantidade de fragmentos pequenos (< 10 ha) na classe alta de radiação reflete a dificuldade de expansão dos fragmentos em condições de pouca umidade, devido à preferência destas encostas para a prática de atividades agrícolas. Nas vertentes opostas, a natureza tende a suplantar as ações antrópicas de "limpeza do pasto" prevalecendo a cobertura florestal em diferentes níveis de regeneração, mostrando uma tendência de resiliência nestas encostas.

Os fragmentos encontrados nas regiões de baixa insolação apresentaram área média de 31,1 ha. A radiação solar influencia diretamente nos balanços energéticos e hídricos da superfície terrestre, afetando processos como aquecimento do solo e do ar, evapotranspiração, fotossíntese e regime de vento (FU e RICH, 2002).



**Figura I-13:** Radiação solar global (média anual) incidente (Kw.H.m<sup>-2</sup>) na bacia hidrográfica do alto rio Grande, Nova Friburgo-RJ.

KIDRON (2005) detectou que a duração dos eventos de orvalho nas vertentes sombreadas aumenta o tempo de exposição à umidade em 72%. Este efeito pode potencializar os processos de IH onde os locais sombreados terão maior disponibilidade de água na atmosfera e sofrerão menos com a perda por evaporação.

Além de afetar o balanço hídrico, a radiação solar pode influenciar os processos regenerativos da Mata Atlântica, conferindo níveis de resiliência distintos à paisagem. Corrêa (2008) verificou maiores áreas de fragmento em processo de regeneração espontânea nas vertentes voltadas para o sul, sudeste e sudoeste, que coincidem com as áreas de menor incidência de radiação solar. Segundo Bochner (2011) as vertentes voltadas para leste recebem a insolação de forma direta pela manhã, período em que as temperaturas são amenas, enquanto as vertentes direcionadas para a direção oeste recebem a radiação solar direta durante o período da tarde, momento em que a temperatura é elevada.

A declividade também afeta a quantidade de radiação que incide na encosta, onde, em regiões declivosas a insolação recebida interfere na temperatura local mais que em regiões



planas. No Monte St. Hilarie, em Quebec, foi detectado diferença entre vertentes norte e sul na temperatura do ar de 5 °C na primavera e 1,8 °C no verão, (WILSON, 1970). Quanto maior a incidência solar, menor a umidade relativa do ar e do solo e maior a transpiração e evaporação causando variações microclimáticas (FU e RICH, 2002). Estas variações acabam direcionando o uso do solo de acordo com características das vertentes propiciando a agricultura ou a regeneração de florestas.

#### **4. CONCLUSÕES**

O fator distância do divisor não explicou a presença/tamanho dos fragmentos florestais, pois, na maior distância (T3) os fragmentos encontrados são maiores do que os da distância intermediária (T2). O fato de a T2 ter apresentado a maior quantidade de fragmentos e os de menor tamanho, indica que a presença de fragmentos menores que 10 ha estão mais relacionados à radiação solar das vertentes e à ocupação urbana da bacia do que com a distância do interflúvio, já que os fragmentos pequenos coincidem com as áreas mais antropizadas. No geral, a combinação de fatores ambientais que favoreceu a presença de fragmentos florestais foi: altitude de 1200-1500 m.s.n.m.; orientação sudeste e sudoeste; declividade entre 15-45%; níveis médios de radiação solar. A ocorrência de 98% dos fragmentos nas vertentes sudeste e sudoeste indicam que dentre os fatores ambientais avaliados, a orientação das encostas foi o que mais influenciou no tipo de cobertura vegetal da bacia. A orientação pode ter relação direta com as taxas de interceptação horizontal/vertical por estas vertentes, pois recebem os nevoeiros/chuvas frontalmente proporcionando mais umidade para a manutenção dos fragmentos florestais, além de menor evapotranspiração.

## **CAPÍTULO II – INTERCEPTAÇÃO HORIZONTAL**

## RESUMO

A interceptação horizontal (IH) é uma das variáveis do balanço hídrico em microbacias. Ela ocorre em ambientes com alta intensidade de nevoeiros, elevados níveis de saturação atmosférica e onde os ventos úmidos possuem sentidos preferenciais de escoamento, principalmente nos corredores de umidade das bacias aéreas. Ela pode influenciar a precipitação pluviométrica, principalmente nos períodos de estiagens, quando a precipitação oculta pode adquirir sua máxima expressão. A IH foi medida por coletores de umidade confeccionados com de *Sphagnum* sp. desidratado, expostos em vertentes sul (VS- barlavento) e norte (VN- sotavento), em três morros (distâncias de 1.6, 2.4 e 4.3 km do interflúvio) localizados no vale condutor da bacia aérea a jusante da zona do interflúvio. Foram feitas leituras diárias de 10 coletores por ponto (1,5 m acima do solo), em área aberta (10 m da borda da mata), durante 10 dias secos em agosto de 2010. As interações foram testada pelo ANOVA Two-way. A IH foi de 4,7 ml.kg massa seca<sup>-1</sup>, média diária de água interceptada 0,67 ml.kg massa seca<sup>-1</sup>. A VS interceptou 74,7 % mais umidade que a VN. As médias diárias de IH foram: VS (0.015 ml.kg massa seca<sup>-1</sup>) e VN (0.009 ml.kg massa seca<sup>-1</sup>). O volume máximo interceptado foi quatro vezes maior, sendo: VS (0.087 ml.kg massa seca<sup>-1</sup>) e VN (0.022 ml.kg massa seca<sup>-1</sup>). Conclui-se que a IH pode ser uma importante fonte de umidade para os ecossistemas de montanha, principalmente nas épocas sem chuvas, podendo ser utilizada como ferramenta de gestão ambiental contribuindo para manter a perenidade e qualidade dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Chuva oculta, Floresta Montana, zonas de recarga.

## ABSTRACT

The horizontal interception (IH) is one of the variables of the water balance in watersheds. It occurs on environments with high intensity fog and high levels of atmospheric saturation, where the humid winds have preferred directions of flow, especially in the halls of damp air basins. It can influence rainfall, especially during periods of drought, when precipitation hides can acquire its maximum expression. IH was measured by cylindrical collectors (2.3 cm<sup>2</sup>) made with dried *Sphagnum* sp., exposed on south slopes (VS-windward) and north slopes (VN- leeward) on 3 hills (distant 1.6, 2.4 and 4.3 km from interfluve) located at the valley downstream from interfluve. The data was taken daily from 10 collectors/point (1.5 m high from soil surface), on a open area (10 m away from forest border), during 10 dry days on August 2010. Interaction between slopes and distances where tested by ANOVA-two way, using Statistica 7. The total of IH along the experiment was 4.7 ml.kg dry mass<sup>-1</sup> and mean of 0.67 ml.kg dry mass<sup>-1</sup>.day<sup>-1</sup>. The VS intercepted 74.7 % more humidity than VN. The daily means were: VS (0.015 ml.kg dry mass<sup>-1</sup>) and (VN 0.009 ml.kg dry mass<sup>-1</sup>). The maximum volume intercepted was four times higher for VS (0.087 ml.kg dry mass<sup>-1</sup>) than on VN (0.022 ml.kg dry mass<sup>-1</sup>). The conclusion is that IH can be an important humidity source for mountainous ecosystem, especially on dry season, when it can be used as environment management tools helping to maintain the continuity and quality of water resource.

**Key-words:** Occult precipitation, Montana forest, environment indicators, watershed recharge.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas regiões montanhosas ou costeiras, os nevoeiros são frequentes e interferem: nos componentes hidrológicos dos ecossistemas (INGRAHAM e MATTHEWS, 1988), na dinâmica de nutrientes (WEATHERS e LIKENS, 1997), na distribuição de espécies vegetais (KEERFOT, 1968; KAPPELLE, 2004) e na dispersão/precipitação de poluentes (EAGER e ADAMS, 1992). Nas florestas tropicais Montana, as epífitas vêm sendo estudadas como um componente importante na interceptação tanto de chuvas e quanto da umidade atmosférica proveniente dos nevoeiros, elevando o potencial de armazenamento de água das copas (KNOLL e SCHREIBER, 2000) podendo prestar um importante serviço ambiental hidrológico.

A interceptação horizontal (IH) ocorre quando o nevoeiro encontra uma obstrução física natural (vegetação) ou artificial (construções, cercas, etc...). Na natureza as folhas interceptam a água atmosférica, acumulam gotículas até sua saturação, iniciando o gotejamento para o solo. A precipitação causada pela IH denominasse precipitação interna/chuva oculta (FERREIRA et al., 2005; GABRIEL e JAUZE, 2008) e representa um ingresso não formalmente computado de água para os balanços hídricos das bacias hidrográficas.

O percentual de chuva retida nas copas, denominado Interceptação Vertical (IV) evapora para a atmosfera em ambientes secos e constitui perdas de umidade no balanço hídrico da microbacia. Este mesmo percentual de chuva retido nas copas, em ambientes saturados, se abastece da interceptação horizontal (IH), que ocorre também em condições de ausência de chuvas pluviométricas e se constitui em um ganho de umidade. No balanço hídrico, o aporte de água proveniente da IH transformada em chuva oculta, não são contabilizados pelas redes de postos pluviométricos das bacias hidrográficas, que geralmente são alocadas em áreas abertas e fora da floresta.

O aporte de água proporcionado pela IH nas encostas pode abastecer os aquíferos (HOLLERMANN, 1981; ASCHAN et al., 1994; SCHOLL et al., 2002) e interferir diretamente na quantidade e qualidade da água armazenada na várzea e liberada para a calha dos rios nas épocas de seca. Nas Ilhas Canárias, por exemplo, o volume de água interceptada que contribuiu com a recarga dos aquíferos foi de  $520 \pm 102,3 \text{ mm.ano}^{-1}$  (GARCIA-SANTOS et al., 2004).

Nas florestas úmidas tropicais a contribuição da chuva oculta pode variar entre 5-20% do valor de chuva pluviométrica (BRUIJNZEEL e PROCTOR, 1995), constituindo aportes superiores a 1.000 mm de chuva por ano (STADTMÜLLER e AGUDELO, 1990). A IH nas Florestas Montana Tropicais pouco afetadas pelos nevoeiros remontam entre 20 a 35% da precipitação (BRUIJNZEEL, 2001). Nas florestas ricas em epífitas a chuva proporcionada pela IH (chuva oculta) variam entre 37 a 45% do total precipitado (CAVALIER et al., 1997; ATAROFF e RADA, 2000; WILCKE et al., 2001).

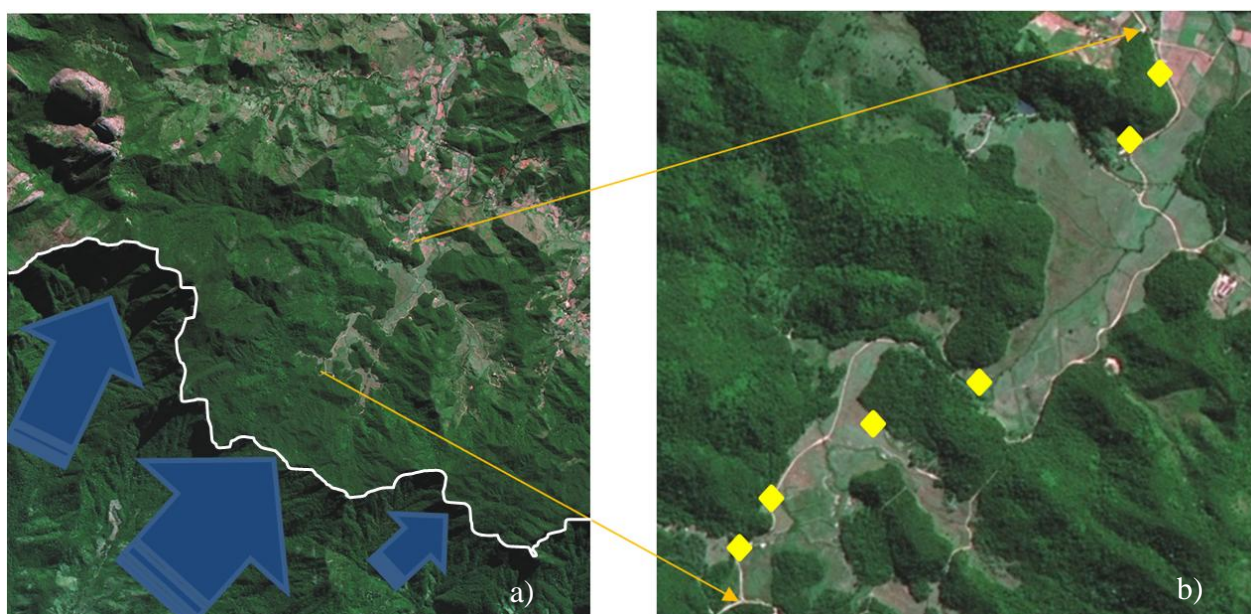
Na África do Sul a chuva oculta é responsável por 90% da precipitação total, sendo os 10% restantes complementados pela precipitação pluviométrica (cerca de 250 mm) (OLIVIER e RAUTENBACH, 2002). Ela é utilizada como fonte de abastecimento humano (água potável) em região de escassez de água no Oeste da África, atingindo média 10 litros per capita/dia (OLIVIER e RAUTENBACH, 2002; SHANYENGANA et al., 2002). Nas florestas da Costa Rica, onde os efeitos orográficos são marcados pelas condições de relevo e geológicas peculiares, a IH diária alcança 15% da média de precipitação (EUGSTER et al., 2006).

Na região de Nova Friburgo-RJ, os nevoeiros que chegam do Oceano ainda apresentam altas concentrações de umidade, podendo afetar de forma distinta os níveis de IH nas áreas de cabeceira das bacias. A área selecionada para realizar o estudo recebe nevoeiros com alta frequência ao longo do ano e os eventos são duradouros e podem ocorrer a qualquer hora do dia, embora mais frequentes pela manhã. A hipótese do presente estudo assume que o posicionamento das encostas (Barlavento e Sotavento) influencia a IH e consequentemente a chuva oculta. O objetivo deste capítulo foi quantificar a interceptação horizontal (IH) em vertentes sul (VS) e norte (VN) no corredor de maior concentração de umidade da bacia aérea em três diferentes distâncias do divisor.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Localização dos pontos de coleta

Os pontos de amostragem foram posicionados de modo a registrar a oferta de umidade em diferentes distâncias e condições (barlavento/sotavento) em relação ao interflúvio da Serra do Mar. Em cada distância, representada por três morros a 1,6; 2,4 e 4,3 km do interflúvio da bacia aérea foram alocados pontos de amostragem nas situações de exposição frontal (VS) e de sombra de umidade (VN) (Figura II-1).



**Figura II-1:** Bacia aérea com: (a) entrada de ventos úmidos (setas azuis) desde o interflúvio (linha branca) e b) locais de amostragem de interceptação horizontal (losangos amarelos) no centro do corredor a 1,6; 2,4 e 4,3 km do interflúvio da Serra do Mar-RJ.

### 2.2. Escolha do material

A avaliação da oferta de umidade proveniente da IH entre as encostas sul e norte foi feita a partir da quantificação do volume de água retida em musgo do gênero *Sphagnum* spp. Este musgo é muito utilizado como substrato para plantas carnívoras e ornamentação sendo facilmente encontrado no mercado (RANCURA et al., 2010). Este gênero de musgo caracteriza-se por uma alta capacidade de retenção de umidade de até 20 vezes seu peso seco (RIELEY & PAGE, 1990). Para homogeneizar as amostras, o *Sphagnum* adquirido foi submetido a uma pré-secagem em estufa a 60° C por um período de 12 h.

As amostras ao saírem da estufa foram armazenadas em sacos de papel e acomodadas em bolsa térmica até instalação em campo. As amostras foram instaladas entre 7:00 h e 7:30 h da manhã, onde permaneceram por 24 h, quando eram substituídas por novas amostras secas. Cada amostra recolhida foi acondicionada em sacos plásticos pré-pesados e levada para laboratório para obtenção da massa úmida. Foram instaladas 600 amostras, 300 para VN e 300 para VS ao longo de 10 dias.

### 2.3. Montagem dos coletores

Para montagem dos coletores de umidade o *Sphagnum* spp. desidratado foi separado em porções de 1 g, pesadas em balança de precisão (0,001g) (modelo MARK 500, Classe II - BEL equipment), moldado em forma plástica rígida com área de exposição (2,3 cm<sup>2</sup>) e espessura de 1 cm. Cada coletor foi amarrado com 30 cm de linha 10, identificado com etiqueta contendo o número da repetição (Figura II-2). Como o *Sphagnum* ao ser exposto ao tempo hidrata-se facilmente, modificando a superfície dos coletores, optou-se por apresentar e discutir os dados em ml.kg massa seca<sup>-1</sup>, comparando a massa seca inicial conhecida (g) com a final medida. Os dados foram extrapolados para kg de massa seca, conforme proposto por Mulligan et al. (2010) para estudo da IH por musgos em florestas da Colômbia.



**Figura II-2:** Metodologia para confecção dos interceptadores de umidade onde: a) e b) pré-pesagem do *Sphagnum* seco; c) *Sphagnum* prensado na forma rígida; d) amarração de amostra; e) e f) interceptadores prontos para alocação no campo.

### 2.4. Amostragem e análises estatísticas

Foram instalados 10 repetições/dia em cada ponto de amostragem, totalizando 60 amostras/dia (30 na VS e 30 na VN). As amostras foram instaladas com uma distância de 0,2

m entre si e 1,5 m do solo, em local aberto, a 10 m da borda da mata (Figura II-3). A instalação das amostras em local aberto homogenizou as influências de barreiras naturais.



**Figura II-3:** Interceptadores de nevoeiro disposto em campo para medir retenção de umidade atmosférica durante 24h, Nova Friburgo - RJ.

O período do inverno foi escolhido por apresentar baixa precipitação pluviométrica e maior demanda hídrica na bacia, dado à intensa agricultura de elevado rendimento praticada nas áreas baixas da bacia hidrográfica. Os nevoeiros no inverno são os principais elementos pluviométricos abastecedores de água, e potencial elemento de IH que pode gerar chuva oculta (não mensurável nos pluviômetros da rede oficial). A amostragem foi realizada em agosto 2010, na época de menor precipitação, durante 10 dias consecutivos (31/07/2010 a 09/08/2010).

A umidade retida foi determinada seguindo a equação II-1.

$$UR = \frac{(MU-MS)*100}{MS} \quad \text{(II-1)}$$

**Onde:**

UR = Umidade Retida (%)

MU = Massa Úmida (g)

MS = Massa Seca (g).

A avaliação da interação entre os efeitos da distância do divisor topográfico na umidade interceptada em cada vertente (VN e VS) foi feita pelo teste ANOVA-two way. Para



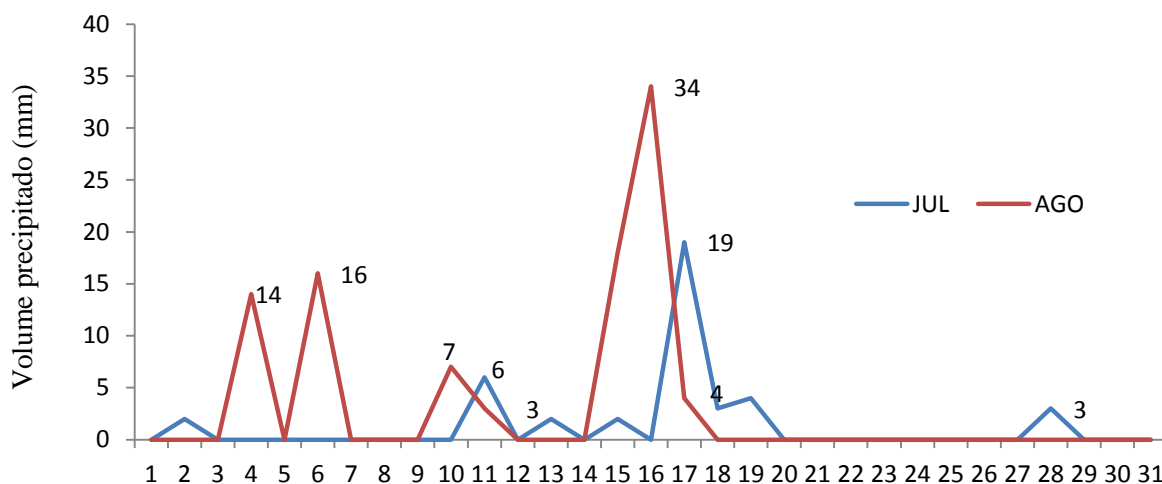
a avaliação do efeito isolado das distâncias (M1, M2 e M3) e das vertentes (VN e VS) os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ) no programa GraphPad Prism 5.0.

## 2.5. Dados de precipitação

Foram utilizados dados de precipitação da Fazenda Campestre, cujo pluviômetro está disposto a 1,5 m de altura, a 4,3 km do divisor da serra, no centro do corredor de umidade (S-II). Para a obtenção da média de precipitação para a área de estudo foram utilizados os dados pluviométricos dos últimos cinco anos coletados.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de precipitação pluviométrica dos dias de amostragem da IH foram importantes para excluir os dias em que ocorreu a precipitação vertical, já que o objetivo foi avaliar a umidade na ausência de chuva. Dentre os dias avaliados (31/07 e 09/08/2010) em três (04, 06 e 10 de agosto) ocorreu precipitação (Figura II-4) totalizando 14, 16 e 7 mm respectivamente. As amostras coletadas nestes dias foram excluídas das análises de IH.



**Figura II-4:** Precipitação nos meses de julho e agosto de 2010, medida em pluviômetro localizado a 4,3 km do divisor da Serra do Mar na Fazenda Campestre, Nova Friburgo, RJ.

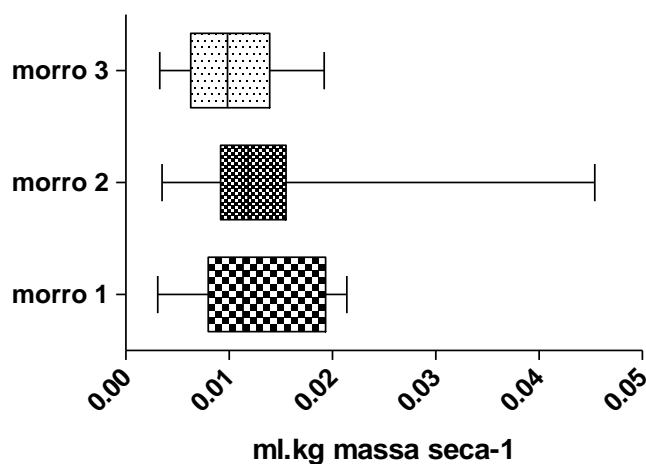
Na semana que precedeu o experimento (20/07 a 27/07) não houve precipitação, ocorrendo apenas 3 mm no dia 28, seguido de mais dois dias sem chuva até o início do experimento. Este volume precipitado propiciou maior quantidade de água disponível na atmosfera para os processos de condensação, nos dias subsequentes à chuva. Um dos principais fatores para deposição dos nevoeiros nos sítios é a quantidade de água na forma líquida contida nas parcelas de ar que o formam (WALMSLEY e SCHEMENAUER, 1996).

A soma dos valores de interceptação horizontal (IH) pelos musgos foi de 4,69 ml.kg massa seca<sup>-1</sup>, correspondendo a 6,23 % da média mensal precipitada no mês de Agosto na cabeceira do rio Grande. Os resultados foram obtidos a 1,5 m do solo, em ambiente de várzea, com franca circulação dos ventos úmidos. Provavelmente nas partes altas das copas, com maior superfície de contato, a IH deve ser ainda maior. Segundo Walmsley e Schemenauer (1996) a captura de nevoeiro das copas depende, além de outros fatores, da eficiência de coleta no topo das árvores (arquitetura das copas) e tipo de folhas (SANTOS, 2011<sup>a</sup>).

Considerando que estes valores foram coletados em dias sem chuva, a IH pode representar um aporte considerável de umidade não contabilizado nos estudos de balanço hídrico de microbacias, principalmente nos de alta montanha. Os efeitos da IH são relevantes nas épocas sem chuva, quando aumenta a demanda por água. Na Guatemala, a contribuição da precipitação oculta na época seca foi de 19% (HOLDER, 2006). Nas Ilhas Canárias, o volume interceptado horizontalmente pela vegetação é similar aos volumes médios de precipitação pluviométrica nos locais com nevoeiros contribuindo com  $131 \text{ L.mês}^{-1}$  de aporte de água no balanço hidrico, sendo uma importante fonte de água para este ecossistema, principalmente na seca (GARCIA-SANTOS, 2004).

Nas bacias hidrográficas existem regiões ou setores que se apresentam mais expostos aos nevoeiros e susceptíveis a IH. O fluxo de ar úmido vindo dos oceanos, em direção às serras costeiras pode ser o principal atributo ambiental que determina o tipo e distribuição das florestas tropicais nestas áreas (GRUBB e WITHMORE, 1966). Assim como a precipitação tende a se reduzir com o afastamento do litoral (VALERIANO e PICINI, 2003; SOARES et al., 2005a), a umidade atmosférica das regiões próximas aos divisores das serras costeiras tendem a ser maior, reduzindo conforme se afasta a sotavento.

Em ambas as vertenes, as maiores distâncias tiveram menores valores médios de IH, indicando que a distância do interflúvio influencia na retenção de umidade, assim como ela tende a ser menos disponível com o afastamento do interflúvio. Este efeito foi observado em apenas 5 km do divisor, em zona de máxima saturação atmosférica. Considerando a distância de 75 km até a calha do rio Paraíba do Sul, este efeito deve ser potencializado. A comprovação deste efeito evidencia a importância das áreas de cabeceira das bacias serranas para manutenção da perenidade dos rios no inverno. A comparação da umidade interceptada nas diferentes distâncias (morros) indicou que o M1 e M2 foram diferentes estatisticamente do M3 ( $p < 0,001$ ) e entre M1 e M2, não houve diferença significativa (Figura II-5)

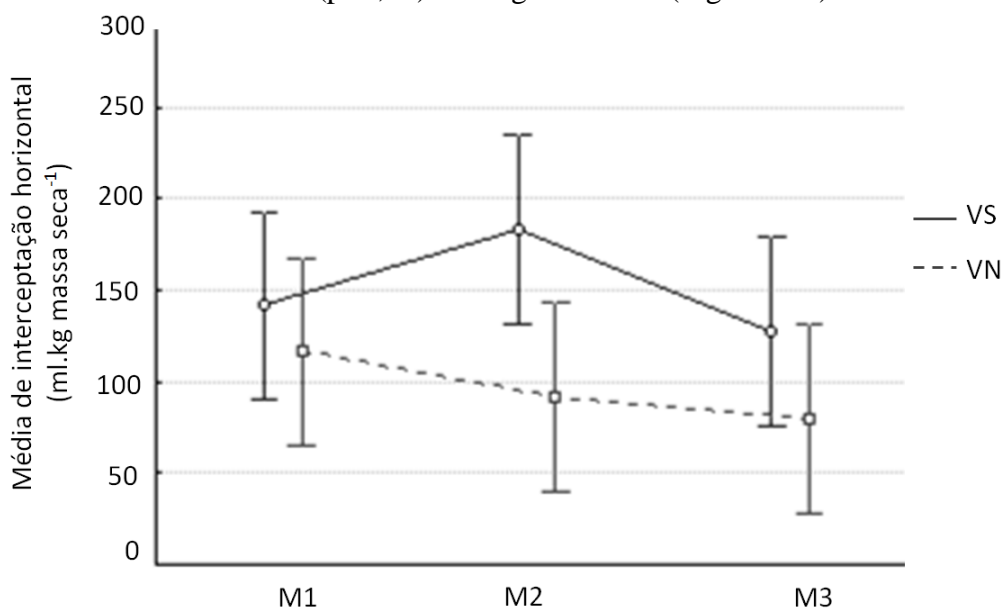


**Figura II-5:** Volume interceptado horizontalmente em três distâncias com relação ao interflúvio da Serra do Mar, RJ. Onde: (M1) morro 1 = 1,6 km; (M2) morro 2 = 2,4 km; (M3) morro 3 = 4,3 km.

O alto desvio padrão no M2 teve relação direta com os dias de nevoeiros muito fortes e intensos, o M2 se destacou dos demais devido ao seu posicionamento na parte central do corredor de umidade, com uma grande área de várzea a montante dos coletores de IH, formadas pelo alargamento do corredor neste ponto. A obstrução de vento à montante do morro 2 mais próxima está a cerca de 1,2 km, permitindo a interceptação direta de nevoeiros, que se acumulam no centro do corredor vindos do divisor da serra.

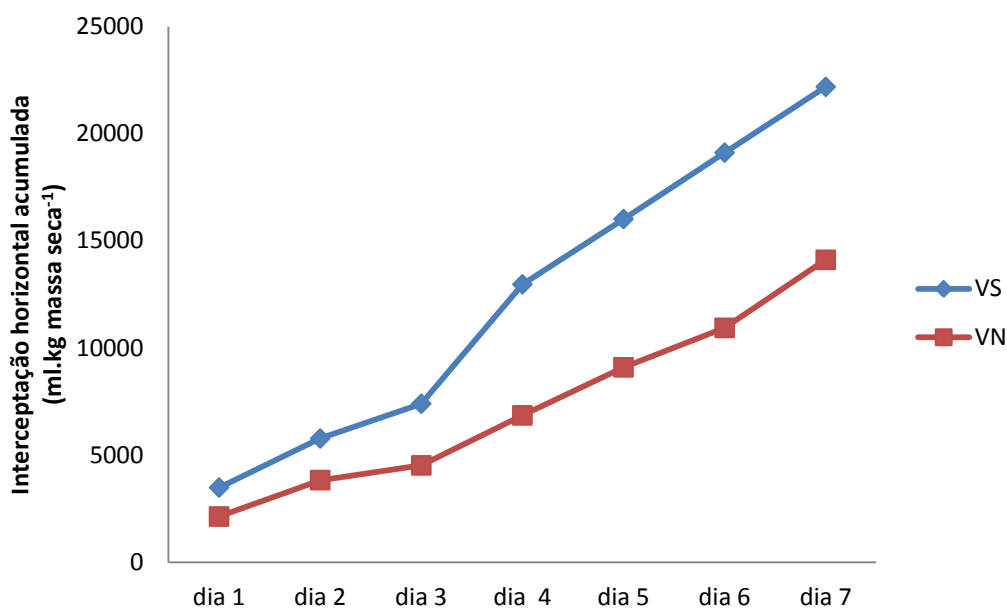
A variação no volume de água interceptada horizontalmente em cada morro ao longo dos dias apresentam diferenças que refletem a variação no comportamento dos nevoeiros em relação à direção e velocidade dos ventos, tipos de processos (vale, encosta, advectivo) (EUGSTER, 2008), local de formação (próximo à superfície) (TUBELIS e NASCIMENTO, 1980), mecanismos físicos de formação ligados à temperatura e nível de saturação do ar (OLIVEIRA, 1998).

Quando analisados a interação entre vertentes e distâncias se observou que o fator vertente foi o que apresentou diferença significativa ( $p=0,01$ ), sendo o fator morro ( $p=0,38$ ) e a interação entre morro e vertente ( $p=0,41$ ) não significativas (Figura II-6).



**Figura II-6:** Resultados da interação (ANOVA-two way;  $P<0,05$ ) entre vertentes sul (VS) e norte (VN) e as distâncias dos morros (M) 1, 2 e 3.

O fator vertente teve influência nos três morros, onde a VS interceptou mais umidade, porém, o morro 2 teve menos influência orográfica. O desvio padrão elevado se deve ao volume interceptado no dia 4, onde a VS interceptou 3.180,0 ml.kg massa seca<sup>-1</sup>, enquanto que a VN interceptou 806,0 ml.kg massa seca<sup>-1</sup> produto de um intenso nevoeiro na região. As vertentes VS apresentaram maior aptidão para a IH independente dos morros. A IH acumulada foi 36,4% maior a barlavento (VS) com 22.185 ml.kg massa seca<sup>-1</sup> do que a sotavento (VN) com 14.114 ml.kg massa seca<sup>-1</sup> (Figura II-7).



**Figura II-7:** Média acumulada de água proveniente da interceptação horizontal em coletores confeccionados de *Sphagnum sp.*, nas vertentes sul (VS) e norte (VN), ao longo dos dias de amostragem em Nova Friburgo-RJ.

O valor diário máximo interceptado para a vertente VS ( $870 \text{ ml.kg massa seca}^{-1}$ ) foi 74,7% maior que o da VN ( $220 \text{ ml.kg massa seca}^{-1}$ ). A média diária de IH foi maior na VS do que na VN ( $150$  e  $90 \text{ ml.kg massa seca}^{-1}$ ) respectivamente, representando aporte extra de umidade. Na Ilha da Madeira, em Portugal, a precipitação de nevoeiro (chuva oculta) sob a vegetação arbustivo-arbórea foi 59% maior em vertente barlavento em relação a sotavento (PRADA e SILVA, 2001).

Na VN, as médias de IH decresceram com o aumento da distância, com valores respectivos em  $\text{ml.kg massa seca}^{-1}$  de: VN1 (110), VN2 (90) e VN3 (70), enquanto que a VS não seguiu o mesmo comportamento com valores de IH médios de VS1 (130), VS2 (180) e VS3 (120), onde o morro 2 teve resultados destacados no dia 4, que elevou a média acumulada na VS.

A diferença entre os volumes totais interceptados nas vertentes de cada morro foi crescente com o distanciamento do divisor. A menor distância (M1) apresentou menor diferença onde VS interceptou  $160 \text{ ml.kg massa seca}^{-1}$  a mais que sua respectiva VN. Nos M2 e M3 as diferenças foram 640 e 330  $\text{ml.kg massa seca}^{-1}$  respectivamente, entre as vertentes VS e VN. Quanto menor a diferença, mais “igualada” é a taxa de IH entre as vertentes, propiciando microclimas similares. A maior diferença encontrada entre as vertentes do morro 2 evidencia a maior aptidão para a IH das VS, localizadas em pontos estratégicos em termos de recepção/interceptação de nevoeiros.

Os resultados evidenciam que a IH contribui de forma distinta para o aporte de umidade em cada exposição de vertente e que determinados setores da bacia hidrográfica podem contribuir consideravelmente com o seu balanço hídrico. O ângulo de incidência dos ventos nas encostas é fator diferencial no aporte de umidade proveniente da chuva oculta, onde vertentes a barlavento são mais úmidas (PRADA e SILVA, 2001; BARBOZA, 2007).

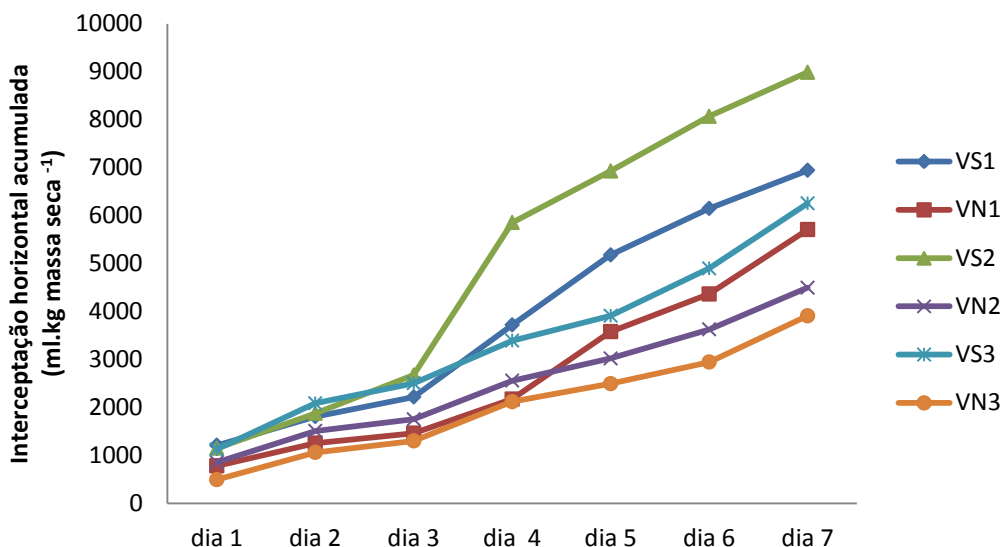
Nas regiões de montanha onde a ocorrência de nevoeiros é frequente e representa fonte alternativa de umidade durante a estação seca (BRUIJNZEEL, 2000; OLIVIER e

RAUTENBACH, 2002) a incidência frontal dos nevoeiros pode se tornar um diferencial de resiliência para os ecossistemas. No Peru foi comprovada a relação dos eventos mais intensos de nevoeiro e a rebrota da vegetação (KEEL, 1987). Em ambientes onde a disponibilidade de água é alta como no interflúvio da Serra do Mar, este efeito pode ser ainda mais intenso apesar de ainda pouco estudado, onde praticamente não se encontram resultados publicados sobre o assunto na região costeira Atlântica.

Nestes ambientes de alta umidade, as espécies epífitas podem auxiliar na absorção da umidade proveniente da IH, aumentando localmente os teores de umidade relativa no interior das florestas, contribuindo para o aumento da resiliência. Em uma floresta nebulosa da Colômbia, as briófitas epífitas apresentam capacidade de armazenamento de água de três a cinco vezes maiores que sua biomassa seca (VENEKLAAS et al., 1990).

A capacidade de absorção de água das epífitas pode ser duas vezes e meia maior do que sua biomassa seca e quando expostas a nevoeiros consecutivos absorvem em média 133% de seu peso seco e com 180% iniciam o gotejamento típico de chuva oculta (TOBÓN et al., 2010). Holwerda et al. (2010) utilizando coletores de neblina artificiais, observaram que o início da chuva oculta se dava em média 5 horas após o início dos eventos de nevoeiro. Os resultados deste estudo indicam que o fator vertente pode favorecer a IH, reduzindo o tempo necessário para o início da chuva oculta nas VS.

Quando consideramos o volume acumulado de IH ao longo dos dias, obteve-se que a VS interceptou mais umidade que a VN em todas as distâncias (Figura II-8).



**Figura II-8:** Média diária acumulada de água interceptada horizontalmente nas vertentes sul (VS) e norte (VN) em três distâncias (1, 2 e 3) do interflúvio da Serra do Mar, RJ.

A maior distância em relação ao divisor foi a que menos interceptou umidade em ambas as vertentes com volumes acumulados de (6.254,7 ml.kg massa seca<sup>-1</sup> na VS3 e 3.910,1 na VN3), que correspondem respectivamente a 69% e 43% do volume máximo acumulado (VS2). Um dos fatores que favoreceu a interceptação no ponto VS2 pode ter sido a intensidade mais forte dos ventos, devido haver mais pastagens que florestas. Este fator influi na rugosidade do terreno (BONAN e GORDON, 2002) e no deslocamento dos nevoeiros. O ponto VS2 recebeu maior intensidade de nevoeiros e, portanto armazenou mais água ao longo do experimento.

Aspectos como velocidade e turbulência dos ventos influem na quantidade de água interceptada (CLARK et al., 1997) e pode ter sido o principal responsável pelas variações do volume interceptado ao longo do experimento, já que ao longo dos dias de amostragem as condições de vento e umidade variaram afetando a duração e intensidade dos nevoeiros. Em Florestas Montana da Costa Rica, os ventos  $> 2 \text{ m.s}^{-1}$  aumentaram a quantidade de água interceptada (CLARK et al., 1997). Segundo Schmenauer e Cereceda (1994) quanto maior a velocidade do vento e o tamanho da gota, maior a eficiência de coleta. Segundo Walmsley e Schemenauer (1996) a quantidade de nevoeiro depositada nos sítios depende basicamente de cinco fatores: da estrutura da copa, velocidade horizontal do vento, a eficiência de coleta dos topos de árvore, ao conteúdo de água presente no nevoeiro e a frequência do mesmo de acordo com a variação de altitude.

Os dados deste estudo permitiram confirmar o efeito diferenciado da umidade com relação às vertentes, mostrando que as vertentes localizadas a barlavento apresentam maior potencial para transformar a IH em chuva oculta e contribuir com a recarga dos aquíferos. Nas décadas recentes, em países onde há falta de água, se tem enfatizado a importância hidrológica da deposição de nevoeiro como uma fonte de água para os fluxos de base nas épocas secas, principalmente em regiões de cabeceiras de florestas nebulares (ZADROGA, 1981; BRUIJNZEEL, 2001; GARCIA-SANTOS et al., 2004).

Acredita-se que a maior IH nas vertentes a barlavento possam induzir as plantas a modificações morfoestruturais que facilitem a captação da umidade atmosférica proveniente dos nevoeiros e induzam a chuva oculta. Ao identificar nas bacias, as vertentes localizadas em condições favoráveis a IH, podemos aumentar as taxas de IH e chuva oculta gerando maior aporte de umidade para a bacia hidrográfica.

#### **4. CONCLUSÕES**

As vertentes com orientação das encostas voltadas para o sul apresentaram valor máximo interceptado 74,7 % maior que o da vertente norte, em corredor de umidade situado em partes altas da cordilheira da Serra do Mar. Tanto os valores máximos interceptados quanto as médias de IH foram maiores nas vertentes sul, indicando que as mesmas apresentam maior função hidrológica dentro das bacias hidrográficas. O afastamento do interflúvio representou menor IH nas maiores distâncias em ambas as vertentes (sul e norte), indicando que há uma perda de umidade dos nevoeiros conforme se interiorizam em direção ao rio Paraíba do Sul. A IH no período de estiagem representou ganho de umidade (em 10 dias) de 6% do valor total precipitado, representando aumento de resiliência para o ecossistema. Todos estes resultados materializam o relevante serviço ambiental prestado pelas florestas ao balanço hídrico de suas microbacias.

**CAPÍTULO III – COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS EM VERTENTES NORTE E SUL**

## RESUMO

A variação da composição florística entre ambientes similares pode indicar uma oferta de atributos ambientais distintas. Este estudo buscou avaliar a composição e similaridade de espécies arbóreas de Floresta Montana entre vertentes Sul (VS) e Norte (VN) na região a 5 km a sotavento da bacia área da Serra do Mar, pertencente a bacia hidrográfica do rio Grande. Foi utilizado o método de Ponto por Quadrante, amostrando 40 indivíduos por vertente, totalizando 480 árvores. Foram encontrados 116 espécies, 73 gêneros e 43 famílias, sendo a família Myrtaceae a mais abundante em espécies (16), seguida de Lauraceae (15) e Melastomataceae (9). A similaridade de espécies entre as vertentes foi de 40%, sendo 43 espécies comuns, 31 exclusivas da VS e 36 da VN. As espécies de maior Valor de Importância na VS foram *Euterpe edulis* (50,9), *Myrcia splendens* (20,4), *Alchornea triplinervia* (14,4), Na VN foram *E. edulis* (29,3), *A. triplinervia* (27,1) e *Guapira opposita* (18,3). Concluiu-se que a exposição das vertentes influenciou a composição, padrão de similaridade/exclusividade das espécies, indicando haver preferências ecológicas diversificadas entre vertentes.

**Palavras-chave:** Floresta Montana, similaridade de espécies, bio-indicador.



## ABSTRACT

Variation of the floristic composition on similar environment may indicate a range of different environmental attributes. The aim of this chapter was evaluate composition and similarity of arboreal species on six South and six north slopes, at the high watershed of *rio Grande*, at Montane Forest, between interfluve and the 5 km leeward. It was used the Point Quadrant method, surveying 40 trees on each slope totalizing 480 trees. It was found 116 species, 73 genera, and 43 families, where Myrtaceae was the most representative (16 species), followed by Lauraceae (15) and Melastomataceae (9). Species similarity between slopes was 40%, where 43 species were common, 31 exclusive from VS and 36 of VN. Specie with major importance value (VI) at VS was- *Euterpe edulis* (50,9), *Myrcia splendens* (20,4) e *Alchornea triplinervia* (14,4); and on VN – *E. edulis* (29,3), *A. triplinervia* (27,1) and *Guapira opposita* (18,3). Conclusions are that slopes orientations interfere on composition and similarity/exclusivity of species indicating ecological preferences on each slope.

**Key-words:** Montane Forest, arboreal vegetation, species similarity.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil abriga cerca de 9-10% da flora fanerogâmica do mundo, com cerca de 31.000 espécies da ordem Magnoliophyta (FORZZA et al., 2010). A Mata Atlântica é reconhecida como um bioma extremamente diverso e de alta prioridade para conservação ambiental (MYERS et al., 2000), sendo que se apresenta reduzido e fragmentado, onde os principais remanescentes florestais se encontram nas áreas elevadas da Serra do Mar (BERTONCELLO et al., 2011).

Uma das fisionomias características deste bioma é a Floresta Montana (VELOSO et al., 1991), que entre suas características formacionais, apresenta interação com nuvens, alta saturação atmosférica e baixo nível evapotranspirométrico (HAMILTON et al., 1995).

As florestas de altitude se encontram entre 500 e 1.500 m, localizadas em planaltos e encostas da Serra do Mar e da Mantiqueira (AB'SABER, 1992). Segundo Vogelmann (1973) a alta nebulosidade e incidência de nuvens é um dos fatores responsáveis pela manutenção das florestas Montana. O efeito da nebulosidade na vegetação pode gerar modificações estruturais nas comunidades vegetais. A transição das florestas Submontanas para as florestas Montanas ocorre principalmente pelo nível diferenciado de persistência das nuvens (GRUBB e WHITMORE, 1966 *apud* BRUIJNZEEL, 2000; GONZALES, 2000), que por sua vez, está relacionado à ocorrência de uma faixa de temperatura denominada linha crítica de temperatura, que determina a altitude de formação da base das nuvens. Acima desta linha há redução da temperatura e aumento no teor de água no solo (CAVELIER, 1995).

Os gradientes de transição causados pela heterogeneidade estrutural das montanhas geram adaptações morfoestruturais das plantas e endemismo, aumentando a diversidade de espécies e influenciando na distribuição espacial da vegetação (WRIGHT et al., 1997; HABER, 2000; WHEELWRIGHT, 2000; LACERDA, 2001).

Em ecossistemas considerados *hotspots* para fins conservacionistas, os nevoeiros são frequentes, evidenciando sua importância na manutenção da biodiversidade (KAPPELLE, 2004). Na costa da Califórnia, por exemplo, há dezenas de espécies endêmicas sensíveis à seca que habitam regiões com frequentes nevoeiros (FISCHER et al., 2009). Os ambientes de montanha possuem locais úmidos e propícios a ocorrência de pteridófitas, briófitas e líquens (MANDL et al., 2010).

A região da Serra do Mar apresenta o maior remanescente de floresta contínua no Estado do Rio de Janeiro, englobando as seguintes Unidades de Conservação: Parque Estadual dos Três Picos (PETP), Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal dos Três Picos, APA da Caledônia, Reserva Ecológica de Guapiaçu, Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) e a Estação Ecológica do Paraíso, APA Petrópolis, Reserva Biológica do Tinguá e Araras, aumentando a sua importância como corredor ecológico e refúgio para as espécies da fauna e da flora (INEA, 2009; SEABRA, 2009).

Estes remanescentes apresentam significado hidrológico para a vertente atlântica, abastecendo parcialmente as cidades litorâneas e, em especial as comunidades situadas na vertente direita da bacia do Rio Paraíba do Sul, onde se encontram cidades como Petrópolis, Teresópolis, Nova Friburgo dentre outras.

Nas regiões costeiras de serra a orientação apresenta um papel determinante na conformação de regiões resilientes, onde a disponibilidade de atributos ambientais aumenta a riqueza e garante a presença e sustentabilidade dos fragmentos florestais (MARQUES et al., 2004). Na Serra do Mar, a disposição longitudinal das estruturas geológicas nos topos da serra promove efeito orográfico diferenciado na conformação das chuvas, onde os índices

pluviométricos podem superar 3.000 mm na vertente Atlântica (barlavento) e 2.000 mm a sotavento (SANT'ANNA NETO, 2005). Associados aos índices pluviométricos há os efeitos das chuvas orográficas, que ensejam reduzida frequência, baixa intensidade, localização específica nas vertentes e duração média, influenciando de forma direta na escala micro-regional e afetando todas as bacias (região).

Nos ambientes a sotavento, predominam as pastagens, queimadas e paisagens que denotam menor umidade, observado pelas manifestações distintas de biodiversidade e tamanho dos fragmentos florestais (MIRANDA e OLIVEIRA, 1983; OLIVEIRA et al., 1995; MARCONDES, 1996; MARQUES et al., 2004). Na região de transição entre a vertente Atlântica e a do rio Paraíba do Sul estes efeitos embora sejam menos expressivos, também ocorrem. Os corredores de umidade formados pela entrada das bacias aéreas para sotavento da Serra do Mar são zonas importantes de captação e recarga dos aquíferos que determinam a perenidade dos mananciais do lado direito da bacia do rio Paraíba do Sul.

Este estudo tem como hipótese a existência de oferta diferenciada de umidade entre vertentes norte e sul capaz de interferir na sua composição florística das espécies arbóreas. O estudo e manejo das espécies arbóreas que tenham preferência ecológica pelas regiões de maior IH pode ser um elemento de planejamento capaz de favorecer a chuva oculta, por meio de características estruturais facilitadoras (pontas gotejadoras, serosidade, área foliar, posição no dossel, dentre outras) aumentando a disponibilidade de água nas bacias hidrográficas e contribuindo para perenização dos recursos hídricos.

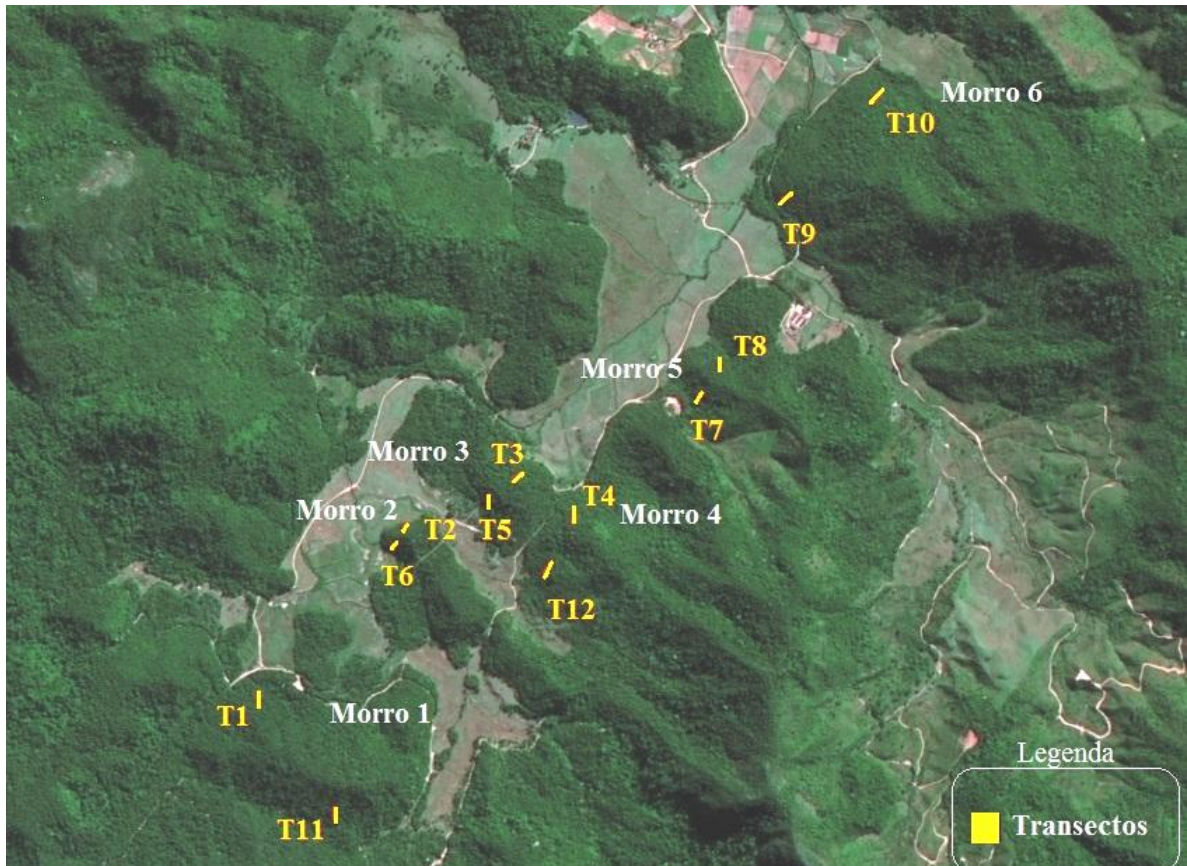
Este capítulo objetivou comparar a similaridade/exclusividade de espécies predominantes da comunidade arbórea nas vertentes com exposição Sul (barlavento) e Norte (sotavento) na região central do corredor de umidade de uma bacia a sotavento da Serra do Mar, Nova Friburgo, RJ.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Seleção das áreas de amostragem**

A determinação das principais regiões de entrada dos ventos úmidos (capítulo I) serviu para identificar as áreas com maior potencial de IH, dispondo nestes locais as áreas de amostragem da IH (capítulo II) e da vegetação (capítulos III e IV), para captar ao máximo os efeitos da umidade. As parcelas de amostragem foram alocadas na S-II (ver figura I-1) em uma “faixa de concentração” de nevoeiros a fim de se avaliar o papel hidrológico das vertentes, principalmente com relação ao fator topográfico orientação (VN e VS). Para isso, utilizaram-se seis morros alinhados em sequência na área do corredor no sentido SW-NE (Figura III-1).

As áreas do levantamento botânico estão localizadas na Fazenda Campestre, em Nova Friburgo, onde foram selecionados seis morros com condições ambientais semelhantes (declividade, altitude e orientação). As linhas de amostragem da vegetação arbórea foram alocadas nestes seis morros nas vertentes Norte (VN) e Sul (VS), dentro da faixa altitudinal 1050-1150 m.s.n.m. A declividade média das áreas de amostragem variou entre 20 e 40 %. A principal diferença entre as linhas foi a distância das mesmas em relação ao divisor da Serra do Mar.



**Figura III-1:** Localização dos transectos no campo, em seis morros distintos e respectivas vertentes norte e sul em uma Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.

## 2.2. Levantamento fitossociológico

Como o levantamento das espécies não pretendeu esgotar a diversidade da região e sim avaliar as espécies predominantes optou-se por uma metodologia de rápida e fácil aplicação: método do ponto por quadrante (COTTAM e CURTIS, 1956).

Foram estabelecidos 12 transectos de 50 metros, no sentido perpendicular as curvas de nível, no centro das fácies de exposição Norte e Sul. Cada quadrante distou 5 m um do outro e quando a árvore medida no ponto anterior coincidia com a do ponto seguinte, a distância foi estendida 1 m linha acima para não contabilizá-la duas vezes. Em cada ponto, foram amostrados quatro indivíduos próximos ao eixo do quadrante, obtendo-se os seguintes parâmetros: a) Espécie; b) Diâmetro a Altura do Peito (cm) (DAP) a 1.30 m do solo (BROKAW e THOMPSON, 2000); c) Distância da árvore ao eixo do quadrante (m); d) Altura da árvore (m); e) Diâmetro de copa (m); f) Observações gerais (extrato regenerante, fitossanidade vegetal, insetos, musgos/licuens, entre outras).

Foram alocadas seis linhas na VN e seis na VS medindo-se árvores com DAP > 5 cm, totalizando 480 indivíduos.

As árvores não identificadas em campo foram coletadas com podão e técnicas de acrodendrologia, prensadas e secas em estufa para fins de identificação junto aos herbários da UFRRJ (RBR) e do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). Além das comparações nos herbários foram consultadas as listas digitais: "Lista de espécies da flora do Brasil 2011" (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011>); *Plant List* (<http://www.theplantlist.org>), além de bibliografias especializadas.

A partir dos dados obtidos no campo foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos descritos por Vuono (2002):

### **2.2.1. Densidade Específica por área proporcional (DAs)**

Número médio de árvores de uma determinada espécie por unidade de área (equação III-1). Para cálculo da área considerou-se a média entre as distâncias medidas do ponto central do quadrante até as árvores amostradas:

$$DAs = (ns/N).DTA \quad \text{(III-1)}$$

Em que:

ns = número de indivíduos amostrados da espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

DTA = densidade total por área.

### **2.2.2. Densidade Específica Relativa (DRs)**

Proporção porcentual do número de indivíduos de uma determinada espécie, em relação ao número total de indivíduos amostrados, de todas as espécies (equação III-2):

$$DRs = (ns/N).100 \quad \text{(III-2)}$$

Em que:

ns = número de indivíduos amostrados da espécie;

N = número total de indivíduos amostrados.

### **2.2.3. Frequência Absoluta (FAs)**

Ocorrência da espécie nas parcelas amostradas (equação III-3):

$$FAs = (Ps/Pt).100 \quad \text{(III-3)}$$

Em que:

Ps = número de parcelas ou pontos de ocorrência da espécie;

Pt = número total de parcelas ou pontos.

### **2.2.4. Frequência relativa (FRs)**

Frequência absoluta de cada espécie em relação à soma das frequências absolutas de todas as espécies amostradas (equação III-4):

$$FRs = (FAs/FAT).100 \quad \text{(III-4)}$$

Em que:

FAs = frequência absoluta da espécie;

FAT = frequência total (soma das FAs de todas as espécies amostradas)

### 2.2.5. Área Basal Individual (ABI)

Área ocupada pelo tronco de cada indivíduo, assumindo-se que o mesmo apresenta forma cilíndrica (equação III-5):

$$ABIs = D^2\pi/4 \quad \text{(III-5)}$$

Em que:

D = diâmetro de cada indivíduo da espécie (unidade).

### 2.2.6. Área Basal Média por Espécie (ABs)

O conhecimento sobre a área basal em florestas nativas é importante para comparação entre o desenvolvimento dos diferentes tipos de florestas da Mata Atlântica, além de serem úteis para aferição de parâmetros como produção de biomassa e densidade de espécies (CARVALHO et al. 2005, SOLORZÀN et al., 2007). No Brasil, as variações ambientais e culturais podem interferir na estrutura das florestas (SOLORZÀN et al., 2007).

A área basal média dos indivíduos de uma espécie foi calculada pela equação III-6:

$$ABs = \sum ABIs/ns \quad \text{(III-6)}$$

Em que:

ABIs= área basal individual por espécie;

ns= número de indivíduos da espécie.

### 2.2.7. Valor de Importância (VI)

Grau em que a espécie se encontra estabelecida na comunidade, obtido a partir da soma dos valores da densidade, frequência e dominância, até o valor máximo de 300 (equação III-7):

$$VI = DRs + FRs + Dos \quad \text{(III-7)}$$

Em que:

DRs= densidade relativa por espécie;

FRs= frequência relativa por espécie;

Dos= dominância por espécie.

### 2.2.8. Diversidade de espécies

Para comparação da diversidade de espécies foi calculado o Índice de Shannon-Wiever (equação III-8):

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i \quad (\text{III-8})$$

**Em que:**

H' = diversidade

p<sub>i</sub> = número de indivíduos

ln = logaritmo na base normal

### 2.2.9. Equabilidade

Seu valor varia de zero a um e determina a proporcionalidade entre as espécies dentro da unidade amostrada. A equabilidade foi calculada a partir da Equação (III-9):

$$J = H' / \ln S \quad (\text{III-9})$$

**Em que:**

H' = diversidade;

ln = logaritmo na base normal;

S = número de indivíduos.

### 2.2.10. Similaridade entre espécies

Se utilizou o índice de Similaridade de Jaccard (equação III-10) para comparar espécies entre vertentes (norte/sul).

$$J = a / (a + b + c) \quad (\text{III-10})$$

**Em que:**

a = espécies comuns às vertentes;

b = espécies exclusivas da vertente sul;

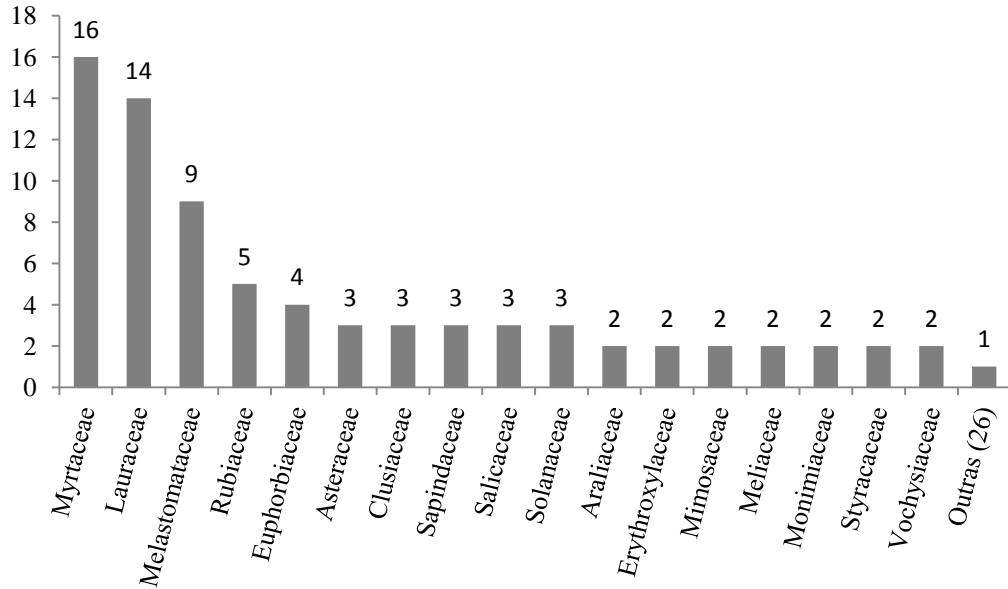
c = espécies exclusivas da vertente norte.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Levantamento fitossociológico

Foram registradas árvores de até 40 m de altura e 59,6 cm de DAP, típicas de ecossistemas evoluídos, com abundância de epífitas, lianas e diferentes estratos arbóreos no seu entorno, configurando o estágio avançado de sucessão, segundo resolução CONAMA nº 6 de Maio de 1994, que normatiza os estágios sucessionais da floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro.

Foram amostradas 119 espécies, 73 gêneros e 43 famílias botânicas. Destas famílias, 17 foram representadas por mais de uma espécie e 26 por apenas uma única espécie (Figura III-2).



**Figura III-2:** Famílias botânicas mais representativas e números de espécies contabilizadas na Floresta Montana, no município de Nova Friburgo- RJ. As 26 famílias com uma espécies foram agrupadas em Outras.

As famílias Myrtaceae e Lauraceae apresentaram o maior número de espécies (Tabela III-1).



**Tabela III-1:** Lista das espécies arbóreas amostradas em um corredor de umidade da Serra do Mar, Nova Friburgo- RJ em fevereiro de 2010.

Nome Vulgar/ Família	Nome científico
<b>ANACARDIACEAE</b>	
pau-pombo	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.
<b>ANNONACEAE</b>	
pindaíba	<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.
pindaibuna	<i>Guatteria sellowiana</i> Schtdl.
<b>AQUIFOLIACEAE</b>	
congonha	<i>Ilex affinis</i> Gardn.
<b>ARALIACEAE</b>	
morototó	<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. e Planch. <i>Scheffleria aff. morototoni</i> (Aubl) Maguieri et al.
<b>ARECACEAE</b>	
palmito-jussara	<i>Euterpe edulis</i> L.
<b>ASTERACEAE</b>	
vassourão	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.
pau-toucinho	<i>Piptocarpha regnellii</i> (Sch.Bip.) Cabrera <i>Stifftia fruticosa</i> (Vell.) D.J.N.Hind e Semir
<b>BIGNONIACEAE</b>	
ipê-amarelo	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos
<b>CELASTRACEAE</b>	
	<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.
<b>CLETHRACEAE</b>	
guapere	<i>Clethra scabra</i> Pers.
<b>CHLORANTHACEAE</b>	
hortelã-do-brejo	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.
<b>COMBRETACEAE</b>	
	<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler
<b>CLUSIACEAE</b>	
bacupari	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch e triana) Zaapi
pau-santo	<i>Kielmeyera insignis</i> Saddi
azedinha	<i>Tovomita paniculata</i> (Spreng.) Cambess.
<b>CYATHEACEAE</b>	
samambaia-açu	<i>Cyathea</i> spp.

Continua...

Continuação...

<b>Nome Vulgar/ Família</b>	<b>Nome científico</b>
<b>EUPHORBIACEAE</b>	
branquilha	<i>Gymnanthes glabrata</i> (Mart.) Govaerts
capixingui	<i>Croton floribundus</i> Spreng
tapiá	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) Müll. Arg <i>Tetrorchidium parvulum</i> Mull.Arg.
<b>ERYTHROXILACEAE</b>	
arco-de-pipa	<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil. <i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.
<b>FABACEAE- CAESALPINOIDEAE</b>	
angá-ferro	<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H.C.Lima <i>Ormosia friburgensis</i> Taub. ex Harms
<b>FABACEAE- MIMOSOIDEAE</b>	
falso-pau-bicho	<i>Abarema langsdorfii</i> (Benth.) Barneby e Gomes
ingá	<i>Inga lanceifolia</i>
<b>FABACEAE- FABOIDEAE</b>	
jacarandá-cipó	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.
sapuvussu	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.
<b>LAURACEAE</b>	
canela-marrom	<i>Ocotea</i> sp.
canela-	<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Ness e Mart.) Kosterm.
canela	<i>Cryptocaria micrantha</i> Meiss.
canelinha	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez <i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.
canela-fedida	<i>Nectandra grandiflora</i> Ness.
canela-ferrugem	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees
canela-	<i>Ocotea dispersa</i> (Ness) Mez.
canela-amarela	<i>Ocotea divaricata</i> (Ness) Mez.
canela-preta	<i>Ocotea indecora</i> (Schott.) Mez.
canela-	<i>Ocotea macropoda</i> (H.B.K.)
canela-	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil <i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez <i>Ocotea</i> sp.
abacate-do-mato	<i>Persea willdenowii</i> Kosterm.
<b>MALPIGHIACEAE</b>	
	<i>Byrsonima myricifolia</i> Griseb.

Continua...

Continuação...

<b>Nome Vulgar/ Família</b>	<b>Nome científico</b>
<b>MYRTACEAE</b>	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam. <i>Eugenia cerasiflora</i> Miq. <i>Eugenia excelsa</i> O.Berg <i>Eugenia sulcata</i> Spring ex Mart. <i>Eugenia tinguyensis</i> Cambess. <i>Calyptranthes concinna</i> DC. <i>Calyptranthes grandifolia</i> O.Berg <i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg <i>Myrcia palustris</i> DC. <i>Myrcia pubipetala</i> Miq. <i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk. <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. <i>Myrcia</i> sp. <i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg <i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg <i>Neomitranthes glomerata</i> (D.Le Grand.) D.Le Grand. <i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg
<b>MELIACEAE</b>	
canjarana	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.
catiguá	<i>Trichilia hirta</i> L.
<b>MELASTOMATACEAE</b>	
pixirica-da-folha-serrada	<i>Miconia aff. collata</i> Wurdaek
pixirica-da-folha-fina	<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.)
jacatirão	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin <i>Miconia albicans</i>
pixirica-branca	<i>Miconia buddlejoides</i> Triana Germano-Filho
pixiricão	<i>Miconia formosa</i> Glaziov.
pixirica	<i>Miconia staminea</i> (Desr.) DC
quaresma-roxa	<i>Tibouchina granulosa</i> (Ders.) Cogn.
manacá-da-serra	<i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.
<b>MONIMIACEAE</b>	
	<i>Macropeplus friburgensis</i> (Perk.) I. Santos e Peixoto <i>Mollinedia oligantha</i> Perkins
<b>MORACEAE</b>	
canxim	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger <a href="#">et al.</a>
<b>NYCTAGINACEAE</b>	
joão-mole	<i>Guapira opposita</i> Vell.
<b>PHYLANTACEAE</b>	
aricurana	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemao
<b>PHYTOLACACEAE</b>	
Agulheiro	<i>Seguieria americana</i> L.

Continua...

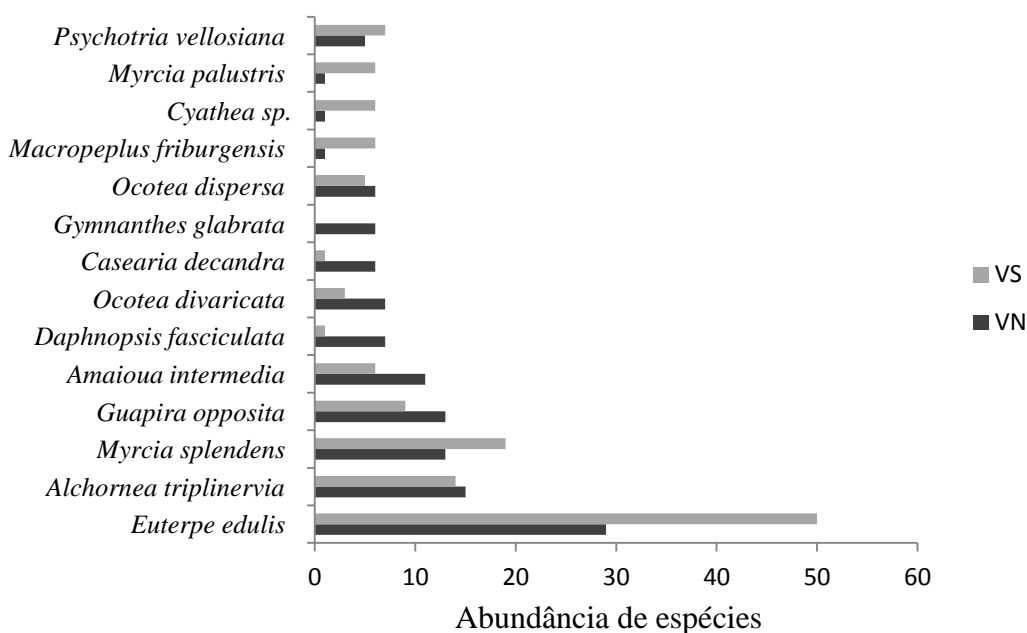
Continuação...

<b>Nome Vulgar/ Família</b>	<b>Nome científico</b>
<b>PERACEAE</b>	
tabocuva	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.
<b>PICRAMNIACEAE</b>	
	<i>Picramnia glazioviana</i> Eng.
<b>ROSACEAE</b>	
pessegueiro-do-mato	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.
<b>RUBIACEAE</b>	
café-do-mato	<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. e Schult.f. <i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg. <i>Psychotria vellosiana</i> Benth. <i>Bathysa mendoncae</i> K.Schum. <i>Actinostemom concolor</i> (Spreng) Mull. Arg.
<b>RUTACEAE</b>	
tingui-preto	<i>Dyctyoloma vandelianum</i> A.Juss.
<b>SALICACEAE</b>	
guaçatunga	<i>Casearia decandra</i> Jacq.
guaçatunga-vermelha	<i>Casearia obliqua</i> Spring.
pau-lagarto	<i>Casearia sylvestris</i> Santos
<b>SAPINDACEAE</b>	
carne-de-vaca	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.
Camboatá	<i>Cupania vernalis</i> Cambess
Mataiba	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.
<b>SOLANACEAE</b>	
cheiro-de-mel	<i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn.
folha-prata	<i>Solanum argentum</i> Dunal. <i>Solanum cinamomum</i> Sendtn.
<b>STYRACACEAE</b>	
benjoeiro	<i>Styrax camporum</i> Pohl.
árvore-de-balsamo	<i>Styrax pohlii</i> A.DC.
<b>THEACEAE</b>	
santa-rita	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng.
<b>THYMELEACEAE</b>	
	<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling
<b>URTICACEAE</b>	
figueira-preta	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott.) Rizzini
<b>VERBENACEAE</b>	
	Morfoespécie 6
Tarumã	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke
<b>VOCHYSIACEAE</b>	
canela-santa	<i>Vochysia oppugnata</i> (Vell.) Warm. <i>Vochysia laurifolia</i> Warm.
<b>WINTERACEAE</b>	
casca-d'anta	<i>Drymis brasiliensis</i> Miers.

Continua...

Nome Vulgar/ Família	Nome científico
<b>NÃO IDENTIFICADAS</b>	
	morfoespécie 1
	morfoespécie 2
	morfoespécie 3
	morfoespécie 4
	morfoespécie 5
	morfoespécie 6
	morfoespécie 7

A família *Arecaceae* foi representada apenas pela espécie *Euterpe edulis* (palmito-jussara), sendo a mais abundante, totalizando 79 indivíduos amostrados (16,5% do total), sendo 29 na VN e 50 na VS (Figura III-3). Estes resultados confirmam estudo do efeito de borda na mesma região (BARROS, 2006). Esta espécie apesar de estar contida na listagem de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2008) predominou tanto no extrato arbóreo, quanto no extrato regenerante. Esta palmeira é frequentemente encontrada nos estudos florísticos e fitossociológicos realizados em Florestas Ombrófilas Densas (PARDO et al., 2007).



**Figura III-3:** Abundância das espécies nas 12 linhas de amostragem da vegetação arbórea, em vertentes norte (VN) e sul (VS), em uma Floresta Montana, Nova Friburgo, RJ.

As espécies com maior frequência relativa foram *E.edulis* (VN-12,0% e VS-20,1%), seguida por *Myrcia splendens* (VN-5,4%; VS-7,9%), *Alchornea triplinervia* (VN-6,2%; VS-5,8%), *Guapira oposita* (VN-5,4%; VS-3,8%) e *Amaioua itermedia* (VN-4,58%; VS-2,5%) (Anexos 1 e 2).

A maior frequência de *E. edulis* na VS pode indicar condições de umidade diferenciadas em relação a VN no corredor da bacia aérea. *E. edulis* é uma espécie ombrófila, levemente higrófila, característica do estrato médio da floresta (REIS et al., 1996), exerce grande importância na composição florística de matas ciliares e na conservação de áreas perturbadas (MEIRA NETO et al., 2003).

Nogueira-Junior et al. (2003) observaram maior densidade de plântulas de palmitos em locais úmidos quando comparados com locais de meia encosta e platô. Na Mata de Santa Genebra, a ocorrência de *E.edulis* é agrupada e restrita às regiões mais úmidas (ALEIXO e VIELLIARD, 1995). Nestas áreas há uma grande quantidade de indivíduos jovens devido ao seu investimento reprodutivo ser na formação de banco de plântulas, o que significa que nem todos chegarão a idade adulta.

As espécies com maiores VI na VN foram: *E. edulis* (29,3), *A. triplinervia* (27,1), *Guapira opposita* (18,3), *Myrcia splendens* (14,6), *Amaioua intermedia* (11,2), *Daphnopsis fasciculata* (9,2), *Gordonia fruticosa* (8,5), *Gymnanthes glabrata* (8,4), *Vochysia oppugnata* (5,9), *Persea willdenowii* (5,7), *Erythroxylum pulchrum* (4,8), *Eugenia brasiliensis* (4,8). Destas espécies, *G. glabrata*, *P. willdenowii* e *Eugenia. brasiliensis* foram exclusivas da vertente norte.

Na VS as espécies com os maiores VI foram: *E. edulis* (50,9), *M. splendens* (20,4), *A. triplinervia.* (14,4), *Ocotea dispersa* (10,6), *G. opposita* (10,5), morfoespécie 1 (9,6), *Ocotea silvestris* (7,5), *Psychotria vellosiana* (6,8), *Macropelplus friburgensis* (6,8), *Cyathea* sp. (6,6), *Myrcia palustris* (6,4), *Solanum cinnamomeum* (6,1). Dentre as espécies de maior VI da VS nenhuma foi exclusiva ocorrendo também na VN.

Destas espécies de maior VI, a grande maioria apresenta dispersão zoocórica, seguido pelas anemocóricas e autocóricas (Figura III-4), evidenciando o relevante papel da fauna na colonização e desenvolvimento das espécies destes ambientes.

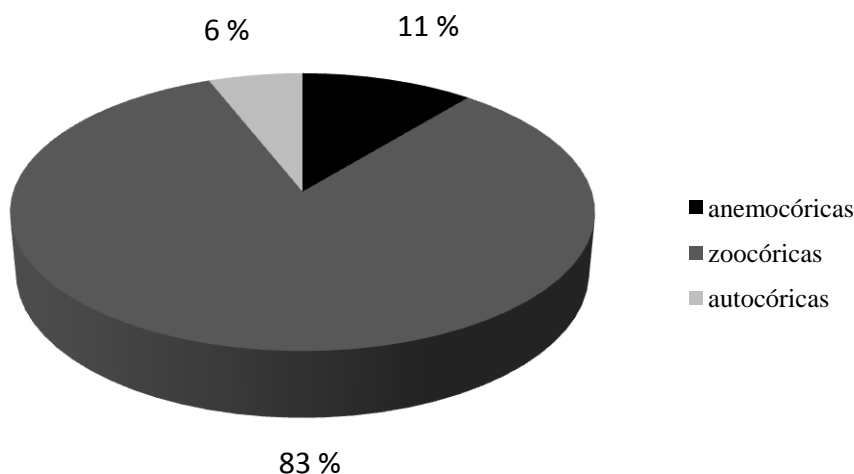


Figura III-4: Síndrome de dispersão das espécies arbóreas de maior Valor de Importância amostradas em um trecho de Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.

Nas florestas tropicais úmidas, de 50 a 90% das espécies são dispersas pela fauna (HOWE e SMALLWOOD, 1982), principalmente aves e mamíferos (SILVA, 2008), criando relações de interdependência entre fauna, flora e microrganismos associados, que garantem a biodiversidade da floresta (Mc NEELY et al., 1990; SILVA, 2008). A predação das sementes e plântulas por animais ajudam a manter a densidade natural das florestas e a manutenção de seu equilíbrio no tempo (JANZEN, 1970).

Os animais atuam na polinização de espécies tropicais, chegando a influenciar em 97,5% das espécies arbóreas na Costa Rica (BAWA, 1985 *apud* KAGEYAMA et al., 2008). A fenologia das espécies determina a dinâmica das interações entre animais frugívoros-plantas, havendo casos onde os animais alteram sua dieta em função da disponibilidade de

frutos, assim eles migram para regiões com oferta de alimento (SILVA, 2008). As espécies que frutificam em épocas de escassez de alimentos são chamadas de espécies - chave e tem papel fundamental na manutenção da biodiversidade das comunidades naturais (HOWE, 1984 e TERBORGH, 1986 *apud* SILVA, 2008).

### 3.2. Diversidade e equidade de espécies

Na vertente norte foram encontradas 81 espécies, enquanto que na vertente sul 75. O número fixo de árvores amostradas nas duas vertentes fez com que a diversidade fosse similar entre elas. O índice de diversidade de Shannon-Wiever máximo foi de 4,4, considerado alto nos ecossistemas tropicais (Tabela III-2). A alta diversidade das florestas tropicais tendem a se relacionar com a complexidade estrutural dos gradientes topográficos e edáficos, apresentando em 1 ha um número expressivo de espécies em baixa densidade (METZGER, 1999; NASCIMENTO et al., 2004). Em floresta semidecídua de Minas Gerais, a diversidade foi alta (4,25) e a distribuição das espécies se relacionou com a fertilidade do solo e condições topográficas (CARVALHO et al., 2007).

**Tabela III-2:** Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas comparado entre as vertentes Norte e Sul, na Fazenda Campestre, região de cabeceira do rio Grande – RJ.

Parâmetros	Vertentes	
	SUL	NORTE
Índice de Diversidade (H')	3,80	3,90
Índice de Diversidade máximo (H máx.)	4,40	4,40
Índice de Equidade (J)	0,86	0,88
Riqueza de espécies	75,00	81,00
Abundância de indivíduos	240,00	240,00
Riqueza Famílias	39,00	33,00
Somatório Área Basal Individual (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	57,24	58,58
Espécies Exclusivas	31,00	36,00
Espécies comuns	43,00	43,00

O índice de equidade (J) demonstrou que estruturalmente a floresta apresenta boa proporcionalidade de distribuição das espécies dentro da comunidade. Quanto mais próximo de 1 mais bem distribuída está a proporção entre as espécies encontradas, tendendo a um ecossistema com alta diversidade de espécies.

### 3.3. Área Basal

O somatório das áreas basais nas vertentes foi 58,06 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, valor próximo ao encontrado na Reserva Ecológica Estadual do Paraíso (57,28 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) (KURTZ & ARAÚJO, 2000), limítrofe ao PETP, porém em matas de encosta a 200 m de altitude,. Segundo os mesmos autores, a topografia propiciou meios para que a vegetação fosse biodiversa, com predomínio de árvores grandes. A área basal tende a reduzir de acordo com o aumento da altitude. Em Florestas Alto Montana a vegetação reduz seu porte e sua área basal, aumentando a densidade de indivíduos. Em Florestas Ombrofilas Altomontanas de Minas Gerais, foram medidas AB de 48,12 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (FRANÇA e STEHMANN, 2004) e 33,27 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (CARVALHO et al., 2005).

Um fator que é de grande importância na modificação da área basal das florestas é o efeito antrópico. No Parque da Pedra Branca SOLÓRZAN et al. (2007) comparou antigas

áreas de cultivo de banana e de carvoaria, encontrando respectivas áreas basais de 32,2 m<sup>2</sup>. ha<sup>-1</sup> e 26,2 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Em um fragmento florestal na fazenda Bela Vista em Nova Friburgo, Silva (2009) encontrou área basal total de 16,15 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> para um fragmento com 69% das espécies em estágio secundário inicial de sucessão ecológica.

Quando consideramos as áreas basais por família botânica, Euphorbiaceae com apenas 4 espécies apresentou a maior área basal total (Tabela III-3).

**Tabela III-3:** Famílias botânicas com maiores áreas basais (AB), e área basal por espécie (ABs), em uma Floresta Montana, em Nova Friburgo- RJ. NI= Número de indivíduos.

Família	$\Sigma AB$ (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\Sigma A}{B}$ (%)	N I	Espécie	$\Sigma ABs$ (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\Sigma A}{Bs}$ (%)	NI
Euphorbiaceae	7,8	13,3	37	Não identificada	0,2790	0,50	1
Lauraceae	7,6	13,3	52	<i>Sequiaria americana</i>	0,1180	0,20	1
Myrtaceae	6,8	11,6	69	<i>Vochysia oppugnata</i>	0,0862	0,14	1
Arecaceae	4,3	7,4	79	<i>Dictioloma vandellianum</i>	0,0800	0,13	1
Nyctaginaceae	3,0	5,1	23	<i>Ocotea dispersa</i>	0,0580	0,99	1
Vochysiaceae	2,0	3,4	3	<i>Schefflera</i> aff. <i>morototoni</i>	0,0455	0,08	2
Rubiaceae	1,6	2,7	32	<i>Oreopanax capitatus</i>	0,0440	0,07	1
Clethraceae	1,5	2,6	7	<i>Sorocea bonplandii</i>	0,0422	0,07	2
Outras	23,8	40,9	178	Outras	57,2671	97,9	470
<b>Total</b>	<b>58,4</b>	<b>100</b>	<b>480</b>		<b>58,4</b>	<b>100</b>	<b>480</b>

Algumas espécies não ficaram entre as oito de maior área basal citadas na tabela II-3, mas contribuíram consideravelmente no somatório da área basal total. São elas: *Alchornea triplinervia*, *Nectandra grandiflora*, *Nectandra rigida*, *Ocotea velloziana*, *Ocotea divaricata*, *Ocotea indecora*, *Ocotea puberula*, *Persea willdenowii*, *Myrcia splendens*, *Eugenia brasiliensis*.

Alguns indivíduos da amostragem contribuíram individualmente com a área basal total. Dentre eles uma espécie não identificada (NI = porte incompatível com o equipamento de escalada utilizado para as coletas e presença de outras árvores no sub-bosque impossibilitando a visualização de suas folhas), *Sequiaria americana*, *Vochysia oppugnata* e *Dictioloma vandellianum*. Estas espécies ocuparam as primeiras posições no quesito área basal por espécie, indicando um estágio avançado de sucessão vegetal (Figura III-5).

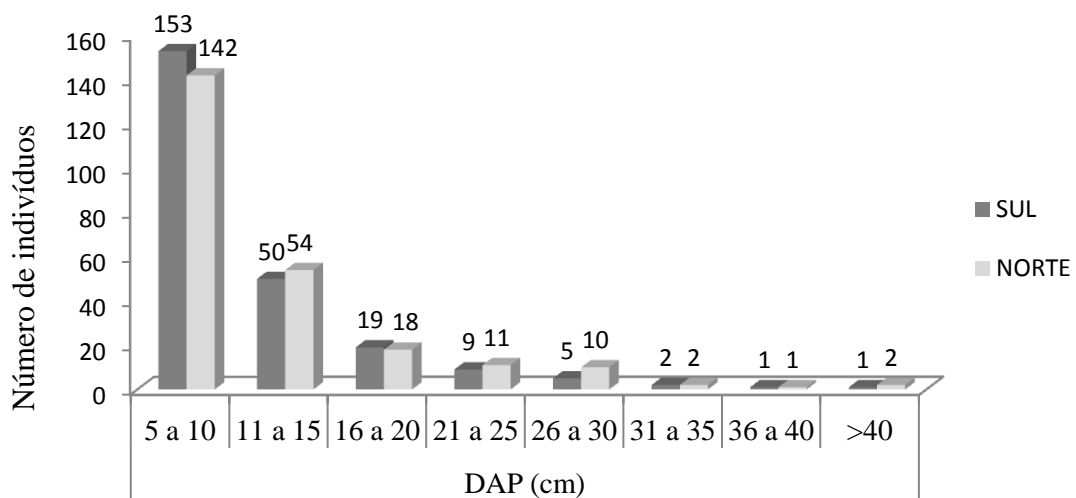




**Figura III-5:** Indivíduo arbóreo de grande porte caracterizando uma floresta em estágio sucessional avançado de Mata Atlântica- RJ.

Estas árvores de grande porte geralmente emergem sobre o dossel e são importantes para a manutenção da diversidade biológica, pois servem de suporte para outras espécies, principalmente epífitas. O Dossel é um subsistema complexo, estruturalmente e ecologicamente diverso, possuindo espécies, nichos e processos próprios, comportando diversas formas de vida, onde as epífitas se destacam (NADKARNI et al., 2004; KERSTEN, 2010). As árvores das florestas tropicais apresentam uma “zonação vertical dos microambientes” formados pela arquitetura de suas copas que geram mudança gradual na abundância das características de riqueza e composição de espécies (CORNELISSEN e STEEGE, 1989).

Apesar das duas vertentes apresentarem árvores de grande porte (DAP > 30 cm), a distribuição das classes de diâmetro das árvores amostradas evidenciou um maior número de indivíduos nas menores classes (Figura III-6).



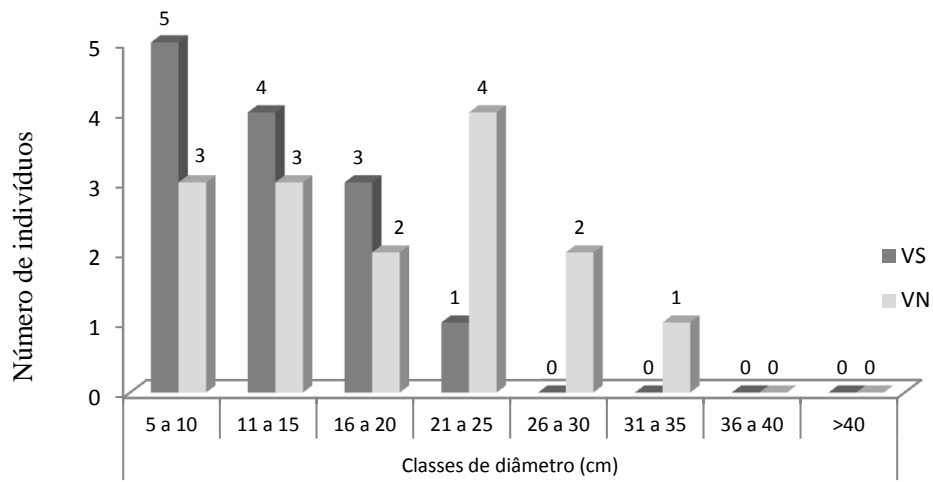
**Figura III-6:** Distribuição diamétrica das árvores amostradas (DAP > cm) em vertentes norte e sul, em uma Floresta Montana de Nova Friburgo, RJ.

Observa-se que há uma maior concentração de indivíduos nas classes diamétricas inferiores, com 63,8 % (VS) e 59,2 % (VN) dos indivíduos na primeira classe (5 a 10 cm) e caindo para menos da metade na segunda classe (11 a 15 cm) com 20,8% (VS) e 22,5% (VN). As espécies que ocorreram nestas duas classes que apresentaram dois indivíduos ou mais, foram: *Alchornea triplinervia*, *Amaioua intermedia*, *Casearia* spp., *Cyathea* spp., *Daphnopsis fasciculata*, *Erythroxylum* spp., *Euterpe edulis*, *Guapira opposita*, *Macropelplus friburgensis*, *Myrcia* spp., *Ocotea* spp., *Prunus myrtifolia*, *Psychotria vellosiana*, *Solanum cinnamomeum* e *Styrax* spp. Estas espécies representam a regeneração que está estabelecida na comunidade e vai dar continuidade aos processos sucessionais da área.

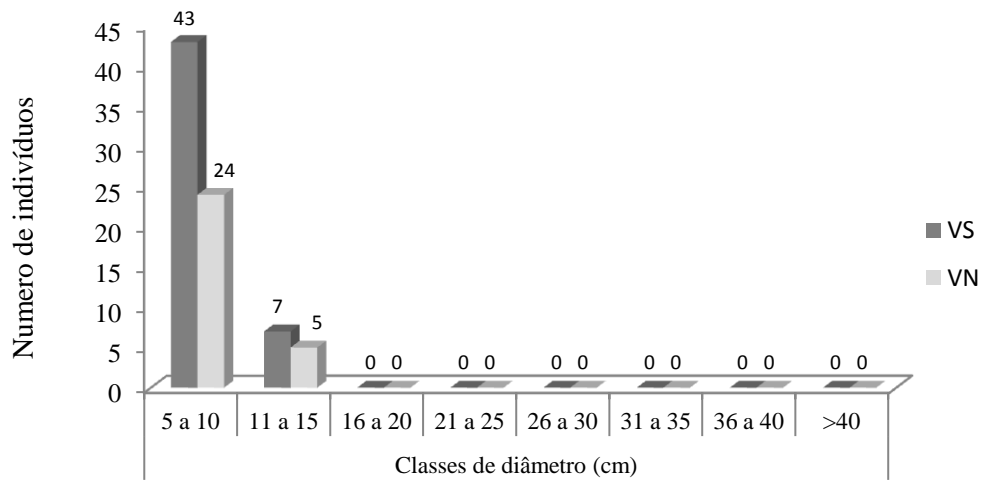
As 3 classes seguintes que representam árvores mais jovens e/ou adultas (DAP de 16-20; 21-25 e 26-30 cm) abrigaram 13,8% (VS) e 16,3% (VN) dos indivíduos amostrados. Observou-se que algumas espécies ocorridas nestas classes não foram encontradas nas classes inferiores (5-10 e 11-15 cm). São elas: *Xylopia sericea*, *Cinnamomum selowianum*, *Hedyosmum brasiliense*, *Dalbergia miscolobium*, *Vitex megapotamica*, *Persea willdenowii*, *Oreopanax capitatus* e *Cabrarea canjerana*.

As classes acima de 30 cm que representam as árvores em estágio de desenvolvimento avançado foram representadas por apenas nove indivíduos (1,7% VS e 2,1% VN), sendo as espécies de destaque: *Dictyoloma vandellianum*, *Vochysia oppugnata* e *Eugenia brasiliensis*.

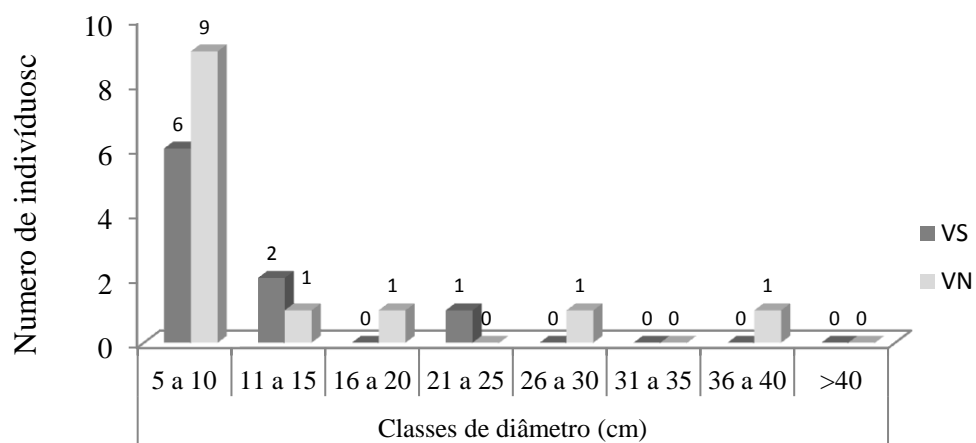
Destas espécies citadas algumas foram as mais representativas em termos populacionais. A figura abaixo representa a distribuição diamétrica para as cinco espécies mais abundantes (Figura III-7).



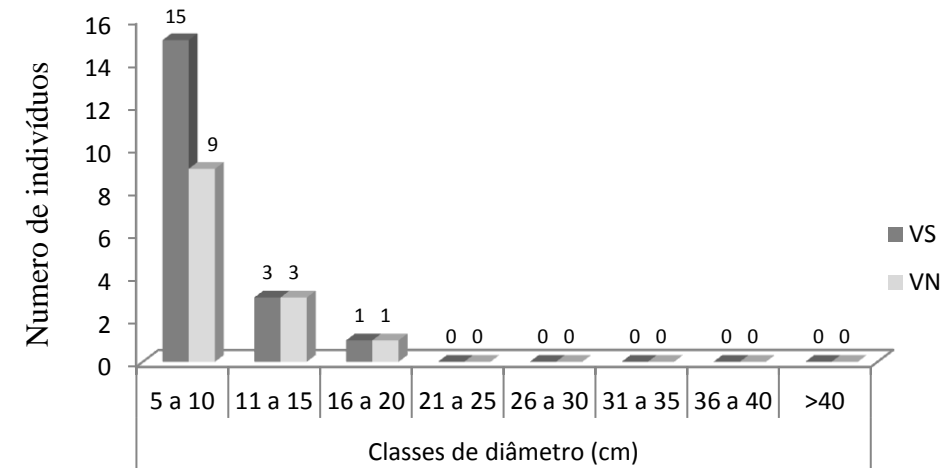
*Alchornea triplinervia*



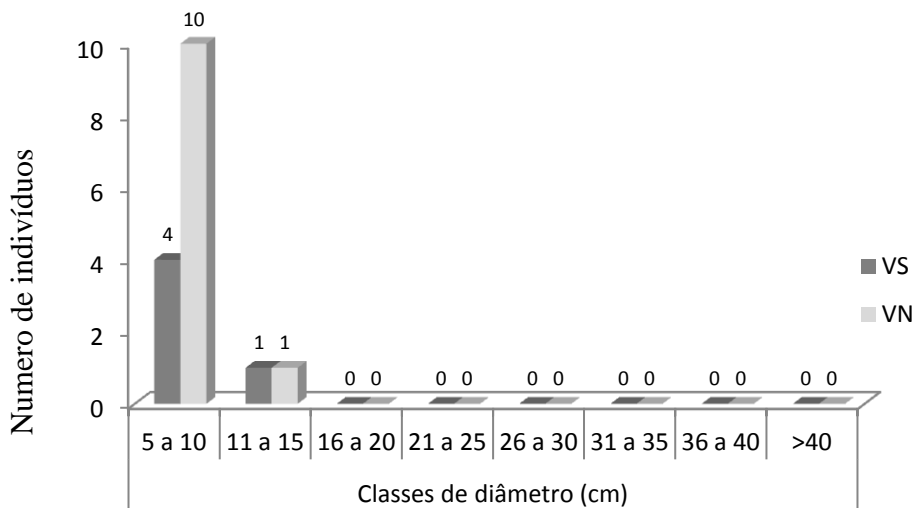
*Euterpe edulis*



*Guapira opposita*



*Myrcia splendens*



*Amaioua intermedia*

**Figura III-7:** Distribuição das classes diamétricas para as cinco espécies mais abundantes (a) *Alchornea triplinervia*, (b) *Euterpe edulis*, (c) *Guapira opposita*, (d) *Myrcia splendens* e (e) *Amaioua intermedia*, amostradas em vertentes sul e norte, Nova Friburgo-RJ.

Comunidades clímax apresentam indivíduos distribuídos com classes diamétricas de diferentes graus de desenvolvimento, pois ao morrerem, serão automaticamente substituídas pela mesma espécie de uma fase menos adulta. Quando isto não se observa o ciclo de vida da espécie pode não estar se completando e ela pode não estar em equilíbrio no sistema. As espécies em equilíbrio geralmente apresentam boa distribuição entre as classes diamétricas Kurtz & Araújo (2000).

*Alchornea triplinervia* é a espécie melhor estabelecida entre as arbóreas, sendo a única que fugiu ao padrão J invertido de distribuição (ver *Myrcia splendens*). Este padrão é típico de espécies com regeneração abundante e estrutura populacional estável (KURTZ & ARAÚJO, 2000). Os indivíduos de *Euterpe edulis* apresentaram maior distribuição nas primeiras classes por se tratar de espécie da família Arecaceae, cujos diâmetros das plantas adultas variam de 10 a 15 cm de diâmetro (LORENZI et al., 2010). *Guapira opposita* é uma espécie considerada frequente nas associações “clímax” das encostas do sul do Brasil e é elemento subdominante em diversas associações (LORENZI et al., 1998). Este

comportamento explica a presença de indivíduos em quase todas as classes de diâmetro, mostrando que a espécie possui indivíduos adultos que já estão se reproduzindo e garantindo a perpetuação da espécie na floresta, evidenciada pelo maior número de indivíduos na classe de 5-10 cm.

### 3.4. Similaridade/Exclusividade de espécies

O índice de similaridade de espécies foi de 40% entre VN e VS. Do total, 43 espécies são comuns às duas vertentes, 31 exclusivas da VS, 34 exclusivas da VN (Anexo 3). Esta exclusividade das espécies está relacionada com a adaptação das espécies às condições ambientais diferenciadas entre as vertentes, corroborando a hipótese de que as plantas respondem diretamente às mudanças ambientais em escala local. A adaptação das plantas às condições microclimáticas pode ser um fator que explica a exclusividade de espécies encontradas entre as vertentes da região e suas funções ecológicas em cada vertente.

Na VN, 30,8% das espécies exclusivas são também adaptadas aos ecossistemas de Floresta Estacional Semidecidual, enquanto que na VS a porcentagem foi de 22,2%. A ocorrência em proporções distintas sugere diferenças na umidade disponível para as plantas, levando a adaptação das espécies da vertente norte à menor oferta de água. Ao longo do ano, as vertentes que recebem menos umidade e mais incidência solar tendem a ser mais secas induzindo a colonização por espécies adaptadas a estas condições. Uma forma de adaptação é a queda de folhas (caducifolia) que reduz a transpiração fazendo com que a planta economize água.

As florestas tropicais apresentam uma variação estrutural em função dos gradientes de umidade disponível (SANTIAGO et al., 2010). Florestas localizadas em locais mais secos, comumente apresentam maior proporção de espécies com folhas decíduas, evitando que a disponibilidade de água limite sua atividade fisiológica. Já as espécies de ambientes mais úmidos costumam apresentar folhas sempre-verdes e possuem menores taxas de trocas gasosas e demanda por nutriente reduzida, já que não precisam investir em renovação das folhas (SANTIAGO et al., 2004).

Algumas espécies exclusivas de cada vertente podem ser destacadas. Na VS: *Hedyosmum brasiliense*, *Ilex affinis*, *Inga lanceifolia*, *Kielmeyera insignis*, *Macropeplus friburgensis*, *Mollinedia oligantha*, *Miconia ibaguensis*, *Myrceugenia myrcioides*, *Oreopanax capitatus*, *Siphoneugena densiflora*, *Tachigali paratyensis*, *Tapirira guianensis*, *Tetrorchidium parvulum*, *Vernonantura discolor*, *Xylopia sericea*.

Na VN as exclusivas foram: *Vochysia laurifolia*, *Vitex megapotamica*, *Trichilia hirta*, *Tibouchina mutabilis*, *Tibouchina granulosa*, *Gymnanthes glabrata*, *Bathysa mendoncae*, *Psychotria suterella*, *Myrcia anacardiifolia*, *Prunus myrtifolia*, *Cabranea canjerana*, *Ocotea* sp., *Calyptranthes grandifolia*, *Casearia sylvestris*, *Cinnamomum sellowianum*, *Byrsonima myricifolia*, *Eugenia brasiliensis*, *Hyeronima alchorneoides*, *Miconia staminea*, *Myrcia pubipetala*, *Machaerium nyctitans*, *Persea willdenowii* e *Ormosia friburgensis*.

Além das espécies, algumas famílias também foram exclusivas das vertentes. A VS teve suas espécies distribuídas em um número maior de famílias (39) em relação à VN (34). As famílias exclusivas (5) da VS e representadas por apenas uma espécie, são: Anacardiaceae (*Tapirira guianensis*), Bignoniaceae (*Handroanthus chrysotrichus*), Fabaceae – Caesalpinoideae (*Tachigali paratyensis*), Chloranthaceae (*Hedyosmum brasiliense*) e Winteraceae (*Drymis brasiliensis*).

As famílias (5) exclusivas da VN foram: Meliaceae (*Cabranea canjerana*, *Trichilia hirta*. e *Trichilia* sp.), Phyllanthaceae (*Hyeronima alchorneoides*), Picramniaceae (*Picramnia*

*glazioviana*), Rosaceae (*Prunus myrtifolia*), Styracaceae (*Styrax polhi* e *Styrax camporum*) e Verbenaceae (morfoespécie 6 e *Vitex megapotamica*).

Algumas características das espécies exclusivas de cada vertente corroboram o fato da adaptação das espécies arbóreas ao microclima e topografia local. São elas:

**VS-** Segundo Lorenzi (2002) a *Tapirira guianensis* é uma espécie heliófita perenifólia, muito encontrada em formações secundárias de solos úmidos como várzeas e beiras de rio, onde atinge maior desenvolvimento. A espécie *Handroanthus chrysotrichus* é característica das formações abertas da floresta pluvial do alto da encosta Atlântica, e ocorre geralmente em baixa frequência. A *Tachigali paratyensis* é considerada espécie clímax, exclusiva da Mata Atlântica, onde é considerada rara ou ocasional. Indiferente às condições de umidade do solo, ocorre preferencialmente em interior de mata primária localizada em várzeas aluviais e início de encostas, onde o solo é fértil e profundo. A *Hedyosmum brasiliense* é considerada como espécie pioneira, heliófita e seletiva higrófila, isto é, adaptadas a áreas bastante encharcadas e brejosas (LORENZI, 2009). Espécies adaptadas a estas condições apresentam a função de garantir a água nas zonas de afloramento das bacias hidrográficas, podendo se tornar importantes indicadoras áreas com potencial para formação de nascentes ou armazenadoras de umidade. Segundo Lorenzi (2002) a *Drymis brasiliensis* também é considerada espécie seletiva higrófila, apesar de ocorrer também em terrenos altos e secos. Esta espécie apresenta ampla variação de tamanho de acordo com o local de ocorrência.

**VN-** Segundo Lorenzi (2002) *Prunus myrtifolia* é considerada semidecídua, heliófita ou esciófita, indiferente às características físicas do solo, é mais comum em florestas secundárias. Seus frutos são apreciados pela fauna e amadurecem de junho a setembro, época de menor oferta de alimento. Já a *Styrax camporum*, é uma espécie perenifólia, heliófita seletiva higrófila, característica da floresta latifoliada semidecídua e ocorre tanto em florestas primárias quanto em florestas secundárias. Segundo Lorenzi, (2002) a espécie *Cabralea canjerana* é considerada heliófita, com folhas decíduas, encontrada em quase todas as formações vegetais. Parece preferir solos argilosos e úmidos, pois é rara em terrenos secos. *Vitex megapotamica* é uma espécie decídua, heliófita, rústica, adaptada a áreas abertas e pode ser encontrada em vários ambientes de solos muito secos, pedregosos ou até em matas de galeria.

Algumas das espécies raras encontradas neste estudo como *Persea willdenowii* e *Cinnamomum glaziovii* também foram consideradas raras em outros estudos realizados na Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG (SANTOS, 2005) e segundo a lista de espécies ameaçadas da flora de Minas Gerais (MENDONÇA e LINS, 2002) a *Persea willdenowii* é ameaçada de extinção nos ecossistemas de Mata Atlântica do Estado.

As espécies *Handroanthus chrysotricha*, *Xylopia sericea* (raridade 1), *Pera glabrata*, *Ocotea velloziana*, *Persea willdenowii*, *Byrsonima myricifolia* Griseb, *Styrax pholi* (raridade 4), *Inga lenticelata*, *Trichilia catigua*, *Tibouchina mutabilis* (raridade 5), *Solanum cinnamomum*, *Gymnanthes glabrata* (raridade 6) são consideradas raras na Mata Atlântica, segundo índice citado por Caiafa & Martins (2010).

As condições abióticas locais refletem diretamente na composição de espécies arbóreas. Estes resultados podem estar relacionados com a oferta diferenciada de umidade entre as vertentes por conta da maior sombreamento das VS e maior recepção de umidade proveniente da IH pela vegetação dos constantes nevoeiros que ocorrem na região. A disponibilidade de umidade é alta em locais onde é comum a incidência de nuvens, nevoeiros e chuva oculta (BRUIJNZEEL e PROCTOR, 1995; CAVELIER, 1996; SCHAWÉ et al., 2010).

Já outros autores, correlacionaram a distribuição das espécies vegetais com as variáveis ambientais e encontraram uma variação no que tange aos tipos de solos, proximidade com as bordas do fragmento e drenagem como sendo os de maior influência na distribuição da vegetação (DALANESI et al. 2004). As características das drenagens modificam as condições de disponibilidade de água e aspectos da fertilidade química do solo, afetando o estabelecimento das espécies. Segundo Cardoso & Schiavini (2002) "*O relevo, em conjunto com a luminosidade, distribuição de nutrientes e proximidade e possibilidade de saturação de água do solo, atuam sobre a distribuição das espécies adaptadas, conferindo-lhes a oportunidade de predomínio. Da mesma forma, sua presença pode ser inibida onde o meio não lhes ofereça condições necessárias ao seu estabelecimento e sobrevivência*". Na África do Sul, análises sobre a dinâmica das espécies arbóreas e arbustivas demonstraram que duas variáveis, luz e água, são as principais responsáveis pelas variações na riqueza em nível de família, gênero e espécie (O'BRIEN, 2000).

A distribuição espacial das espécies parece estar relacionada às características ecológicas de cada encosta, como resultado de sua orientação, modificando a incidência de luminosidade, recepção de ventos, umidade e condicionando composições e estruturas próprias à vegetação (KURTZ et al., 2009). Muitas plantas tropicais são distribuídas de acordo com variações em média escala das condições ambientais (FERREIRA et al., 2011). Outros fatores como a distância geográfica também pode influenciar a distribuição das espécies. Chust et al. (2006) observaram que 22% da variação florística de espécies arbóreas de uma floresta tropical no Panamá foi explicada pela distância geográfica entre as áreas amostradas, 12% exclusivamente pelas variáveis ambientais e 16% pela correlação entre a distância geográfica e as variáveis ambientais. No presente estudo a distância máxima entre as parcelas foi de 3 km, o que aumenta o peso das modificações ambientais de acordo com a orientação das vertentes na seleção das espécies que colonizam cada vertente.

#### **4. CONCLUSÕES**

A baixa similaridade entre as espécies que colonizam as vertentes norte e sul indica diferença na disponibilidade de recursos entre vertentes. Na VN a maior quantidade de espécies caducifólias adaptáveis as Florestas Estacionais Semidecíduais indicam a oferta diferenciada de umidade. Entre as vertentes houve variação no Valor de Importância e nas funções ecológicas das espécies exclusivas. Evidências de campo indicaram que as VS são mais frias e sombreadas que as VN e recebem maior aporte de água via interceptação horizontal (ver Capítulo II) influenciando na distribuição das espécies.

## **CAP IV- USO DE EPÍFITAS COMO BIOINDICADORAS DE UMIDADE**



## RESUMO

As briófitas e outras epífitas possuem mecanismos morfológicos e fisiológicos simplificados para absorção/retenção de água que estão associados aos níveis de umidade do ambiente. As espécies epífitas são utilizadas como bioindicadoras e nas florestas Montana, sua presença pode representar diferencial de umidade no ambiente. O objetivo deste capítulo foi utilizar a cobertura e tipos de epífitas como bioindicador de umidade nas vertentes sul (VS) e norte (VN). Para estimar a cobertura foi utilizado o índice de cobertura de epífitas (ICE) que varia de 0 a 10. Foram medidas em 48 parcelas de 10 x 10 m, todas as árvores com DAP>5 cm. Em cada árvore foram contabilizadas as bromélias epífitas > 10 cm e estipulado um valor para o ICE. A densidade florestal foi de 2.029 ind.ha<sup>-1</sup> na VS e de 2.333 ind.ha<sup>-1</sup> na VN. A cobertura de epífitas foi diferente estatisticamente ( $p < 0,0001$ ), onde na VS as árvores com índices altos (9 e 10 = 11%; > 5 = 24,6%) foram mais abundantes em relação a VN (9 e 10 = 1,5%; > 5 = 7,6%). Os musgos predominaram na VS e os líquens na VN. A porcentagem de árvores colonizadas por orquídeas na VS (27%) foi maior que na VN (11%), as pteridófitas predominaram na VN (52,7%) em relação a VS (43,3%). Na VS as bromélias foram mais abundantes (2.715 indivíduos), com média de 5,6 ind./árvore, do que na VN (2.198 indivíduos) com média de 3,9 ind./árvore. Conclui-se que as epífitas foram indicadoras ambientais eficientes, principalmente as avasculares, onde os musgos e líquens indicam respectivamente condições de maior e menor umidade. A maior IH na VS pode ter favorecido a maior colonização de bromélias epífitas nesta vertente. A maior ocorrência de musgos e bromélias tanque na VS indicam melhor habilidade para reter umidade.

**Palavras-chave:** plantas avasculares, nevoeiros, interceptação horizontal, Floresta Montana.

## ABSTRACT

Briophytes and other epiphytes have simplified mechanisms of water retention/absorption, and are normally associated with high humidity environments. Epiphytes can be used in many aspects as bioindicators, and at montane forest, its presence can reflect the environment humidity differential. The objective of this work was use the epiphytic cover and types as humidity bioindicator on south (VS) and north slope (VN). To estimate coverage, it was used the epiphytic coverage index (ICE), which varies from 0 to 10. It was surveyed in 48 plots of 10 x 10 m, on all trees with DBH > 5 cm. On each tree it was counted the number of bromeliads > 10 cm, and estimated an ICE. Forest density was 2.029 ind.ha<sup>-1</sup> at VS and 2.333 ind.ha<sup>-1</sup> at VN. Epiphytic cover differed statistically, where at VS the trees with high ICE (9 e 10 = 11%; > 5 = 24,6%) were more abundant when compared to VN (9 e 10 = 1,5%; > 5 = 7,6%). Mosses predominated at VS and lichens on VN. The percentage of trees colonized by orchids was greater on VS (27% of trees) than on VN (11%). Ferns occurred more on trees of VN (52,7%) than on trees of VS (43,3%). At VS the bromeliads were more abundant (2.715 individual), and average of 5,6 ind./tree, than on VN (2.198 ind.) average of 3,9 ind./tree. The conclusions are that epiphytes worked as efficient humidity bioindicator, specially mosses and lichens that indicated respectively conditions of more/less humidity. The greatest IH at VS might favor the bromeliads colonization at this slope orientation. The greater occurrence of mosses and tank bromeliads at VS makes them better adapted to retain humidity.

**Palavras-chave:** non-vascular plants, fog, horizontal interception, Montane Forest.

# 1. INTRODUÇÃO

Florestas Montana tropicais apresentam alta densidade, biomassa e diversidade de epífitas que incluem angiospermas, pteridófitas, briófitas, líquens e algas (ZADROGA, 1981; BROWN et al., 1996). Dentre as famílias de plantas epífitas vasculares, as mais encontradas nos trópicos são: Bromeliaceae, Orchidaceae, Polipodiaceae, Araceae, Piperaceae e Gesneriaceae (CATHARINO e BARROS, 2004). As epífitas são elementos estruturais importantes nas florestas tropicais (ENGWALD et al., 2000), pois, representam em algumas florestas entre 25 e 50% das espécies vegetais (KELLY et al., 1994; NIEDER et al., 2001; KERSTEN e SILVA, 2005).

O dossel de uma floresta é um subsistema complexo estruturalmente e diverso ecologicamente, possuindo espécies, nichos e processos próprios, comportando diversas formas de vida, onde as epífitas se destacam (NADKARNI et al., 2004; KERSTEN, 2010). Nas Florestas Montanas a biomassa epifítica contribui funcionalmente no armazenamento de água nas copas, variando de acordo com o clima, estrutura e idade das florestas. Quanto mais antiga for a mata, maior a tendência de colonização por epífitas. A biomassa epifítica pode ser 20 vezes maior em uma Floresta Montana de 40 anos, quando comparada a uma de 10-15 anos (KÖHLER et al., 2010).

As epífitas de florestas Montanas aumentam a diversidade e conseqüentemente os serviços ecossistêmicos, como no caso os musgos que colonizam as áreas, criam meios para o estabelecimento de sucessão, além de armazenarem água, acumularem sementes, interceptarem e reterem nutrientes dos nevoeiros (HOLZ e GRADSTEIN, 2005).

Além do papel ecológico, as epífitas são valiosos produtos não madeireiros explorados economicamente pelas populações, onde na Costa Rica se constitui em uma importante fonte de renda (ROMERO, 1999). Na Bolívia, as aráceas e bromélias são comumente comercializadas para fins ornamentais, medicinais, alimentares e de retirada de fibras. O potencial de utilização econômica destas plantas depende criticamente da distribuição destas espécies úteis nas diferentes eco-regiões (ACEBEY et al., 2010).

Os principais fatores que promovem o aumento da abundância de epífitas incluem: alta umidade atmosférica, incidência de nevoeiros ao longo do ano, temperaturas moderadas e precipitação abundante (JARVIS e MULLIGAN, 2010). As regiões de maior altitude são as que mais se observam estas características, afetando e sendo afetada pela composição de espécies e abundância de epífitas, notadamente nos topos de morros altos, onde a precipitação é maior e a umidade relativa varia pouco (HÄGER e DOHRENBUSCH, 2010).

Apesar de abundantes nas florestas tropicais, o desmatamento e uso intenso do solo afetam negativamente as comunidades epífitas. Em ambientes intensamente perturbados há uma redução da riqueza e abundância de epífitas (ENGWALD et al., 2000). As epífitas de Florestas Montanas parecem ser mais sensíveis às perturbações de seu habitat, pois dependem do estabelecimento de forófitos estruturalmente complexos para sua sobrevivência (TURNER et al., 1994). Os distúrbios causados por antropização ou por processos naturais acarretam perdas consideráveis de espécies epífitas, devido a sua maior sensibilidade, evidenciando o seu papel como bioindicadora da qualidade ambiental, notadamente nos ecossistemas tropicais (HIETZ, 1999; ENGWALD et al., 2000; GRADSTEIN et al., 2001).

As epífitas também apresentam correlação espacial com microhabitats no terreno, onde sua distribuição reflete as condições microclimáticas distintas (luz, umidade e temperatura do ar) e de substrato (rugosidade e pH do tronco) (HOLZ e GRADSTEIN, 2005).

Os musgos por conta de sua anatomia simples (ausência de cutículas), capacidade de bioacumulação (ACETO et al., 2003; ADAMO et al., 2003), ampla distribuição geográfica, capacidade de sobrevivência em ambientes poluídos (CARNEIRO, 2004), tendência de crescimento ao longo de todo o ano, além da forte interação com o ambiente onde vivem, são considerados bons bioindicadores.

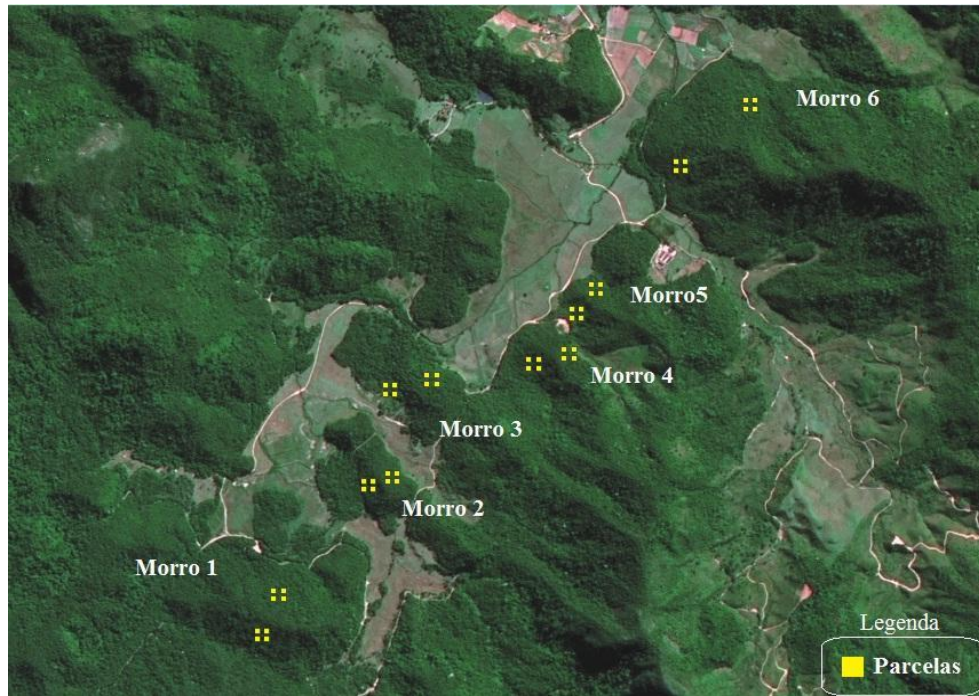
As briófitas possuem mecanismos morfológicos e fisiológicos simplificados para absorção/retenção de água e estes estão normalmente associados aos níveis de umidade do ambiente circundante (OLIVER et al., 2000). Na maioria destas plantas, a água é facilmente perdida para o meio circundante ou absorvida dele através da membrana celular (OLIVER et al., 2005). Assim, o recobrimento do substrato por estas plantas pode significar rapidez na absorção das águas da chuva ou mesmo das formas mais sutis de oferta de umidade como a proveniente da IH dos nevoeiros, trazendo o benefício do armazenamento de umidade no sistema por um tempo maior modificando o microclima local.

A distribuição das briófitas epífitas depende diretamente da disponibilidade hídrica em diferentes escalas espaciais (PATIÑO e GONZALES-MANCEBO, 2011). Devido à alta dependência das briófitas com relação à disponibilidade de umidade, estas são consideradas boas indicadoras ambientais. A hipótese principal deste capítulo é de que a orientação da vertente afeta o microclima e conseqüentemente o tipo e porcentagem de colonização por epífitas, sendo estas indicadoras das melhores vertentes para manutenção de serviços hidrológicos nas bacias hidrográficas. As áreas onde a colonização do subbosque se dá por espécies com aptidão para absorver/reter água se tornam mais aptas para manutenção da umidade na bacia hidrográfica, valorizando os serviços ambientais hidrológicos.

Neste sentido, o presente capítulo objetivou avaliar a diferença na colonização das epífitas sobre as árvores e correlacioná-la como indicadoras de umidade atmosférica nos ambientes de Floresta Montana (vertentes sul/norte) em um corredor de umidade na cordilheira da Serra do Mar, em Nova Friburgo, RJ.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A avaliação da comunidade epifítica seguiu o mesmo princípio dos capítulos anteriores, onde as amostragens foram realizadas no corredor central de umidade da bacia do alto rio Grande. A localização das parcelas visou captar da melhor maneira possível os efeitos da IH no estabelecimento das comunidades de epífitas. Para avaliar as características gerais da floresta colonizada pelas epífitas, foram utilizados seis morros dispostos entre as distâncias de 1,6 (morro 1) e 4,3 (morro 6) quilômetros do interflúvio da Serra do Mar na cabeceira da bacia (Figura IV-1).



**Figura IV-1:** Localização dos seis morros onde foram realizadas as amostragens de estrutura da floresta e colonização por epífitas nos troncos das espécies arbóreas, na região central do corredor de umidade da bacia aérea do rio Grande, Nova Friburgo-RJ.

## 2.1. Estrutura da floresta

### 2.1.2. Caracterização das parcelas

As parcelas foram dispostas nas vertentes (VS e VN), seguindo mesma orientação e faixa altitudinal (entre 1050-1150 m.s.n.m.), não se recolhendo os dados das zonas de afloramento, ou seja, se resguardou distância mínima de 50 metros dos corpos hídricos.

Foram alocadas em cada morro, oito parcelas de 10 x 10 m (4 na VS e 4 na VN), totalizando 48 parcelas, onde se levantou a estrutura da floresta (DAP, altura e diâmetro de copa), cobertura de copa, altura da serrapilheira, caracterização da regeneração e presença e características de cobertura das epífitas.

### 2.1.3. Densidade da floresta

A densidade florestal foi obtida a partir da medição das espécies arbóreas (DAP > 5 cm) (BROKAW e THOMPSON, 2000), altura total e diâmetro de copa (metros), utilizando trena de 30m. Os dados foram expressos em número de indivíduos por hectare.

### 2.1.4. Cobertura de copa

A cobertura de copa (%) foi gerada a partir de um quadrado de 0,5 x 0,5 m, posicionado acima da cabeça do observador, que contabilizava a cobertura a partir dos espaços preenchidos/vazios, sendo determinado pelo mesmo observador. Em cada parcela a cobertura foi observada em 5 pontos, um no centro e quatro nos cantos, totalizando 240 pontos (20 em cada vertente de cada morro).

### 2.1.5. Caracterização do sub-bosque

Como complementação dos dados, foi feita uma caracterização visual das espécies que compunham o sub-bosque de cada parcela. Em cada parcela foram anotadas: espécies dominantes, tipo de regeneração (herbácea, arbustiva, arbórea, palmeiras), presença de bromélias colonizando o piso florestal, aspectos gerais da serrapilheira, declividade, além de qualquer observação interessante, como acúmulos de serrapilheira diferenciado, entre outras. Foram contabilizados os indivíduos adultos e a regeneração de palmito-jussara (DAP > 5 cm) e samambaia-açú (*Cyathea* spp.).

### 2.2. Colonização por bromélias

As bromélias maiores que 10 cm presentes nas árvores das parcelas foram contabilizadas através de contagem, quando se utilizou um binóculo para dirimir dúvidas. Com estes dados se determinou a abundância de bromélias por árvore e por vertente.

### 2.3. Colonização por epífitas

A avaliação das epífitas foi feita de acordo com metodologia proposta na literatura, onde se estima a cobertura das mesmas em uma árvore, a partir de valores de 0 a 10, variando de acordo com: a) grau de colonização das epífitas (%); b) espessura (cm); e c) local da colonização (tronco, galhos e toda a superfície da árvore) (MULLIGAN et al., 2010) (Tabela IV- 1).

Cada árvore da parcela foi mensurada quanto à presença/ausência de epífitas; orquídeas (ORQ); samambaias (SMB); musgos (M); líquens (L); epífitas outras (EP) como begônias, flor de maio, *Riphsalis*, dentre outras.

**Tabela IV-1:** Valores estabelecidos para a cobertura de epífitas de acordo com seu grau de colonização sobre as espécies arbóreas. Fonte: MULLIGAN et al., 2010.

Grau de cobertura de epífitas	
0	Sem epífitas
1	1-2 cm de espessura, 33% cobertura parcial, apenas no tronco
2	1-2 cm de espessura, 66% cobertura parcial, apenas no tronco
3	1-2 cm de espessura, cobertura total, apenas no tronco
4	1-2 cm de espessura, cobertura total, no tronco e início da copa
5	1-2 cm de espessura, cobertura total, no tronco e galhos
6	2-3 cm de espessura, cobertura total, apenas no tronco
7	2-3 cm de espessura, cobertura total, no tronco e galhos
8	3 cm ou + de espessura, cobertura total, no tronco e galhos
9	3 cm ou + de espessura, cobertura total, no tronco e galhos, com epífitas cobrindo as lianas
10	3 cm ou + de espessura, cobertura total, no tronco e galhos, com epífitas cobrindo as lianas com forma de vida pendente

### 2.4. Análises estatísticas

As árvores foram consideradas unidades amostrais e foram selecionadas aleatoriamente por sorteio 44 árvores em cada vertente, nos seis morros, totalizando 264 árvores na VS e 264 na VN. A seleção de um número fixo de árvores buscou igualar as condições de cada vertente, já que, uma parcela com mais árvores tende a conter muito mais epífitas que uma com menos indivíduos arbóreos. Como o objetivo do capítulo foi analisar a

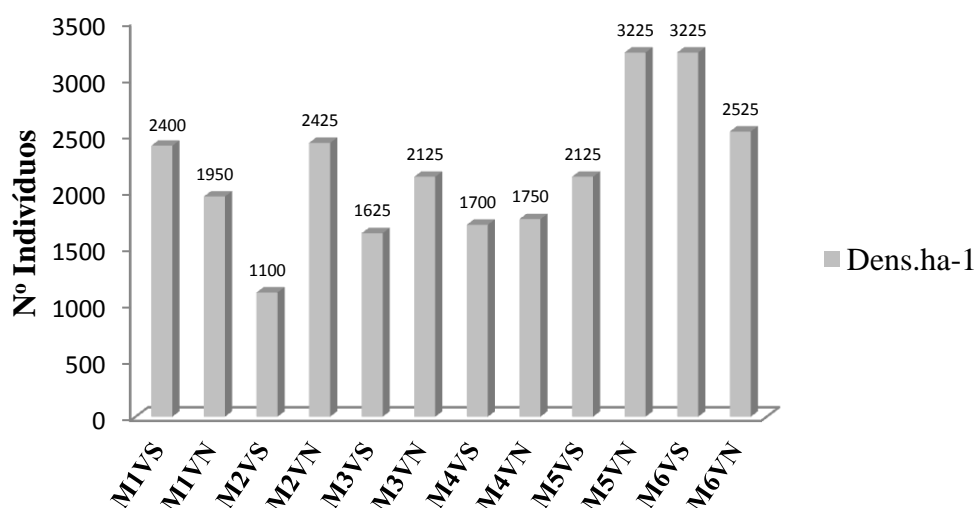
cobertura de epífitas optou-se pela padronização do número de árvores e os dados foram analisados por meio do teste não paramétrico de Mann Withney ( $p < 0,05$ ) no software Prism 5.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Estrutura da floresta como ambiente de colonização das epífitas

A vegetação arbórea das parcelas se distribui com densidade de  $2.181 \text{ ind. ha}^{-1}$  quando consideramos a vegetação sem distinção de vertentes, ou seja, calculando a densidade para as 48 parcelas. Quando extrapolamos a densidade por hectare para cada vertente obteve-se uma densidade de  $2.029 \text{ ind. ha}^{-1}$  (VS) e  $2.333 \text{ ind. ha}^{-1}$  (VN).

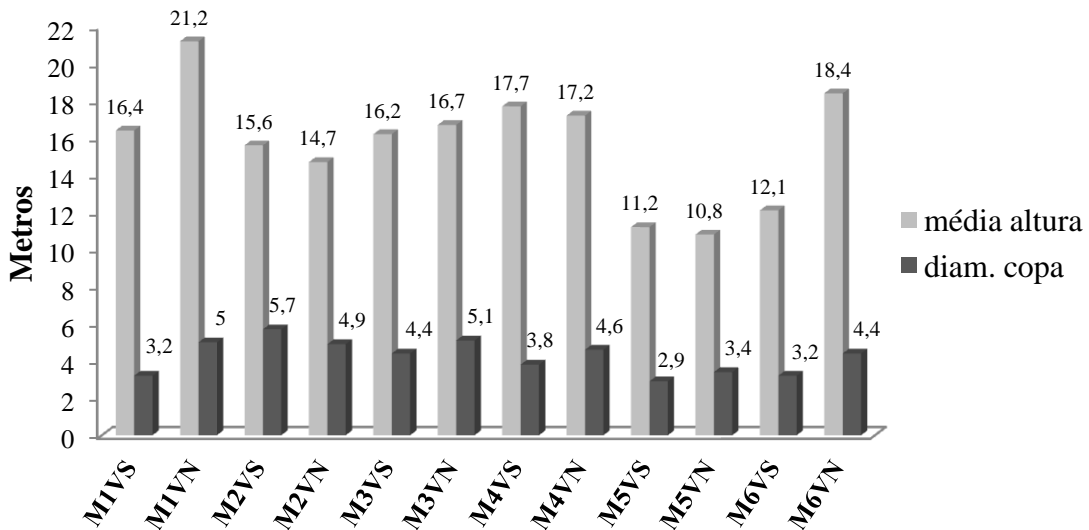
Árvores de grande porte ocupam mais unidade de área dentro das florestas, acarretando a redução da densidade por hectare. A densidade foi calculada também para cada morro e suas respectivas vertentes (Figura IV-2).



**Figura IV-2:** Número de indivíduos arbóreos com DAP > 5 cm, nas vertentes sul (VS) e norte (VN) de seis morros distintos (M), em Floresta Montana, Nova Friburgo, RJ.

A importância de se realizar investigações sobre a diversidade e a estrutura das espécies vegetais na comunidade e seus processos ecossistêmicos têm sido reconhecida por diversos autores (CAMARGO, 1995; HAHTEL, 1990; MAY, 1975; TILMAN, 1996; WELSON et al., 1996). Em florestas maduras os parâmetros estruturais como densidade, área basal e número de espécies, flutuam em torno de um valor médio, mantido pelo balanço entre mortalidade e recrutamento das árvores (ROLIM et al., 1999).

A menor densidade de árvores observada no M2VS se justifica pelo maior porte das árvores deste morro. A altura máxima medida (36 metros) e o diâmetro máximo de copa (15 m) representam indivíduos maduros de grande porte para o ecossistema estudado. Na vertente do M2VS 43,2% das árvores possuem altura > 15 m e 47,7% apresentam diâmetro de copa > 5m. Ambos os parâmetros variaram entre as vertentes e respectivos morros (Figura IV-3).



**Figura IV-3:** Altura e diâmetro médio das copas dos indivíduos arbóreos nas vertentes sul (VS) e norte (VN) em seis morros (M) da bacia aérea na cordilheira da Serra do Mar em ambiente de Floresta Montana, Nova Friburgo- RJ. Onde: diam. = Diâmetro.

O diâmetro médio das copas (4,4 m) e altura (16 m) da VN superaram os da VS (3,6 m e 14,4 m) respectivamente. O maior tamanho das árvores na VN está provavelmente relacionado à maior radiação solar recebida. Segundo SILVA (1989 *apud* MACIEL et al., 2002) o crescimento das espécies arbóreas é maior para árvores que recebem radiação solar direta. O morro 2 foi o único em que o diâmetro de copa na VS (5,7 m) superou a VN. Esta vertente obteve o menor número de árvores com 44 indivíduos e 20,5% delas apresentaram copas maiores que 10 metros de diâmetro e 31,8% alturas maiores que 20 m.

Na área de estudo, a VS teve cobertura de copa 8,16% maior que a VN, o que pode representar menor entrada de luz, porém, maior retenção de umidade devido à menor evaporação. A Tabela IV-2 apresenta as médias de cobertura de copa para os seis morros avaliados. Os principais fatores que afetam o regime de luz no interior da floresta são a posição do sol, as condições atmosféricas e a estrutura da vegetação. A complexa interação desses fatores produz um padrão heterogêneo de microclima luminoso que é, em parte, responsável pela dinâmica da vegetação (MACIEL et al., 2002).

**Tabela IV-2:** Cobertura média de copa para as 48 parcelas onde foi realizado o levantamento das bromélias e cobertura de epífitas, Nova Friburgo – RJ. Onde M1, M2, M3, M4, M5 e M6 indicam o morro amostrado, sendo o M1 o mais próximo do divisor e o M6 o mais distante.

Cobertura de copa (%)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Média Vertente (%)
Vertente sul	52	80	44	70	72	68	66,04
	56	80	58	72	66	68	
	69	80	66	62	42	83	
	67	80	76	62	50	62	
<b>Média</b>	<b>61</b>	<b>80</b>	<b>61</b>	<b>67</b>	<b>58</b>	<b>70</b>	
Vertente Norte	54	50	58	54	50	82	58,88
	52	40	60	56	60	74	
	81	44	44	46	56	82	
	52	58	50	60	72	78	
<b>Média</b>	<b>60</b>	<b>48</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>79</b>	



A menor cobertura de copa na VN (apesar do maior diâmetro médio de copa - Figura III-2) pode ter influência da quantidade de espécies caducifólias amostradas nestas vertentes (ver capítulo II). A queda de folhas na época seca leva a uma maior entrada de luz no sub-bosque da floresta. As folhas que compõe o dossel são arranjadas de forma a restarem espaços por onde a luz penetra diretamente até a vegetação que se encontra no solo da floresta (EVANS, 1965). A adaptação das espécies à luminosidade, principalmente na fase juvenil, condiciona mudanças morfogênicas e fisiológicas na sua estrutura e função, determinando os caminhos da regeneração espontânea (MACIEL et al., 2002). King (1991) encontrou correlação positiva entre as taxas de crescimento de plântulas de oito espécies florestais e a luminosidade direta no sub-bosque.

A luminosidade pode afetar não só o crescimento das plântulas, quanto das espécies arbóreas adultas. Em uma floresta secundária no Pará, o crescimento das árvores foi positivamente relacionado com a iluminação de suas copas seguindo a ordem decrescente de: iluminação total das copas > iluminação parcial > totalmente sombreadas (OLIVEIRA, 1995). Em Tapajós no Pará, SILVA (1989 apud MACIEL et al., 2002) analisando árvores com DAP > 10 cm encontrou que as que recebiam iluminação direta cresciam 30% a mais que as com iluminação indireta e 57% a mais que as sem iluminação direta.

Quando comparamos os morros isoladamente, o M2 foi o que apresentou maior diferença de cobertura (32%), seguido pelo M3 (13%). Os outros morros tiveram diferenças menores do que 10% entre as parcelas. Estas diferenças significam maior ou menor entrada de luz no sub-bosque influenciando na composição de espécies das vertentes.

A distribuição das espécies na floresta é influenciada pelas diferenças na disponibilidade de luz, que condiciona parte dos processos de crescimento das plantas (WALTER, 1971). Além disso, as sementes de espécies pioneiras permanecem dormentes no solo por um longo período e tão logo são estimuladas pela luz e/ou alta temperatura germinam (WHITMORE, 1978; FIGUEIREDO et al. 2011).

A luminosidade também é considerada como fator condicionante na plasticidade morfológica das espécies vegetais, influenciando fatores como a área foliar, como evidenciado por Nascimento (2010) em bromélias do gênero *Quesnelia* na Estação ecológica da Juréia – SP e por Junior (1994) para a espécie arbórea *Guapira opposita* comparando com as da área de Restinga e Floresta Ombrófila Densa.

A umidade e luminosidade são fatores importantes que determinam a ocorrência de epífitas (MEDEIROS, 2010). As árvores das florestas tropicais apresentam uma “zonação vertical dos microambientes” formados pela arquitetura de suas copas que geram uma mudança gradual na abundância das características de riqueza e composição de epífitas (CORNELISSEN e STEEGE, 1989). Vandunné (2002) encontrou maior abundância de bromélias nas árvores mais expostas ao sol. Maiores exposições ao sol contribuem para o aumento da temperatura, das taxas evaporação e redução da umidade, causando flutuações na disponibilidade de água (PATIÑO e GONZÁLES-MANCEBO, 2011).

Meira-Neto et al. (2005) sugere que “*Estudos do ambiente luminoso em florestas tropicais, mesmo sendo indiretos, podem fornecer subsídios importantes para o entendimento das variações da luminosidade no sub-bosque e, como consequência, das comunidades florestais como um todo. Para tanto, esses estudos devem ser realizados em diferentes estratos componentes dessas comunidades florestais*”.

### 3.1.3. Sub-bosque

As parcelas apresentaram serrapilheira densa e fofa, bem heterogênea, possibilitando o balanço hídrico no interior do solo, facilitando a permanente ciclagem de nutrientes,

condição essencial para o estabelecimento das plântulas no piso florestal e consequente manutenção do equilíbrio dinâmico entre espécies vegetais.

A espécie *Euterpe edulis* (Figura IV-4) e algumas melastomatáceas (*Miconia ibaguensis*, *M. pusiliflora*, *M. staminea*, *M. budlejoides*, *M. cinnamomifolia*) predominaram na regeneração (Anexo 4).

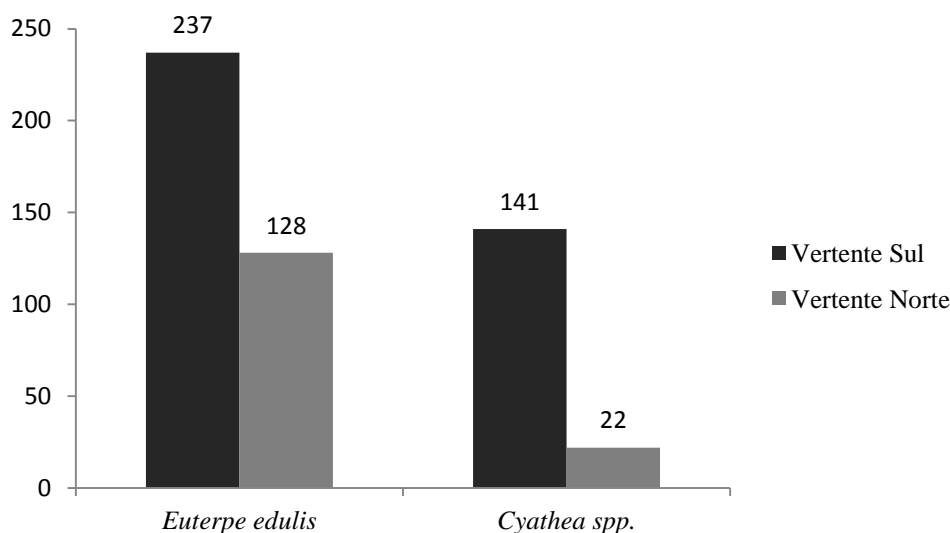


**Figura IV-4:** Predominância da espécie *Euterpe edulis* na regeneração espontânea das parcelas estudadas em uma Floresta Montana de Nova Friburgo- RJ.

As espécies arbóreas regenerantes mais comuns foram: *Guapira opposita*, *Guateria sellowiana*, *Psychotria* spp., *Cinamomum glaziovii*, *Trichilia* sp., *Cabralea canjerana*, *Amaioua guianensis*, *Eugenia exelsa*, *Tetrorchidium parvulum*, *Myrciaria tenella*, *Dalbergia* sp., *Myrcia splendens*, *Macropeplus friburgensis*, *Inga tenuis*, *Tibouchina mutabilis*, *Psychotria velloziana*, *Nectandra oppositifolia*, *Clusia* sp., *Miconia staminea*, *Huberia* sp., *Merostachys multiramea*, *Swartzia myrtifolia*, *Dalbergia* sp.

A regeneração de espécies arbóreas de estágios avançados de sucessão (Resolução CONAMA nº006 de 2004) nas parcelas evidencia o dinamismo da sucessão ecológica, onde as espécies *Cabralea canjerana*, o gênero *Nectandra* e *Geonoma* spp. (Arecaceae) foram frequentes.

Espécies zoocóricas indicam oferta de propágulos, agentes de dispersão na região, assim como o estabelecimento das plântulas garantem interações planta-animal e manutenção das florestas de forma sustentável. Os palmitos apresentaram preferência ecológica pelas VS, enquanto a *Cyathea* spp. manifestou preferências pela VN, sendo que apenas 15,6% do total de indivíduos foram contabilizados na VS (Figura IV-5).



**Figura IV-5:** Abundância de *Euterpe edulis* e *Cyathea spp* em vertentes norte e sul numa Floresta Montana de Nova Friburgo-RJ.

A média de palmitos por parcela foi 41,5 na VS e 21,3 na VN e os valores máximos e mínimos foram respectivamente 72 e 7 (VS) e 63 e 0 (VN). Como ambas as vertentes encontram-se legalmente protegidas por Unidades de Conservação regulamentadas pelo SNUC (2000), em floresta com nível similar de desenvolvimento sucessional, estas diferenças devem estar relacionada com as características ambientais e/ou microclimáticas das vertentes, tendo a VS a que reúne melhores preferências ecológicas. O palmito-jussara apresentou uma importância ecológica relevante já que predominou tanto na composição arbórea (capítulo III), quanto na regeneração do sub-bosque.

Esta espécie apresenta frutos em cacho, bastante apreciados pela fauna e de relevante função ecossistêmica, pois amadurecem quando oferta de alimentos é pequena (LAPS, 1996), sendo considerada uma espécie-chave para a Mata Atlântica (SEOANE et al., 2005). Além de seus serviços ecológicos, *E. edulis* é também apreciado pelo homem na forma de polpa para sucos, sorvetes, licores ou consumo *in natura*. Da mesma forma como o açaí-da-amazônia (*Euterpe oleracea*), representando importante fonte de renda para as populações do norte do Brasil (SILVA, 2001). O palmito-jussara tem um potencial econômico para enriquecimento de matas na região Sudeste, podendo se tornar fonte de renda alternativa para as populações rurais.

O gênero *Cyathea spp.*, conhecido como samabaia-açu, ocorreu com apenas um indivíduo na VN contra seis na VS. Na Mata Atlântica as espécies mais exploradas, juntamente com o xaxim - verdadeiro (*Dicksonia sellowiana*), são *Cyathea delgadii* utilizada para mourões por causa de seu fuste reto e de madeira dura *C. Artrovirens* cujos cáudices envoltos por raízes são usados como vasos de plantas ornamentais (SYLVESTRE e KURTZ, 1994; FERNANDES, 2000).

A família Cyatheaceae, apresenta importância ecológica relevante, realizando outros tipos de interações ambientais (planta-planta). O cáudice de suas espécies serve de suporte para o crescimento de outras espécies como musgos, pteridófitas e orquídeas. No rio Grande do Sul, as regiões fisiográficas com maior número de epífitas coincidiram com os tipos vegetacionais com maior riqueza de Cyatheaceae (SCHIMITT, 2005).

Estudos sobre a distribuição populacional de Cyatheaceae revelaram que a riqueza de espécies assim como suas epífitas associadas, diminui gradativamente com o aumento da continentalidade, em direção às regiões interiores mais secas (SCHIMITT, 2005). Esta evidência pode explicar o comportamento diferenciado em relação à colonização por *Cyathea*

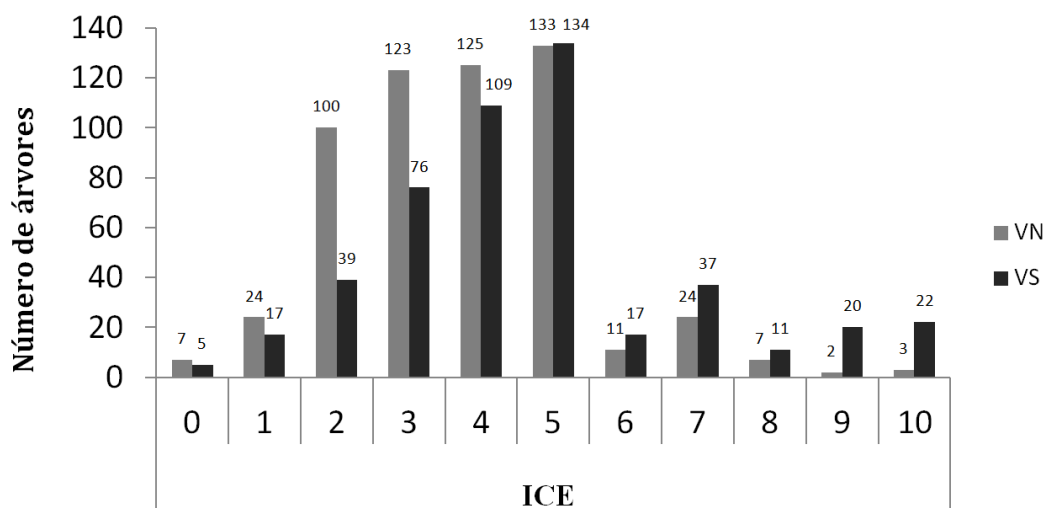
spp. nas vertentes avaliadas no presente estudo. Na VS o ambiente mais úmido e sombreado favoreceu a abundância enquanto que na VN, menos úmida, a samambaia-açu foi pouco abundante.

### 3.2. Cobertura e tipos de epífitas

Apesar das maiores áreas de copa na VN (diâmetro médio de 4,4 m) a colonização por epífitas foi maior nas copas da VS (diâmetro médio de 3,6 m) indicando que só a disponibilidade de copa para colonizar não é suficiente, sendo necessários atributos ambientais propícios ao desenvolvimento das epífitas, principalmente a umidade e sombra (JARVIS, 1999). Algumas espécies arbóreas podem ser desfavoráveis à colonização por musgos e líquens devido à morfologia de casca dos troncos.

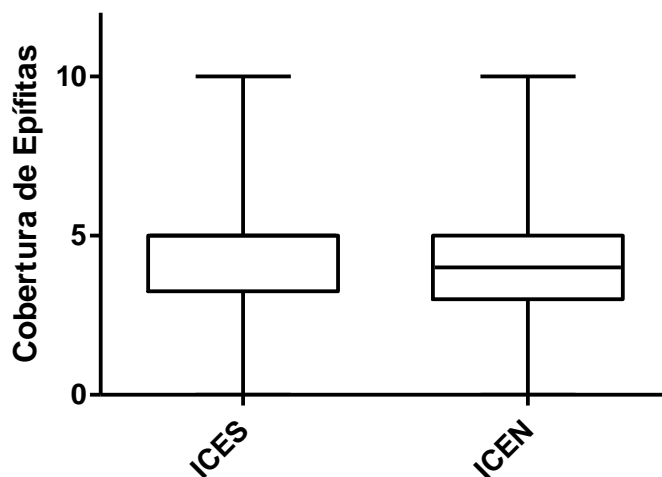
As 12 árvores que não apresentaram colonização (valor zero), eram da família Myrtaceae, cuja morfologia típica da família se notabiliza pela casca lisa e sem arestas, que conferem rugosidade, dificultando a fixação dos musgos, líquens e outras epífitas. Por outro lado, a presença destas espécies na floresta pode garantir um maior escoamento pelo tronco e equilibrar a quantidade de água que entra no solo e a que abastece o "microclima".

Quando comparamos os valores (de zero a dez) do ICE nas árvores de cada vertente, a VN apresentou para a maioria das árvores valores abaixo de seis, que representam colonização pouco espessa e que não recobre todas as partes da árvore (Figura IV-6).



**Figura IV-6:** Quantidade de árvores em cada classe de cobertura de epífitas de acordo com o índice de cobertura epifítica (ICE) (0 a 10) apresentado na tabela III-1, para as vertentes norte (VN) e sul (VS), em uma Floresta Montana de Nova Friburgo-RJ.

Nos valores acima de 6 que indicam cobertura total e espessura superior a 2-3 cm, a VS superou a VN. O índice com valor cinco (cobertura total no tronco e galhos) foi proporcional nas vertentes, havendo apenas uma árvore a mais na VS. Estatisticamente as vertentes apresentaram diferenças significativas entre coberturas biomassa epifítica a  $p < 0,05$  de probabilidade (Figura IV-7).

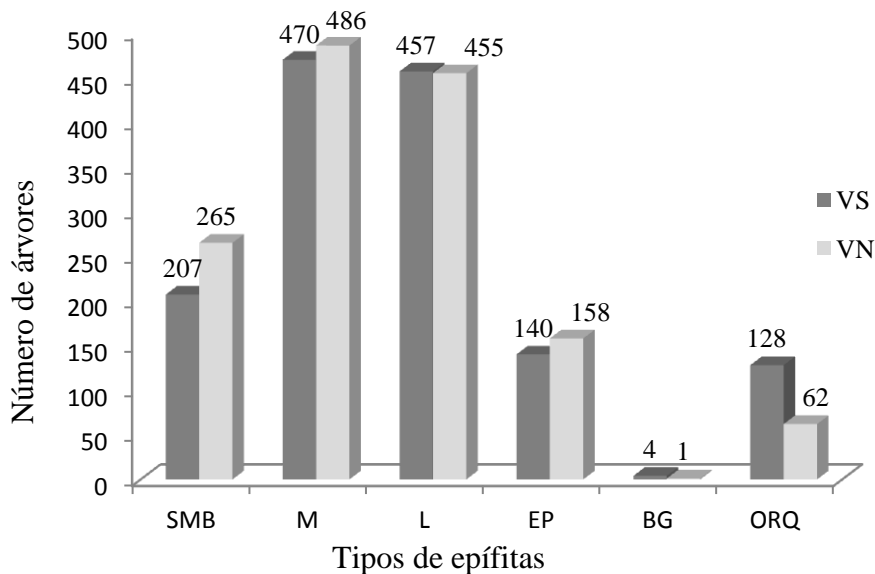


**Figura IV-7:** Valores de 0 a 10 determinados para o índice de cobertura de epífitas das árvores amostradas na vertente sul (ICES) e norte (ICEN) em uma Floresta Montana de Nova Friburgo-RJ.

Na VN apenas 20 indivíduos (7,6%) obtiveram índices maiores que 5, representando colonização de epífitas no tronco + galhos, com espessuras maiores que 2 cm, enquanto que na VS este número sobe para 65 indivíduos (24,6%). Na VS 29 árvores (11%) apresentaram índice de 9 e 10, contra apenas 4 na VN (1,5%). O valor dos índices 9 e 10 indicam aquelas árvores totalmente colonizadas por musgos, epífitas vasculares, espécies pendentes, lianas dentre outras. Em contraposição, na VN a quantidade de árvores com índices de 1 e 2 (somados), foi maior (62 árvores ou 23,5%) do que na VS (31 árvores ou 11,7%). Este índice representa a colonização menos espessa (mais rente ao tronco), que ocorre só no tronco da árvore.

Se considerarmos os tipos de epífitas que colonizam as árvores, houve diferença entre as duas vertentes, principalmente com relação à presença de samambaias e orquídeas (Figura IV-8).

Ambos os grupos ocorreram nas duas vertentes e apresentam tanto espécies de sombra, quanto de sol, porém alguns gêneros se destacaram em cada vertente. Apesar deste estudo não ter trabalhado a questão taxonômica, pôde-se observar alguns casos de preferências de habitat, principalmente com relação aos tipos de samambaias e orquídeas.



**Figura IV-8:** Tipos de epífitas que colonizam as árvores das vertentes sul (VS) e norte (VN), em uma Floresta Montana, Nova Friburgo, RJ. Onde: SMB= samambaia; L= líquen; M=musgo; EP= outras epífitas; BG=begônia; ORQ= orquídea.

Na VN 52,7% das árvores apresentaram samambaias colonizando seus troncos e copas. Pôde ser observado que na VN houve uma alta frequência de samambaias da família Polipodiaceae e Dryopteridaceae sendo esta segunda representada em sua maioria pelo gênero *Polybotrya* sp. que cresce principalmente na base dos troncos (Figura IV-9). Este gênero de pteridófita foi pouco frequente na VS.



**Figura IV-9:** Pteridófita do gênero *Polybotrya* sp. colonizando uma árvore da vertente norte, em uma Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.

Este gênero de pteridófita também foi encontrado em sub-bosques de florestas Montana no Paraná, onde ocupava encostas íngremes e bem drenadas (KOZERA et al., 2009).

Outro aspecto observado com relação às pteridófitas foi que na VS 10 árvores apresentaram pteridófitas da família Hymenophyllaceae colonizando-as, enquanto que na VN não houve registro em nenhuma árvore amostrada. Este tipo de pteridófitas ocorreu com maior frequência (em ambas as vertentes) sobre fetos arborescentes e em troncos mortos, próximos ao piso da floresta. As Hymenophyllaceae são similares às briófitas em termos de estrutura e adaptações ecológicas (PROCTOR, 2003). Em Florestas Montana do México, a espécie *Trichomanes bucinatum* dessecau completamente em poucas horas de exposição ao ar seco e foi encontrada somente na base dos troncos (HIETZ e BRIONES, 1998). Porém, muitas espécies desta família apresentam comportamento epifítico. No morro 3 na VS observou-se uma árvore coberta por uma espécie que recobria todos os galhos grossos na base da copa. Em um dos dias de campo onde o nevoeiro foi constante ao longo do dia, observou-se que ela contribuiu com a chuva oculta na floresta (Figura IV-10).



**Figura IV-10:** Árvore da vertente sul (morro 3) coberta por uma pteridófitas higrófila contribuindo para a chuva oculta em um dia de nevoeiro intenso, Nova Friburgo- RJ.

Espécies epífitas do gênero *Trichomanes* spp. apresentam estratégias “extremamente higrófilas” (DUBUISSON et al., 2003) e dependem de ambientes úmidos e sombreados (JOHNSON et al., 2000). Devido à sua forma de absorção de água simplificada, estas plantas aumentam as chances de IH e rápida saturação das folhas, contribuindo a partir daí com o aporte de água via chuva oculta. Por isso são de grande importância nas florestas de altitude. Nas Florestas Montana do Paraná, a família Hymenophyllaceae foi a segunda maior em riqueza de espécies, ficando atrás apenas de Polypodiaceae (DITTRICH et al., 2005).

Na VS, 26,8% das árvores apresentaram orquídeas colonizando o tronco e a copa, contra 11% das árvores da VN. Na VS um gênero de orquídea que ocorreu bastante foi *Dichaea* spp (Figura IV-11). Segundo Miller et al. (2006) a maioria das espécies deste gênero que ocorrem na Serra dos Órgãos, são adaptadas a ambientes com elevados teores de umidade, baixa luminosidade e baixa intensidade de ventos.



**Figura IV-11:** Duas espécies de orquídea colonizando a parte baixa do tronco de um *Euterpe edulis* na vertente sul, sendo a do gênero *Dichaea* sp. (folhas menores) adaptada a locais de umidade e sombra abundantes.

O que se pôde perceber é que a qualidade da colonização pelas epífitas foi distinta onde na VN houve predomínio de líquens que, no geral, recobriam os troncos e galhos das árvores, intercalando-se com comunidades de musgos. Como o estudo foi realizado na época de inverno, o aspecto geral das parcelas era menos úmido, com a camada de colonização por musgos pouco espessa, sendo a colonização rente aos troncos e com predomínio de líquens crostosos. Já na VS, os grupos se inverteram e houve predomínio de musgos, embora 95% das árvores amostradas tenham apresentado líquens colonizando as árvores (Figura IV-12).



**Figura IV-12:** Aspecto geral da colonização por epífitas, na vertente norte (a) do morro 2, e na vertente sul (b), em uma Floresta Montana, próxima do interflúvio da Serra do Mar, RJ.



As proporções entre a colonização de líquens e musgos podem ter relação com o princípio da sucessão ecológica primária, onde inicialmente há colonização por líquens, que modificam o substrato para que outras espécies germinem. Segundo Valcarcel & D'Alterio, 1998 “a substituição de um grupo de espécies por outro é o resultado do desenvolvimento do próprio ecossistema”. Sendo assim, é provável que inicialmente os troncos fossem colonizados por populações de líquens e com o decorrer do tempo e condições ambientais propícias (sombra e umidade) os musgos colonizaram os troncos sobre os líquens. Como a VS é mais sombreada e úmida que a VN, os musgos se desenvolveram melhor nestas vertentes voltadas para o sul.

Os principais fatores que influenciam a colonização por líquens, são: microclima, variação espacial e substrato (MARCELLI, 1992; WERTH, 2001). No tronco, a distribuição vertical dos líquens epifíticos está relacionada a dois fatores ambientais fundamentais: disponibilidade de água e intensidade luminosa (HARRIS, 1972). Cada espécie vegetal emprega um determinado mecanismo de tolerância à dessecação e, portanto exercem funcionalidades distintas dentro dos ecossistemas (OLIVER et al., 2000).

Nas árvores grossas da VN um padrão curioso pode ser observado. Na maioria das vezes os líquens colonizavam principalmente a parte da árvore que recebem mais luz e o musgo colonizava a parte oposta voltada para o sul, mais sombreada (Figura IV-13).



**Figura IV-13:** Árvore da vertente norte colonizada por musgos na face do tronco voltada para o sul e líquens na face voltada para o norte, em uma Floresta Montana, RJ.

Sob condições de alta umidade e incidência solar baixa as briófitas podem apresentar taxas de crescimento maiores do que a dos líquens. Em contrapartida, os líquens por serem mais resistentes a falta de água, podem ser favorecidos em locais onde a umidade é menor (FRIEDL, 2008). Na VS onde o ambiente é mais favorável à manutenção da umidade, os musgos conseguem crescer sobre todo o tronco, por cima do substrato formado pela colonização inicial por líquens. Na VN onde a oferta de umidade é menor, os musgos só conseguem ocupar algumas partes do tronco mais sombreadas e com isso o líquen continua dominando uma das faces mais expostas à luminosidade e abrigadas da incidência de IH.

Em floresta a sotavento na Costa Rica, a biomassa epifítica foi dominada por espécies de briófitas que formam “tapetes” e as briófitas penadas e pendentes estiveram praticamente ausentes, por conta do clima seco (HOLZ et al., 2002; KÖHLER et al., 2010). Nas florestas secas e altitudes baixas, as epífitas concentram-se nas partes baixas dos galhos antigos (início da copa). Já nos locais de maiores altitudes as epífitas se distribuíram de forma homogênea ao longo dos estratos das árvores (HÄGER e DOHRENBUSCH, 2010).

Estas epífitas ajudam a manter a umidade no ambiente armazenando água atmosférica e criando um microclima ameno durante a seca. As briófitas em especial, absorvem a água atmosférica de forma lenta, mantendo-a “estocada” por mais tempo, perdendo-a via evaporação, também de forma lenta, o que influencia a manutenção do microclima local (MULLIGAN, et al., 2010).

Na VN houve menor colonização por musgos nos galhos mais finos e no solo. No geral os musgos colonizavam a base das árvores e dos palmitos, e quando no tronco, ocorriam em pontos com alguma irregularidade ou bifurcação de troncos e galhos (Figura IV-14 a). Nestas partes da árvore, há maior acúmulo de matéria orgânica e de nutrientes (GONÇALVES e WAECHTER, 2002). Na VS os musgos já recobrem quase todo o tronco na maioria das árvores e apresentaram maior espessura (Figuras IV-14 b).



**Figura IV-14:** a) Musgos e bromélias crescendo em locais de maior acúmulo de matéria orgânica na vertente norte mesmo nos indivíduos de grande porte e b) musgos recobrendo o tronco mesmo nas partes mais retas do tronco da árvore na vertente sul, em Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.

As briófitas servem de substrato para micro-organismos, pequenos vertebrados, para o banco de sementes e plântulas, que contribuem com a dinâmica da biota vascular epifítica nas florestas tropicais (BENZING, 1990) e são fundamentais para a manutenção dos processos bióticos e abióticos nos ecossistemas tropicais (GRADSTEIN, 2008; ALVARENGA et al., 2009). A riqueza e abundância de epífitas nas copas podem estar positivamente relacionadas à cobertura de briófitas e acúmulo de substrato e negativamente relacionadas com a cobertura de líquen (WERNER et al., 2005). As briófitas foram utilizadas por Kessler (2002) como um “índice de umidade ambiental” para a distribuição de bromélias, onde algumas espécies endêmicas podem estar concentradas em “ilhas de umidade”.

A sensibilidade às modificações microclimáticas tem sido utilizada por alguns autores para explicar a sensibilidade das briófitas ao efeito de borda (GIGNAC e DALE, 2005; HYLANDER, 2005). As epífitas de sombra costumam ser mais prejudicadas que as de sol com a perda da qualidade do habitat por meio da fragmentação florestal (ALVARENGA et al., 2009b). Segundo PADMAWATHE et al., (2004), somente as espécies com adaptações para evitar a transpiração excessiva permanecem abundantes em ambientes perturbados.

As briófitas podem ser utilizadas não só como indicadoras de umidade como também da integridade da floresta, onde alguns grupos apresentam alta sensibilidade às mudanças estruturais da floresta, inclusive por meio de manejo florestal (FREGO, 2007). O grau de remoção das copas no manejo florestal causa um distúrbio, que afeta as características microclimáticas, principalmente as condições de umidade (HUMPHREY et al., 2002) e até mesmo a chuva oculta (ABOAL et al., 2000).

KIDRON (2005) observou que a orientação e o ângulo de inclinação exercem importante influência no controle de umidade proveniente da circulação das bacias aéreas e no número de horas que a vertente fica sombreada, principalmente no início da manhã. Em florestas tropicais este efeito deve ser ainda maior, devido à maior umidade atmosférica disponível. O efeito das vertentes pode ser importante no maior aporte de água proveniente do orvalho (KIDRON, 2005), afetando o microclima (MELLO, 2009) e consequentemente a distribuição das espécies.

JARVIS (1999) evidencia o importante papel das briófitas epífitas como coletoras de neblina nas regiões de montanha. A copa das árvores atua como uma zona de captura de nutrientes de origem atmosférica (OLIVEIRA e COELHO-NETTO, 2001) sendo importante na interceptação de chuvas e nevoeiros. A interação entre as epífitas e os nevoeiros, vem sendo estudada em vários ecossistemas. Na Costa Rica, a quantidade de água absorvida pelas briófitas epífitas apresentou variação quanto à posição da copa, o grau de exposição aos ventos predominantes e à radiação solar (TOBÓN et al., 2010).

Além da diferença na composição de espécies, observou-se em campo uma diferença no que tange à umidade retida pelas epífitas. Na VN percebeu-se que muitas espécies de briófitas e pteridófitas, apresentavam aspecto de baixa turgência, aparentando “enrugadas” por conta do estresse hídrico (Figura IV-15), enquanto que na VS estas plantas encontravam-se um pouco mais viçosas (Figura IV-16).



**Figura IV-15:** Pteridófitas “enrugadas” por falta de umidade, localizada na vertente norte de uma Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.



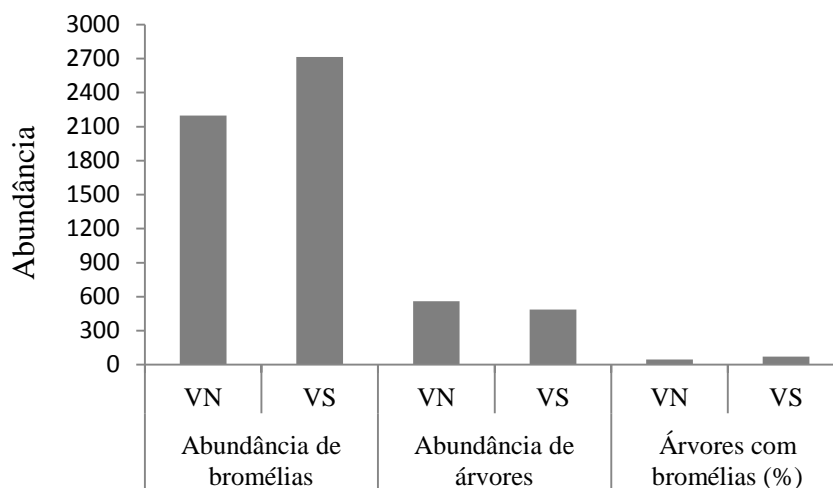
**Figura IV-16:** Aspecto mais “hidratado” das pteridófitas localizadas na vertente sul, do mesmo morro da figura anterior, em uma Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.

Os aspectos de turgescência das folhas citadas nas figuras acima representam o estado da vegetação epífita após 12 dias sem chuvas de acordo com os dados de precipitação coletados na área de estudo. Em épocas de seca, a umidade atmosférica pode ser o diferencial para sobrevivência e disseminação das espécies epífitas.

Em condições de baixa umidade relativa do ar as briófitas perdem água rapidamente e na ausência de chuva, apresentam teores de umidade menores que 8% (MULLIGAN et al., 2010). Proctor (2001) encontrou que algumas briófitas mesmo após 10-15 dias de dessecação, levam apenas de três a quatro horas para se reidratar sendo seu estado de dessecação totalmente reversível. Esta forma de equilíbrio rápida e direta entre o conteúdo de água da célula e o ambiente circundante, denomina estas plantas como poikilohídricas. Quando o ambiente está seco estas plantas perdem água e ressecam, mantendo, no entanto a capacidade de se reidratar logo após um aporte de umidade (SCHIPPERGES e RYDIN, 1998; OLIVER et al., 2005).

### **3.3. Abundância de bromélias epífitas**

Num total de 1.047 indivíduos arbóreos foram contabilizadas 4.913 bromélias somando as duas vertentes e os seis morros amostrados. Na VS foram contabilizadas 2.715 bromélias contra 2.198 na VN. Na VS as bromélias colonizam 487 indivíduos arbóreos e na VN 560 indivíduos. A abundância de árvores na VN superou em 60 indivíduos a VS embora a quantidade de bromélias na VN tenha sido menor (Figura IV-17).



**Figura IV-17:** Abundância de bromélias epífitas e quantidade de árvores medidas em 48 parcelas alocadas nas vertentes norte e sul, em fragmentos florestais de Mata Atlântica de Nova Friburgo – RJ.

Em mais da metade das árvores amostradas na VN (53,6%) não houve registro de bromélias epífitas, realidade diferente da VS onde apenas 28,7 % das árvores não apresentaram bromélias. Este resultado pode estar relacionado com o tipo de colonização por epífitas no tronco e copa das árvores, onde as árvores com maior acúmulo de matéria orgânica proporcionam melhor substrato para a colonização pelas plantas vasculares.

Quanto maior a idade da floresta maior o tempo para acúmulo desta matéria orgânica. A biomassa e diversidade da comunidade epifítica aumentam em direção às formações climáticas (OLIVEIRA, 2004). O fator idade da floresta altera a dinâmica da ciclagem de nutrientes, sendo as florestas antigas mais diversas em espécies e em interações ecológicas. Estudos comparativos entre uma Floresta Montana primária e uma secundária da Costa Rica, encontraram diferenças com relação à biomassa de raízes no solo, de copa e de epífitas nos galhos e troncos, onde os valores foram superiores as florestas primárias. Nelas a matéria orgânica morta acumulada sobre as copas representou 60% do material, que compunha as amostras de epífitas, enquanto que nas florestas secundárias, havia apenas traços de matéria orgânica nas amostras (NADKARNI et al., 2004). Em formações sucessionais da Ilha Grande – RJ com idades de 25 e 50 anos as áreas amostradas encontram-se quase desprovidas de bromélias (OLIVEIRA, 2002).

Além da idade, os fatores que promovem o aumento da abundância de epífitas incluem: alta umidade atmosférica, incidência de nevoeiros ao longo do ano, temperaturas moderadas e precipitação abundante (JARVIS e MULLIGAN, 2010). Geralmente estas condições são mais comuns nas partes altas das montanhas, afetando diretamente a composição de espécies e abundância de epífitas (HÄGER e DOHRENBUSCH, 2010).

A VS apresentou maior abundância de bromélias com 517 indivíduos a mais que na VN, embora tenha menor número de indivíduos arbóreos, ou seja, há mais bromélias por indivíduo na VS (média de 5,6 bromélias por árvore) do que na VN (média de 3,9 bromélias por árvore). Este resultado pode ter relação com o aporte de umidade proveniente da IH dos nevoeiros, que ocorre com mais intensidade na VS devido ao seu ângulo de exposição à entrada dos ventos.

Quando os morros e suas respectivas vertentes foram comparados foi observado que o padrão se repete com a VS apresentando maiores graus de colonização pelas bromélias (Tabela IV-3).

**Tabela IV-3:** Porcentagem de árvores colonizadas por bromélias em cada morro e suas respectivas vertentes.

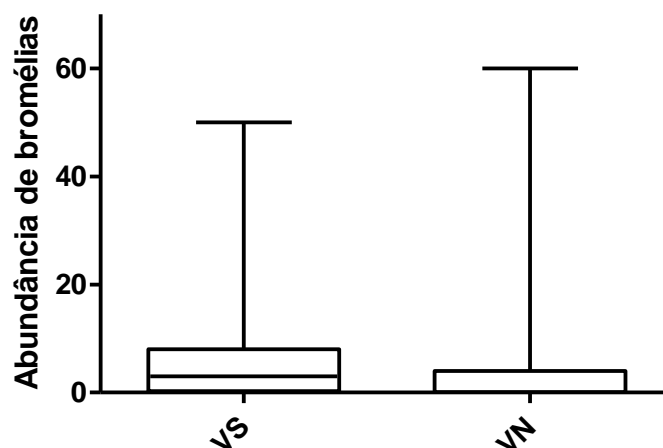
	Total de árvores	Árvores com bromélias (%)	Árvores sem bromélias (%)	Árvores com mais de 10 bromélias (%)
M1VS	96	71	25	30
M1VN	78	73	27	21
M2VS	44	86	14	53
M2VN	96	37	73	17
M3VS	65	75	25	51
M3VN	85	81	19	42
M4VS	68	90	10	31
M4VN	70	33	77	44
M5VS	91	48	52	7
M5VN	129	49	51	6
M6VS	129	67	33	8
M6VN	101	33	77	0

Na VS os morros M2 e M4 apresentaram a maior abundância de bromélias com 60,6 % do total de indivíduos de bromélias encontrados para esta vertente. Já para a VN os morros que apresentaram maior abundância de bromélias foi o M1 e M3 que somados representaram 68,6% do total de indivíduos encontrados nestas vertentes. Na VN quatro dos seis morros apresentaram mais de 50% das árvores desprovidas de colonização por bromélias, evidenciando que esta vertente apresenta menor oferta de atributos ambientais em relação a VS.

As duas árvores que apresentaram maior abundância de bromélias estão localizadas no M3. Dentre as VN, a M3VN a colonização por bromélias foi superior, contribuindo com 1.079 indivíduos. A árvore que se destacou pela colonização de bromélias nesta vertente, emergia sobre o dossel, com altura de 49 m, e 30 m de diâmetro de copa, 117 indivíduos de bromélias, distribuídos em quatro fustes da árvore com DAP de 99/60/75/99 cm, ICE=10. Na VS a árvore com a maior abundância de bromélias abrigou 60 indivíduos, em árvore de fuste único com DAP = 88 cm, copa de 18 m de diâmetro, altura de 39 m, ICE = 10.

Igualando o número de árvores (264 árvores por vertente), a média de colonização de bromélias foi de 6,5 na VS e 3,6 na VN. Além da maior abundância de bromélias, na VS 25 árvores (9,5%) são colonizadas por 20 bromélias ou mais, enquanto que na VN este número caiu para 13 árvores (4,9%). Ou seja, a VS proporcionou melhores condições para a colonização por bromélias nos forófitos.

Para comparação estatística entre a colonização por bromélias, os dados mostraram diferenças significativas entre as vertentes ( $p < 0,05$ ). O total de bromélias foi maior na VS com 1.718 bromélias contra 963 bromélias na VN (Figura IV-18).



**Figura IV-18:** Comparação estatística da colonização de bromélias em 264 árvores da vertente sul (VS) e 264 da norte (VN), em uma Floresta Montana de Nova Friburgo-RJ.

Alguns indivíduos arbóreos podem sozinhos abrigar dezenas de bromélias, além de outras epífitas (Figura IV-19). Na Serra dos Órgãos algumas árvores resistiram ao desmatamento, e hoje, se encontram isoladas em pastagens se tornando refúgio para uma infinidade de plantas epífitas, onde as bromélias e orquídeas se destacam. Estas árvores por serem altas e se destacar na paisagem, recebem fortes ventos permitindo a dispersão das epífitas a grandes distâncias (MILLER et al., 2006).



**Figura IV-19:** Indivíduo arbóreo da vertente sul, repleto de bromélias e outras epífitas colonizando sua copa, em um trecho de Floresta Montana, RJ.

No geral as bromélias epífitas apresentaram distribuição das populações maiores do que as bromélias terrestres (KESSLER, 2002), e apresentam um padrão de distribuição agregado de suas populações para a maioria das espécies de uma floresta secundária (VANDUNNÉ, 2002). As bromélias sofrem alteração em sua densidade populacional em função das distintas feições geomorfológicas e microclimáticas como: fundos de vale,

divisores de bacias, gradientes altitudinais e orientação de encostas (OLIVEIRA, 2004). Em menor escala, no próprio forófito há distinção entre epífitas de sol, que colonizam a ponta dos galhos e espécies que preferem ocupar o interior da copa (GONÇALVES e WAECHTER, 2002).

A umidade e luminosidade são fatores importantes que determinam a ocorrência de epífitas (MEDEIROS, 2010). Em florestas de neblina da Venezuela as bromélias foram as mais representativas, principalmente as do gênero *Tilandsia* spp. que absorvem umidade por escamas presentes em suas folhas (ENGWALD et al., 2000). Porém, as bromélias também podem ser adaptadas a ambientes ensolarados. Vandunné (2002) encontrou maior abundância de bromélias nas árvores mais expostas ao sol. Maiores exposições ao sol contribuem para o aumento da temperatura, das taxas evaporação e redução da umidade, causando flutuações na disponibilidade de água (PATIÑO e GONZÁLES-MANCEBO, 2011).

Como estratégia de sobrevivência devido às flutuações na oferta de água nos ecossistemas, as bromélias desenvolveram mecanismos de armazenamento de água em suas folhas (RIBEIRO, 2004), tornando-se fonte de água livre para o ecossistema. Esta fonte apresenta capacidade de armazenamento variável em função do tipo de espécie (COGLIATTI-CARVALHO et al., 2010). Segundo Miller et al. (2006) a evaporação da água contida na roseta das bromélias epífitas alivia o estresse que as orquídeas sofrem durante o período de seca.

Por causa da sua importância ecológica, as epífitas e seus usos como bioindicadores de monitoramento ambiental, devem ser aprimorados cientificamente, pois tem um importante papel nas atividades de planejamento ambiental sustentável. Descrever e analisar comunidades regionais com base em critérios científicos torna-se fundamental para a conservação da biodiversidade e um pré-requisito para o manejo sustentável dos ecossistemas tropicais de montanha (CHAVERRI e HERNANDEZ, 1995; HIETZ, 1999; GRADSTEIN et al., 2001a).

#### 4. CONCLUSÕES

As epífitas mostraram-se eficientes indicadoras de umidade, se adaptando às ofertas de atributos ambientais locais, onde os musgos mostraram-se melhores indicadores de umidade enquanto que os líquens indicam condições mais secas. O fator orientação das vertentes é um atributo fundamental na determinação das condições abióticas locais, condicionando a colonização de espécies epífitas. Os ambientes mais úmidos (VS) favoreceram a colonização dos musgos sobre os troncos de forma mais homogênea, enquanto que na VN eles crescem preferencialmente em locais de maior acúmulo de substrato. A menor quantidade de musgos e bromélias na VN torna-as menos aptas para retenção de umidade e formação de microclima apropriado para regeneração das espécies florestais. A VS com seu posicionamento frontal em relação à entrada de ventos úmidos se apresentou mais apta ao armazenamento de umidade nas épocas de seca, devido a maior cobertura de suas árvores por musgos e maior colonização por bromélias tanque em suas copas. Nestas vertentes, o plantio de espécies cuja morfologia favoreça a captação dos nevoeiros, pode favorecer a colonização pelas epífitas, aumentando os serviços ambientais hidrológicos prestados.



## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS

Os dados obtidos neste trabalho indicaram que o escoamento das massas de ar em regiões de alta montanha adquire características específicas, onde o efeito orográfico potencializa a IH em alguns locais. O uso de bioindicadores (arquitetura dos fragmentos florestais, preferências ecológicas das espécies, e biomassa epifítica) se mostrou uma ferramenta eficiente para determinar as zonas de umidade das bacias hidrográficas. As medidas *in situ* da IH indicaram que nas regiões de fundo de vale onde os fluxos tendem a ser menos intensos a água interceptada representou aporte de 6,23% da precipitação para o mês mais seco. Nas copas das árvores a incidência de nevoeiros apresenta outra magnitude o pode representar um aporte de água ainda maior. A IH dos nevoeiros nas Florestas Montana da Serra do Mar é uma fonte alternativa de água para os ecossistemas e deve ser entendida como um serviço ambiental hidrológico importante nos processos de planejamento dos Planos Diretores de desenvolvimento sustentável dos municípios. A incorporação deste fator nos respectivos planos diretores pode aumentar a oferta de água na bacia e juntamente com o manejo adequado do solo garantir a perenidade dos recursos hídricos na região. O aporte de água via IH contribui para a manutenção das espécies na época de ausência de chuvas, principalmente espécies epífitas. A bacia hidrográfica apresenta setores hidrológicos diferenciados que se distinguem pela diferença nos fluxos do balanço hídrico, ou seja, os setores que interceptam frontalmente os ventos úmidos são localizados nas cabeceiras das bacias, e apresentam planícies de inundação à jusante tendendo a contribuir mais com o fluxo de base e perenidade dos rios. Estas áreas devem ser priorizadas como captadoras de água para serviço comunitário, visto que geram serviços hidrológicos com mais eficiência. A espacialização destas áreas deve fazer parte do zoneamento ambiental dos municípios e seus respectivos planos diretores. Neste aspecto, o maior aporte de umidade nas vertentes voltadas para o sul deve ser utilizado como indicador para priorizar áreas a serem restauradas com objetivos de aumento do reforço de umidade para o balanço hídrico das bacias. Os dados evidenciaram a importância de se investir na preservação das florestas nestas áreas de cabeceira, principalmente nas bacias costeiras que possuem vocação hidrológica para recarregar os aquíferos e abastecer as bacias à jusante, voltadas para o rio Paraíba do Sul. A manutenção da vegetação florestal nestes setores deve ser estimulada, aumentando as taxas de IH e induzindo a precipitação por meio da chuva oculta. No caso da cobertura por pastagens, o porte da vegetação interfere diretamente nas taxas de IH e chuva oculta, reduzindo-as drasticamente quando comparadas às florestas. O aumento da cobertura florestal nas áreas de maior IH, além de promover melhorias hidrológicas, pode por meio do enriquecimento com espécies economicamente viáveis como o palmito-jussara (comercialização da polpa), gerar renda para as populações locais. Outro aspecto econômico importante é priorização destas áreas como fornecedoras de serviços ambientais hidrológicos, estimulando a implantação de pagamento por serviços ambientais no município, tornando os proprietários de terra coadjuvantes no processo de restauração/conservação das nossas florestas gerando equilíbrio das funções ambientais e perpetuação da biodiversidade dos ecossistemas florestais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta bot. bras.**, v.18, n.3, p. 659-669. 2004.
- 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, p.277-289. 2002.
- FERREIRA, L. V.; SALOMÃO, R. DE P.; MATOS, D. L. M.; 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, 6(3): 295-306, 2011.
- CHUST, G., J. CHAVE, R. CONDIT, S. AGUILAR, S. LAO ; R. PÉREZ,. Determinants and spatial modeling of tree beta –diversity in a tropical forest landscape in Panama. **Journal of Vegetable Science** 17: 83-92. 2006
- ABOAL, J. R.; JIMÉNEZ, M. S.; MORALES, D.; GIL, P. Effects of thinning on throughfall in Canary Islands pine forest- the role of fog. **Journal of Hydrology**, v.238, p. 218-230. 2000.
- AB’SABER, A. A Serra do Japi, sua origem geomorfológica e a teoria dos refúgios. *In: História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal do Sudeste do Brasil.* MORELLATO, L. P. (org.) Ed. Unicamp/ FAPESP. Campinas. 1992, p.12-23.
- ACEBEY, A.; KROMER, T.; MAASS, B. L.; KESSLER, M. Ecoregional distribution of potentially useful species of Araceae and Bromeliaceae as non-timber forest products in Bolivia. **Biodivers. Conserv.**, v. 19, p. 2553–2564, 2010.
- ACETO, M.; ORNELLA, A.; CONCA, R.; MALANDRINO, M.; MENTASTI, E.; SARZANINI, C. The use of mosses as environmental metal pollution indicators. **Chemosphere**, v.50, p. 333-342, 2003.
- ADAMO, P. GIORDANO, S.; VINGIANI, S.; COBIANCHI, R. C.; VIOLANTE, P. Trace element accumulation by moss and lichen exposed in bags in the city of Naples (Italy). **Environmental pollution**, v.122, p.91-103, 2003
- AGEVAP- Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo. Caderno de ações Caderno de Ações, Área de Atuação do BNG-2.** AGEVAP/COOPETEC. Rio de Janeiro, RJ., 119 p. 2007
- ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional de Campos Gerais, Paraná.** 2008. 72f. Dissertação (Mestrado em Gestão do território), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná-PR, 2008.
- ALVARENGA, L. D. P.; PÔRTO, K. C. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. **Biol Conserv**, v.34, n.3, p.415–427, 2007.
- ALVARENGA, L. D. P.; PÔRTO, K. C.; OLIVEIRA, J. R. P. M. Habitat loss effects on spatial distribution of non-vascular epiphytes in a Brazilian Atlantic forest. **Biodivers Conserv**, v.19, n.3, p. 619-635, 2009a.
- ALVARENGA, L. D. P.; PÔRTO, K. C.; SILVA, M. P. P. Relations between regional-local habitat loss and metapopulation properties of epiphyllous bryophytes in the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 41, n. 6, p.682-691, 2009b.

- ALVES, S. R. **Avaliação dos resíduos de agrotóxicos organofosforados e carbamatos por metodologia enzimática no Córrego de São Lourenço, Nova Friburgo-RJ, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). 2000. 55f. Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro-RJ, 2000.
- ANDRÉ, R. G. B.; MARQUES, V. da S.; PINHEIRO, F. M. A.; FERRAUDO, A. S. Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.4, p. 501-509, 2008.
- ASCHAN, G.; JIMENEZ, M. S.; MORALES, D.; LOSCH, R. Microclimatic aspects of a Laurel forest at Tenerife. **Vieraea**, v. 28, p. 15-29, 1994.
- ATAROFF, M.; RADA, F., Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean cloud forest. **Ambio**, Stockholm, v.29, p. 440–444, 2000.
- BARBOZA, R. S.; BORGES A C.; BOCHNER, J.K.; VALCARCEL, R. Interceptação em Floresta de altitude na Serra do Mar, Rio de Janeiro. *In: Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ*, XIV. Trabalho completo ..., p.317 – 322, V.14, n.2, UFRRJ, Seropédica, RJ (30/11 – 02/12/ 2004). ISSN 1518-5680, CD-ROM. 2004
- BARBOZA, R. S. **Caracterização das Bacias Aéreas e Avaliação da Chuva Oculta nos Contrafortes da Serra do Mar.** 2007. 54 f. Seropédica, Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural do rio de Janeiro, 2007.
- BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G.; (Ed.). **Árvores de São Mateus do Sul e região.** Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. 356 p.
- BARROS, F. A. de. **Efeito de borda em fragmentos de Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ.** 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Universidade Federal Fluminense, Niterói- RJ, 2006.
- 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. **Biodivers Conserv.**, v. 20, p.3413–3433, 2011.
- BITENCOURT, D. P.; ACEVEDO, O. C.; MORAES, O. L. L.; DEGRAZIA, G. A. A interação do vento local no interior de um vale com o escoamento de grande escala – análise de dois estudos de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.4, p.436- 447, 2009.
- BOCHNER, J. K. **Proposta metodológica para identificação de áreas prioritárias para recomposição florestal – Estudo de caso: Bacia hidrográfica do rio Macacu/RJ.** 2010. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2010.
- BONAN, G.; GORDON, B. **Ecological Climatology: concepts and applications.** Cambridge University Press: New York, U.S.A. 2002, 676 p.
- BRASIL, 1970. **Observações Meteorológicas** – Mod. DMA – 1100, período de 1931 a 1970.
- BRAUN, R. **Desenvolvimento ao ponto sustentável: novos paradigmas ambientais.** Ed. Vozes. Petrópolis - RJ, , 183p. 2001
- BROKAW, N.; THOMPSON, J. The H for DBH. **Forest Ecology and Management** v.129, p. 89-91, 2000.
- BROVKIN, V. Climate-vegetation interaction. **J. Phys.** v. 12, p. 52-57, 2002.

- BROWN, M. B.; de La ROCA, I.; VALLEJO, A. **A valuation analysis of the role of cloud forests in watershed protection, Sierra de las Minas Biosphere Reserve, Guatemala and Cusuco N.P., Honduras.** Philadelphia, PA: RARE Center for Tropical Conservation. 1996.
- BRUIJNZEEL, L. A. Hydrology of tropical montane cloud forests: a re-evaluation. In: J. S. Gladwell, ed. **Proceedings of the Second International Colloquium on Hydrology of the Humid Tropics.** Panama City, Panama, CATHALAC, 2000.
- BRUIJNZEEL, L. A. Hydrology of tropical montane cloud forests: A Reassessment. **Land Use and Water Resources Research**, v.1, pp. 1.1-1.18, 2001.
- BRUIJNZEEL, L. A.; PROCTOR, J. Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? In: **Tropical Montane Cloud Forests.** Ecological Studies 110. Springer, New York, 1995. p 38–78.
- BRUIJNZEEL, L. A.; HAMILTON, L. S. Decision time for cloud forests. **IHP Humid Tropics Programme Series No.13.** Paris, France, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2000.
- BUBB, P.; ALDRICH, M.; SAYER, J. Tropical montane cloud forests - time for action. **Unasylva**, v. 208, p. 36-38, 2002.
- BUSINGER, S.; GRAZIANO, T. M.; KAPLAN, M. L.; ROZUMALSKI, R. A. Cold air cyclogenesis along the Gulf-Stream front: Investigation of adiabatic impacts on cyclone development, frontal structure and track. **Meteor. Atmos. Phys.**, v. 88, p. 65-90, 2005.
- BYERLE, L. A.; PAEGLE, J. Description of the seasonal cycle of low-level flows flanking the Andes and their interannual variability. **Meteorologica**, v. 27, p. 71–88, 2002.
- CAIAFA, A. N.; MARTINS, F. R. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. **Biodivers. Conserv.**, v.19, p.2597–2618, 2010.
- CAMARGO, J. A. On measuring species evenness and other associated parameters of community structure. **Oikos**, v. 74, p. 538–542, 1995.
- CAMARGO, R. 2004. **Meteorologia Sinótica.** Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA11/AULA11.HTML>, acessado em 27/01/2010.
- CARNEIRO, R.M.A. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde humana.** 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2004.
- CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E. ; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; GRANATE de SÁ, J. J.; MARQUES,M.; CARVALHO,W. A. C. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta bot. bras.**, v.19, n.1, p. 91-109, 2005.
- CARVALHO,W. A. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L.; CURI, N. Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.30, n.2, p.315-335, 2007.
- CATHARINO, E. L. M; BARROS, F. Orquídeas do maciço da Juréia e arredores. In: MARQUES, O.A.V.; DULEBA, W. (Ed.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna.** Ribeirão Preto: Holos, 2004. p. 152-161.

- CAVALCANTI, I. F. A. **Um estudo sobre interações entre sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais**. 1982. 133 f. (Dissertação em Meteorologia) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos – SP, 1982.
- CAVELIER, J., JARAMILLO, M., SOLIS, D., DE LEÓN, D., Water balance and nutrient inputs in bulk precipitation in tropical montane cloud forest in Panama. **Journal of Hydrology**, v.193, p. 83–96, 1997.
- CAVELIER, J. Environmental factors and ecophysiological processes along altitudinal gradients in wet tropical mountains. In: MULKEY, S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. (Eds.). **Tropical forest plant ecophysiology**. Chapman and Hall: New York, New York. 1996, p. 399–436.
- CAVELIER, J. Environmental factors and ecophysiological processes along altitudinal gradients in wet tropical mountains. In: MULKEY, S.S.; CHAZDON, R.L.; SMITH, A.P. (Eds.) **Tropical forest plant ecophysiology**. Chapman and Hall: New York, NY, 1995, 399-439p.
- CAVELIER, J.; SOLIS, D.; JARAMILO, M. A. Fog interception in montane forest across the central cordillera of Panamá. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, p. 357-369, 1996.
- CHAVERRI, A.; HERNÁNDEZ, O. Ecology and management in montane oak forests: an option for conserving biodiversity. In: Churchill S.P., Balslev H., Frereo E. and Luteyn J.L. (eds), **Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests**. New York Botanical Garden, New York, 1995, p. 609– 618.
- CHAVERRI, A.; HERNÁNDEZ, O. Ecology and management in montane oak forests: an option for conserving biodiversity. In: Churchill S.P., Balslev H., Frereo E. and Luteyn J.L. (eds), **Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests**. New York Botanical Garden, New York – NY, 1995, p. 609– 618.
- CHEN, S. H.; LIN, Y. L. Orographic effects on a conditionally unstable flow over an idealized three-dimensional mesoscale mountain. **Meteorol. Atmos. Phys.**, v.88, p. 1–21, 2005.
- CLARK, K. L.; NADKARNI, N. M.; SCHAEFERS, D.; GIOLZ, H. L. Atmospheric deposition and net retention of ions by the canopy in a tropical Montane forest, Monteverde, Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 1-19, 1997.
- COGLIATTI-CARVALHO, L.; ROCHA-PESSOA, T. C.; NUNES-FREITAS, A. F.; ROCHA, C. F. D. Volume de água armazenado no tanque de bromélias, em restingas da costa brasileira. **Acta bot. bras.**, v. 24, n. 1, p. 84-95, 2010.
- Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução Conama nº 20**, de 18 de junho de 1986
- Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 06 de 1994.
- CORRÊA, M. P. **Influência da radiação solar na regeneração natural de Mata Atlântica**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). 2008. 48 f. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica- RJ, 2008.
- CORTINES, E. **Funcionamento Hidrológico de Nascentes em Microbacias Instáveis, Barra de Guaratiba – RJ**. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.
- CORTINES, E.; PEREIRA, A. L.; SANTOS, P. R. O., SANTOS, G. L.; VALCARCEL, R. Vegetação Arbórea em Vertentes com Orientação Norte e Sul na Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n.4, pp. 428-437. 2011.

- COTTAM, G.; CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**, v. 37, n. 3, p. 451-460, 1956.
- CPRM. Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo e mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM. 2001. **Cd-rom**.
- DALANESI, P.E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta bot. bras.**, v.18, n.4, pp. 737-757. 2004.
- DAWSON, T. E. Fog in California redwood forest: ecosystem inputs and use by plants. v. 117, p.476-485, 1998.
- DERECZYNSKI, C. P.; OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, C. O. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, p. 24-38, 2009.
- DIAS, M. A. F. da S. Sistemas de mesoescala e previsão de tempo a curto prazo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.2, p. 133-150, 1987.
- DITTRICH, V. A. de O.; WAECHTER, J. L.; SALINO, A. Species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil. **Acta bot. bras.**, v. 19, n.3, p. 519-525, 2005.
- DUBUISSON, J.Y.; HENNEQUIN, S.; RAKOTONDRAINIBE, F.; SCHNEIDER, H. Ecological diversity and adaptive tendencies in the tropical fern *Trichomanes* L. (Hymenophyllaceae) with special reference to climbing and epiphytic habits. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.142, p. 41-63, 2003.
- EAGER C.; ADAMS, M. B., **Ecology and Decline of Red Spruce in the Eastern United States**. Springer-Verlag, 1992.
- EMATER-RJ. **Levantamento da microbacia de São Lourenço: Nova Friburgo, RJ**. Mimeografado, 1994.
- ENGWALD, S.; SCHMIT-NEUERBURG, V.; BARTHLOTT, W. (2000): Epiphytes in rain forests of Venezuela - diversity and dynamics of a biocenosis. In: BRECKLE, S. W.; SCHWEIZER, B.; ARNDT, U. (Eds.): **Results of worldwide ecological studies**. Proceedings of the 1st Symposium by the A.F.W Schimper-Foundation - from H. and E. Walter - Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim, Verlag Günter Heimbach (ISBN 3- 9805730-2-8), 2000, p. 425-434.
- ESCOBAR, G. C. J. Padrões sinóticos associados a ondas de frio na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.2, 241-254, 2007.
- EUGSTER, W.; BURKARD, R.; HOLWERDA, F.; SCATENA, F.N.; BRUIJNZEEL, L.A.S. Characteristics of fog and fogwater fluxes in a Puerto Rican elfin cloud forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.139, p. 288-306, 2006.
- EUGSTER, 2008.
- EVANS, G.C. Model and measurement in the study of woodland light climates. In: **Light as an ecological factor**. BAINBRIDG, R.; EVANS, G. C.; RACKHAM, O. (eds), 1965, p. 53-76.
- FERNANDES, I. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. **Pesquisa Botânica**, v.50, p. 5-26, 2000.

- FERRASSOLI, M.A. **Geologia do Maciço Granítico dos Frades, Parque Estadual dos Três Picos, Nova Friburgo - Teresópolis, (RJ)**. 2006. 65 f. Monografia (Graduação em Geologia), Universidade do Estado do Rio de Janeiro - RJ, 2006.
- FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; DALLAROSA, R. L. G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.35, n.1, p.55 – 62, 2005.
- FIDERJ. Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro. **Indicadores climatológicos do Estado do RJ** Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SIPE (Sistema de Informações Para o Planejamento Estadual), 1978, 155 p.
- FIGUEROA, S. N.; SATYAMURTY, P.; SILVA DIAS, P.L. Simulations of the summer circulation over the South American region with an eta coordinate model. **J. Atmos. Sci.**, v.52, p.1573–1584, 1995.
- FIGUEIREDO, P.H.A.; MIRANDA, C.C.; MATEUS, F.A.; VALCARCEL, R. Avaliação do potencial seminal da *Cecropia Pachystachya* Trécul no banco de sementes do solo de um fragmento florestal em restauração espontânea na Mata Atlântica, Pinheiral – RJ. **RevBio.**, v.17, n.2, pp. 43-51. 2011.
- FISCHER, D.T.; STILL, C.J.; WILLIAMS, A.P. Significance of summer fog and overcast for drought stress and ecological functioning of coastal California endemic plant species. **Journal of Biogeography**, v. 36, p. 783–799, 2009.
- FORZZA, R. C.; LEITMAN, P. M.; COSTA, A. F.; CARVALHO, JR. A. A.; PEIXOTO, A. L.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D. P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H. C.; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M. N.; MAMEDE, M. C.; BASTOS, M. N. C.; MORIM, M. P.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T. B.; SOUZA, V. C. Introdução. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em [www.jbrj.gov.br](http://www.jbrj.gov.br), acessado em: 15/12/2011.
- 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 Brasil. Bot.**, v.27, n.1, p.19-30, 2004.
- FREGO, K.A. Bryophytes as potential indicators of forest integrity. **Forest Ecology and Management**, v.242, p.65–75, 2007.
- FRIEDL, T.; BÜDEL, B. Photobryonites, In: **Lichen biology**. NASH, T. H. (ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 2008. p. 9-26.
- FU, P.; RICH, P.M. A geometric solar radiation model with applications in agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 37, p. 25-35, 2002.
- GABRIEL, G.; JAUZE, L. Fog water interception by *Sophora denudata* trees in a Reunion upper-montane forest, Indian Ocean. **Atmospheric Research**, v.87, p. 338–351, 2008.
- GARCIA-SANTOS, G.; MARZOL, M. V.; ASCHAN, G. Water dynamic in laurel montane cloud forests in the Garadonay National Park (Canary Island, Spain). **Hydrology and Earth System Science**, v.8, n.6, p.1065-1075, 2004.
- GARCIA-SANTOS, G. **An ecohydrological and soil study in a montane cloud forest in the National Park of Garajonay, La Gomera (Canary Island, Spain)**. Ph.D. thesis, VU University Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands. 2007.

- GIGNAC, L. D.; DALE, M. R. T. Effects of fragment size and habitat heterogeneity on cryptogam diversity in the low-boreal forest of western Canada. **Bryologist**, v.108, p. 50–66, 2005.
- GONÇALVES, C.N.; WAECHTER, J. L. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do rio grande do sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta botânica Brasilica**, v. 16, n. 4, p. 429-441, 2002.
- GONZALES, J. Monitoring cloud interception in a Tropical Montane Cloud forest in of the Southwestern Colombian Andes. **Advances in Environment monitoring and Modeling**, v. 1, n.1, p. 97-117, 2000.
- GRADSTEIN, S. R.; CHURCHILL, S. P.; SALAZAR, A. N. Guide to the bryophytes of tropical America. **Mem. NY Bot. Garden**, v. 86, p. 1–577, 2001.
- GRADSTEIN, S. R. Epiphytes of tropical montane forests – impact of deforestation and climate change. In: GRADSTEIN, S. R.; HOMEIER, J.; GANSERT, D. (eds.). **The Tropical Mountain Forest-Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot**. Biodiversity and Ecology Series, Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology. v. 2, p. 51-66, 2008.
- GRIMM, A. M.; PAL, J. S.; GIORGI, F. Connection between Spring Conditions and Peak Summer Monsoon Rainfall in South America: Role of Soil Moisture, Surface Temperature, and topography in Eastern Brazil. **Journal of Climate**, v. 20, p. 5929-5945. 2007.
- GRUBB, P. J.; WITHMORE, P. C. A comparison of mountain and lowland rain forest in Ecuador. **Journal of Ecology**, v.54, p. 303-333, 1966.
- HABER, W. A. Plants and vegetation. In: NADKARNI, N.; WHEELWRIGHT, N. (eds.) **Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest**. Oxford Univ. Press: New York-NY. 2000, p. 39-70.
- HÄGER, A.; DOHRENBUSCH, A. Structure and dynamics of tropical montane cloud forest under contrasting biophysical conditions in north-western Costa Rica. In: BRUIJINZEEL, L. A.; SCATENA, F. N.; HAMILTON, L. S. (eds.) **Tropical montane cloud forest: science for conservation and management**. New York. Cambridge University Press, 2010. p. 208-216.
- HAHEL, F.J. The hierarchical nature of community persistence: a problem of scale. **Am. Nature**, v.136, p. 328–344, 1990.
- HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. 1995. The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: introduction and workshop synthesis. In: **Tropical montane cloud forests** HAMILTON, L.S.; JUVIK, J.O.; SCATENA, F.N. (eds). Springer Verlag, New York, p. 1-23.
- HARRIS, G. P. The Ecology of Corticolous Lichens. III. A Simulation Model of Productivity as a Function of Light Intensity and Water Availability. **Journal of Ecology**, v.60, p.19-40, 1972.
- HEILBRON, M.; MOHRIAK, W.; VALERIANO, C. M.; MILANI, E. J.; ALMEIDA, J.; TUPINAMBÁ, M. From collision to extension: the roots of the southeastern continental margin of Brazil. In: MOHRIAK, W.; TALWANI, M. (eds.): **Atlantic Rifts and Continental Margins. American Geophysical Union Geophysical Monograph**, v. 115, p.1-31, 2000.
- HIETZ, P. Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. **Pure Appl. Chem.**, v.70, p. 2114, 1999.
- HIETZ, P.; BRIONES, O. Correlation between water relations and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. **Oecologia**, v. 114, p. 305-316, 1998.



- HOLDER, C. D. The hydrological significance of cloud forests in the Sierra de las Minas Biosphere Reserve, Guatemala. **Geoforum**, v.37, p. 82-93, 2006.
- HOLL, K. D. Factors Limiting Tropical Rain Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil. **Biotropica**, v. 31, n. 2, p. 229-242, 1999.
- HOLZ, I.; GRADSTEIN, S. R. Cryptogamic epiphytes in primary and recovering montane oak forest of Costa Rica – species richness, community composition and ecology. **Plant Ecology**, v. 179, p.89-109, 2005.
- HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.13, p.201-228, 1982.
- HUMPHREY, J. W., DAVEY, S., PEACE, A. J., FERRIS, R., HARDING, K., Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. **Biol. Conserv.**, v.107, p. 165–180, 2002.
- HYLANDER, K. Aspect modifies the magnitude of edge effects on bryophyte growth in boreal forests. **J. Appl. Ecol.**, v.42, p. 518–525, 2005.
- INEA-Instituto Estadual do Ambiente, **Plano de Manejo do Parque Estadual dos Três Picos-PETP**. 1ª revisão. Governo do Estado do Rio de Janeiro. 2009. 655 p.
- INGRAHAM, N. L.; MATTHEWS, R. A. Fog drip as a source of groundwater recharge in Northern Kenya. **Water Resour. Res.**, v. 24, p. 1406–1410, 1988.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Características de grande escala associadas a eventos extremos na Serra do Mar**. Disponível em: [www.serradomar.cptec.inpe.br/caracteristicas.shtml](http://www.serradomar.cptec.inpe.br/caracteristicas.shtml)>; acesso em: julho de 2011.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. **The American Naturalist**, v.194, n.904, p.501-528,1970.
- JARVIS, A. **Quantifying the hydrological role of cloud deposition onto epiphytes in a tropical montane cloud forest, Colombia**. 250 f. 1999. Dissertation King`s College London, 1999.
- JARVIS, A.; MULLIGAN, M. The climate of cloud forests. In: eds. BRUIJINZEEL, L.A.; SCATENA, F.N.; HAMILTON, L.S. **Tropical montane cloud forest: science for conservation and management**. New York. Cambridge University Press, 2010, p. 39-56.
- JOHNSON, G. N.; RUMSEY, F. J.; HEADLEY, A. D.; SHEFFIELD, E. Adaptation to extreme low light in the fern *Trichomanes speciosum*. **New phytologist**, v. 148, p.423-431, 2000.
- JUNIOR, P. C. P. F. **Anatomia ecológica comparada de folhas de Guapira opposita (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae) na vegetação de restinga e na Floresta Ombrófila Densa**. 1994. 69 f. (Dissertação) Universidade Federal de Santa Catarina- SC, 1994.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: (Org.) KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 1ª edição revisada. 2008, p. 27-48.
- KAPPELLE, M. Tropical montane forests. In: BURLEY, S.; EVANS, J.; YOUNGQUIST, J. A. (eds.). **Encyclopedia of forest sciences**. Elsevier: Oxford, England. 2004. p. 1782-1793, 2004.

- KEEL, S. The ephemeral biomass of Peru. **Nature Conservancy Mag.**, v.37, n.5, p. 16-20, 1987.
- KELLY, D. L.; TANNER, E. V. J.; NICLUGHADHA, E. M.; KAPOS, V. Floristics and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. **Journal of Biogeography**, v.21, p.421-440, 1994.
- KELLY, D. L.; TANNER, E. V. J.; NICLUGHADHA, E. M.; KAPOS, V. Floristics and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. **Journal of Biogeography**, v. 21, p. 421-440, 1994.
- KESSLER, M. Environmental Patterns and Ecological Correlates of Range Size among Bromeliad Communities of Andean Forests in Bolivia. **The Botanical Review**, v. 68, n.1, p. 100-127, 2002.
- KIDRON, G. J. Angle and aspect dependent dew and fog precipitation in the Negev desert. **Journal of Hydrology**, v.301, p. 66–74, 2005.
- KNOLL, D.; SCHREIBER, L. Plant-microbe interactions: wetting of ivy (*Hedera helix* L.) leaf surfaces in relation to colonization by epiphytic microorganisms. **Microbial Ecology**, v. 41, p. 33–42, 2000.
- KOHLER, L.; TÓBON, C.; FRUMAU, K. F. A.; BRUIJINZEEL, L. A. Biomass and water storage dynamics of epiphytes in old-growth and secondary montane cloud forest stands in Costa Rica. **Plant Ecology**, v.193, p. 171-184, 2007.
- KÖRNER, C.; OHSAWA, M. Mountain systems. In: HASSAN, R.; SCHOLLES, R.; ASH, N. (eds.) **Ecosystems and human well-being: current state and trends. Findings of the Conditions and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment**. Island Press: Washington DC, 2005, p.681-716.
- KOZERA, C.; RODRIGUES, R.R.; DITTRICH, V.A. de O. Composição florística do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Densa Montana, Morretes, PR, Brasil. **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 323-334, 2009.
- KURTZ, B.C.; ARAÚJO, D.S.D. de. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.51, n.78/115, p. 69-112. 2000.
- KURTZ, B. C.; SÁ, C. F. C.; SILVA, D. O. Fitossociologia do componente arbustivo-arbóreo de florestas semidecíduas costeiras da região de Emerenças, Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n.1, p.129-146, 2009.
- LACERDA, M. S. **Composição florística e estrutura de uma comunidade arbórea num gradiente altitudinal da Mata Atlântica**. 2001. 134 f. Tese (Doutorado em xxxxxx), Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2001.
- LAURANCE, W.F. Conserving the hottest of the hotspots. **Biological Conservation**, v.142, p. 1137, 2009.
- LAWTON, R.O.; NAIR, U. S.; PIELKE, R.A.; WELCH, R.M. Climatic Impact of Tropical Lowland Deforestation on Nearby Montane Cloud Forests. **Science**, v. 294, p. 584-587, 2001.
- LENTERS, J.D.; COOK, K.H. Simulation and diagnosis of the regional summertime precipitation climatology of South America. **J. Climate**, v.8, p.: 2988–3005, 1995:
- LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R. Diversidade de plantas vasculares na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C., GUEDES-BRUNI, R. R. (Ed.). **Serra de**

- Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas, Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 1997. p.29-39.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Vol. 1. 4ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Vol. 2. 4ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 1998. 352 p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Vol. 3. 4ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2009. 384 p.
- LORENZI, H.; KAHN, F.; NOBLICK, L.R.; FERREIRA, E. **Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras).** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2010. 368p.
- MACIEL, M. N. M; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R. YAMAJI, F. M. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 4, n. 1, p. 101-114, 2002.
- MANDL, N.; LEHNERT, M.; KESSLER, M.; GRADSTEIN, S. R. A comparison of alpha and beta diversity patterns of ferns, bryophytes and macrolichens in tropical montane forests of southern Ecuador. **Biodivers. Conserv.**, v.19, p. 2359–2369, 2010.
- MARCELLI, M. P. 1992. Ecologia Liquênica dos Manguezais do Sul-Sudeste Brasileiro. **Bibliotheca Lichenologica**, v. 47, p. 1-312.
- MARCONDES, A. C. **Ecologia.** São Paulo, Atual Editora, 210p, 1996.
- MARQUES, O.; TIENNE, L.; CORTINES, E.; VALCARCEL, R.. Atributos ambientais definidores de presença de fragmentos florestais de Mata Atlântica em microbacias instáveis. EDUR. **Revista Universidade Rural Série Ciências da Vida.** v. 24, n. 2, p.145-150, 2004.
- MATA, A.P. **Legislação Ambiental e uso atual do solo: o caso da microbacia do córrego São Lourenço, Nova Friburgo- RJ.** 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Federal Fluminense. Niterói- RJ, 2006.
- MAY, R. M. Ecology and evolution of communities. In: CODY, M.L., DIAMOND, J.M. (eds.), **Ecology and Evolution of Communities.** Harvard University Press, Cambridge, MA, USA. 1975.
- Mc NEELY, J. A.; MILLER, K. R.; REID, W. V.; MITTERMEIER, R. A.; WERNER, T. B. Conserving the world's biological diversity. The World Bank, 1990. 193 p.
- MEDEIROS, T. D. S. **Distribuição vertical de orquídeas epífitas e relação com os forófitos na APA Ilha do Combu, Belém, Pará, Brasil.** 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical), Universidade Federal Rural da Amazônia – PA, 2010.
- MEIRA-NETO, J. A. A.; RÊGO, M. M.; COELHO, D. J. S. S.; RIBEIRO, F. G. Origem, sucessão e estrutura de uma floresta de galeria periodicamente alagada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.561-574, 2003.
- 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 bot. bras.**, v.19, n.3, p. 473-486, 2005.
- MELLO, T. F. **Estrutura da vegetação, cobertura florestal e preferências de uso da paisagem associadas a vertentes: as quaseflorestas de São Luiz do Paraitinga.** 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

- MENDONÇA FILHO, C. V.; TOZZI, A. M. G. A.; MARTINS, E. R. F. Revisão taxonômica de *Machaerium* sect. *oblonga* (benth.) Taub. (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae). **Rodriguésia**, v.58, n.2, p.283-312, 2007.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 206 p.
- MENDONÇA, M. P.; LINS, L. V. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas e Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte. 2000, 160 p.
- MILLER, D.; WARREN, R.; MILLER, I. M.; SEEHAWER, H. **Serra dos Orgãos, sua história e suas orquídeas**. Nova Friburgo, RJ: Ed. Scart, 2006. 572 p.
- MIRANDA, E. L. F.; OLIVEIRA, R. R. Orquídeas rupícolas do Morro do Pão de Açúcar, Rio de Janeiro. **Atas Soc. Bot. Brasil**, v. 1, n.18, p. 99-105, 1983.
- MITTELBAACH, G. G.; TURNER, A. M.; HALL, D. J.; RETTIG, J. E.; OSENBERG, C. W. Perturbation and resilience: a longterm, whole-lake study of predator extinction and reintroduction, *Ecology*, v. 76, p. 2347-2360, 1995.
- MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S.; MEYER, A.; OLIVEIRA-SILVA, J. J.; SARCINELLI, P. N.; BATISTA, D. C.; EGLER, M.; CASTRO FARIA, M. V.; ARAÚJO, J. A.; KUBOTA, A. H.; SOARES, M. DE O.; ALVES, S. R.; MOURA, C. M.; CURI, R. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002.
- MULLIGAN, M.; JARVIS, A.; GONZALEZ, J.; BRUIJINZEEL, L. A. Using “biosensors” to elucidate rates and mechanism of cloud water interception by epiphytes, leaves, and branches in a sheltered Colombian cloud forest. In: BRUIJINZEEL, L. A.; SCATENA, F. N.; HAMILTON, L. S. (eds.) **Tropical montane cloud forest: science for conservation and management**. New York. Cambridge University Press. 2010, p. 249-260.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p.853–858, 2000.
- NADKARNI, N. M.; SCHAEFER, D.; MATELSON, T. J.; SOLANO, R. Biomass and nutrient pools of canopy and terrestrial components in a primary and a secondary montane cloud forest, Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. v.198, p. 223–236, 2004.
- NADKARNI, N. M.; SCHAEFER, D.; MATELSON, T. J.; SOLANO, R. Biomass and nutrient pools of canopy and terrestrial components in a primary and a secondary montane cloud forest, Costa Rica. **Forest Ecology and Management**., v. 198, p. 223–236, 2004.
- NANDY, S.; KUSHWAHA, S. P. S.; DADHWAL, V. K. Forest degradation assessment in the upper catchment of the river Tons using remote sensing and GIS. **Ecological Indicators**, v.11, p. 509–513, 2011.
- NASCIMENTO, D. R. **Efeito da variação de vertente sobre a área foliar da bromélia *Quesnelia* sp.** Prática de Pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica, Universidade de São Paulo - SP. 2010.
- NEUBERT, M. G.; CASWELL, H. Alternatives to resilience for measuring the response of ecological systems to perturbations. **Ecology**, v. 78, p. 653-665, 1997.
- NEVES, H. C. A vegetação de altitude e a recarga hídrica potencial no conselho do Funchal. In: VII CONGRESSO DAS ÁGUAS. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. Anais 2004.

- NIEDER, J.; PROSPERÍ, J.; MICHALOUD, G. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. **Plant Ecology**, v.153, p. 51-63, 2001.
- NIMER, E. Clima da região Sudeste. In: **Geografia do Brasil. Rio de Janeiro/IBGE**, 1971 Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.
- O'BRIEN, E. M. Climatic gradients in woody plant (tree and shrub) diversity: water-energy dynamics, residual variation, and topography. **Oikos**, v.89, p. 3, 2000.
- PEREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; LEMOS-FILHO, J. P. Environmental heterogeneity and disturbance by humans control much of the tree species diversity of Atlantic montane Forest fragments in SE Brazil. **Biodiversity and Conservation**; v.16, n.6, p.1761-1784, 2006.
- OLIVEIRA, R. R. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da floresta atlântica. **Acta Bot. bras.**, v. 18, n.4, p. 793-799, 2004.
- OLIVEIRA, J. L. F. de; SANTOS, I. de A.; ROSAS, R. O.; LANDAU, L. **Bacia aérea III: Uma unidade de gerenciamento da qualidade do ar da região metropolitana do Rio de Janeiro**, 2005.
- OLIVEIRA, R. R. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. **Rodriguésia**, v. 53, n. 82, p. 33-58, 2002.
- OLIVEIRA, R. R. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta bot. bras.**, v. 18, n.4, p. 793-799, 2004.
- OLIVEIRA, R. R.; COELHO-NETTO, A. L. Captura de nutrientes atmosféricos pela vegetação na Ilha Grande, RJ. **Pesquisa Botânica**, v. 51, p. 31-49, 2001.
- OLIVEIRA, R. R.; ZAÚ, A. S.; LIMA, D. F.; SILVA, M. B. R.; VIANNA, M. C.; SODRÉ, D. O.; SAMPAIO, P. D. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, v.1, p.523-541, 1995.
- OLIVEIRA, L. C. **Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no estado do Pará**. 1995. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Pará, Belém PA, 1995.
- OLIVER, J. M.; VELTEN, J.; MISHLER, B. D. Desiccation Tolerance in Bryophytes: A Reflection of the Primitive Strategy for Plant Survival in Dehydrating Habitats? **Integr. Comp. Biol.**, v. 45, pp.788–799. 2005.
- OLIVER, M. J.; VELTEN, J.; WOOD, A. J. Bryophytes as experimental models for the study of environmental stress tolerance: *Tortula ruralis* and desiccation-tolerance in mosses. **Plant Ecology**, v. 151, p. 73–84, 2000.
- OLIVIER, J.; de RAUTENBACH, C. J. The implementation of fog water collection system in South Africa. **Atmospheric Research**, v.64, p. 227-238, 2002.
- PADMAWATHE, R.; QURESHI, Q.; RAWAT, G.S. Effects of selective logging on vascular epiphyte diversity in a moist lowland forest of eastern Himalaya, India. **Biol. Conserv.**, v.119, p.81–92, 2004.
- PARDO, C. S.; TERRA, G.; NERI, A. C. A.; MATOS, D. M. S. Florística do componente arbóreo de um trecho de floresta do Parque Nacional da Serra dos Orgãos, Teresópolis, RJ. **Revista Brasileira de Biociências**, vol.5, supl.2, pp. 792-794. 2007.
- PATIÑO, J.; GONZÁLEZ-MANCEBO, J. M. Exploring the effect of host tree identity on epiphyte bryophyte communities in different Canarian subtropical cloud forests. **Plant Ecol.**, v. 212, n. 3, p. 433-449, 2011

- PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; SILVA, E. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta bot. bras.** v.18, n.1, p. 151-160, 2004.
- PIRES, D. O. **Inventário de emissões atmosféricas de fontes estacionárias e sua contribuição para a poluição do ar na região metropolitana do Rio de Janeiro**, 2005. 188 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) COOPE/Universidade federal do Rio de Janeiro-RJ, 2005.
- PRADA, S.; SEQUEIRA, M. M.; FIGUEIRA, C.; DA SILVA, M. O. Fog precipitation and rainfall interception in the natural forests of Madeira Island (Portugal). **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p. 1179–1187, 2009.
- PRADA, S.; SILVA, M. O. Fog precipitation on the Island of Madeira (Portugal). **Environmental Geology**, v.41, p. 384-389, 2001.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA FRIBURGO. Diagnóstico para elaboração do plano diretor de Nova Friburgo. Cd rom. 2009.
- PROCTOR, M. C. F. Comparative ecophysiological measurements on the light responses, water relations and dissection tolerance of the filmy ferns *Hymenophyllum wilsonii* Hook. and *H. tumbrigenae* (L.) Smith. **Annals of Botany**, v. 91, p. 717-727, 2003.
- RANCURA, S.; RIBEIRO, M. M.; NORDI, N. Considerações sobre a coleta de *Sphagnum* no município de Cananéia, estado de São Paulo, Brasil. **Acta Bot. Bras.** v.24, n.2, p. 328-334. 2010.
- REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: (Org.) KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 1ª edição revisada, 2008, p.93-110.
- REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y., REIS, M. S. dos; FANTINI, A. C. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma floresta ombrófila densa montana, em Blumenau (SC). **Sellowia**, v. 45/48, p.5-37, 1996.
- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F., HIROTA, M. M. Brazilian Atlantic Forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141– 1153, 2009.
- ROCHA, H. P. **A Mata Atlântica e a organização do espaço geográfico na cidade de Teresópolis: Planejamento e qualidade de vida**. 1999. 158 f. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado) Escola Nacional de Ciências Estatísticas. IBGE, 1999.
- RODRIGUES, E. **Edge effects on the regeneration of tropical forest in South Brazil**. 1998. 192 f. Tese (Doutorado) Harvard University, EUA, 1998.
- RODRIGUES, E.; CAINZO, R. L. P.; QUEIROGA, J. e HERRMANN, B. C. Conservação em paisagens fragmentadas. In: CULLEN Jr., L. C.; RUDRAN, R.; VALADARES-PADUA, C.(Org.). **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Ed.UFPR; Fundação O Boticário de Proteção a Natureza, 2003, p.481-515.
- ROLIM, S. G.; do COUTO, H. T. Z.; JESUS, R. M. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). **Scientia Forestalis**, n. 55, p. 49-69, 1999.
- ROMERO, C. Reduced-impact logging effects on commercial non-vascular pendant epiphyte biomass in a tropical montane forest in Costa Rica. **Forest Ecol. Manage.**, v. 118, p. 117– 125, 1999.

- RIELEY, J. O.; PAGE, S. E. (1990). **Ecology of Plant Communities - A Phytosociological Account of British Vegetation**. Logman Sc. & Techn. London.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo de climatologia do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, p. 43-60, 2005.
- SANTIAGO, L. S.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C. Leaf photosynthetic traits scale with hydraulic conductivity and wood density in Panamanian forest canopy trees. **Oecologia**, v.140, p. 543-550, 2004.
- SANTIAGO, L. S.; JONES, T. J.; GOLDSTEIN, G. Physiological variation in Hawaiian *Metrosideros polymorpha* across a range of habitats: from dry forest to cloud forest. In: BRUIJINZEEL, L. A.; SCATENA, F. N.; HAMILTON, L. S. (eds.) **Tropical montane cloud forest: science for conservation and management**. New York. Cambridge University Press. 2010, p. 456-464.
- SANTOS, M. L. **Composição florística e estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual primária na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal de Viçosa, MG, 2005.
- SANTOS, P. R. O. **Caracterização da arquitetura foliar de *Alchornea triplinervia* na região de interflúvio da Serra do Mar, Nova Friburgo – RJ**. 2011. 51f. Monografia (Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ. 2011a.
- SANTOS, G. L. **Influência dos fatores ecológicos na arquitetura de fragmentos florestais a sotavento da Serra do Mar, Nova Friburgo – RJ**. 2011. 32 f. Monografia (Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 2011b.
- SANTOS, I. S.; PEIXOTO, A. L. Taxonomia do gênero *Macropeltis* Perkins (Monimiaceae, Monimioideae). **Rodriguésia**, v.52, n.81, p.65-105, 2001.
- SATTERLUND, D. R. **Wildland Watershed Management**. United States of America. Ed. John Wiley e Sons, Inc., 1972, 370 p.
- SATYAMURTY P, MATTOS L. F.; NOBRE C. A.; SILVA DIAS, P. L. Tropics – South America. In : **Meteorology of the Southern Hemisphere**, Ed. Kauly, D. J. and Vincent, D. G., Meteorological Monograph. American Meteorological Society, Boston, 1998, p. 119–139.
- SCHAWWE, M.; GEROLD, G.; BACH, K.; GRADSTEIN, S. R. Hydrometeorological patterns in relation to montane forest types along an elevational gradient in the Yungas of Bolivia. In: BRUIJINZEEL, L. A.; SCATENA, F. N.; HAMILTON, L. S. (eds.) **Tropical montane cloud forest: science for conservation and management**. New York. Cambridge University Press. 2010, p.199-207.
- SCHEMENAUER, R. S; CERECEDA, P. A proposed standard fog collector for use in high elevation. **Journal of Applied Meteorology**, v.33, p. 1313-1322, 1994.
- SCHIMITT, J. L. **Estudos florísticos ecológicos e do desenvolvimento em Cyatheaceae (pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 2005. 167 f. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Federal do Rio Grande do Sul- RS, 2005.
- SCHMIDT, J.; EVANS, I.S.; BRINKMANN, J. Comparison of polynomial models for land surface curvature calculation. **International Journal of Geographical Information Science**, v.17, n.8, p. 797-814, 2003.
- SCHIPPERGES, B.; RYDIN, H. Response of photosynthesis of Sphagnum species from contrasting microhabitats to tissue water content and repeated desiccation. **New Phytol.**, v. 140, p. 677-684, 1998.

SCHOLL, M. A.; GINGERICH, S. B.; TRIBBLE, G. W. The influence of microclimates and fog on stable isotope signatures used in interpretation of regional hydrology: East Maui, Hawaii. **Journal of Hydrology**, v. 264, p. 170–184, 2002.

SEABRA, R. 2009. **Parque Estadual dos Três Picos é ampliado**. Disponível em: <<http://www.friweb.com.br/noticias/noticia2093parque+estadual+dos+três+picos+é+ampliado.html>> acesso em: 19/09/2009.

SEOANE, C. E. S. et al. Efeitos da fragmentação florestal sobre a imigração de sementes e a estrutura genética temporal de populações de *Euterpe edulis* Mart. **Rev. Inst. Flor.**, v. 17, n. 1, p. 25-43, 2005.

SHANYENGANA, E. S.; HENSCH, J. R.; SEELY, M. K.; SANDERSON, R. D. Exploring fog as a supplementary water source in Namibia. **Atmospheric Research**, vol. 64, pp. 251–259. 2002.

SILVA, S. P. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Nobel; 2001. 230 p.

SILVA, D. B. **Fitossociologia Do Fragmento De Mata Atlântica da Fazenda Bela Vista em Nova Friburgo, RJ**. 2009. 23 f. (Monografia em Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica- RJ, 2009.

SILVA, M. A. R. da; OLIVEIRA, M. N. de. **Meteorologia Básica**. Apostila. Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais e Florestais. 2004.

SILVA, W. R. 2008. A importância das interações planta animal nos processos de restauração. In: (Org.) KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 1ª edição revisada, 2008, p. 79-90.

SOARES, F. S.; FRANCISCO, C. N.; CARVALHO, C. N. Análise dos fatores que influenciam a distribuição espacial da precipitação no litoral sul fluminense – RJ. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XII, 2005a, Goiânia, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005, pp. 3365-3370.

SOARES, W. L.; FREITAS, E. A. V.; COUTINHO, J. A. G. Trabalho rural e saúde: intoxicações por agrotóxicos no município de Teresópolis – RJ. Rio de Janeiro, **RER**, v. 43, n. 4, p. 685-701, 2005b.

SOLÓRZAN, A.; GUEDES-BRUNI, R. R.; OLIVEIRA, R. R. Composição florística e estrutura de dois trechos de Floresta Ombrófila Densa submontana, no Parque Estadual da Pedra Branca, RJ. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 609-611, 2007.

SOUZA, M. C.; MORIM, M. P. Subtribos Eugeniinae O. Berg e Myrtinae O. Berg (Myrtaceae) na Restinga da Marambaia, RJ, Brasil. **Acta bot. bras.**, v. 22, n. 3, p. 652-683, 2008.

SOUZA, S. C. P. M. **Estratégia de regeneração de espécies arbóreas de um trecho de floresta ombrófila densa submontana no Parque Estadual de Carlos Botelho, Brasil**. 2008, 141 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas-SP, 2008.

STADTMULLER, T.; AGUDELO, N. 1990 Amount and variability of cloud moisture input in a tropical cloud forest. In: **Hidrologia em regiões montanhosas. Hidrological measurements: the Water cycle**, Lausanne, Suíça. IAHS. v. 2, n. 193, 1990.

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P.; KAMINO, L. H. Y. (Ed.) **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro, RJ: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009, 516 p.



- SYLVESTRE, L. S.; KURTZ, B. C. Cyatheaceae. In: LIMA, M. P. M.; GUEDES-BRUNI, R. **R. Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo-RJ. Aspectos Florísticos das espécies vasculares.** v.1. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal/IBAMA/JBRJ, Rio de Janeiro, 1994, p. 139-152. TCE- **Estudo Sócio-econômico, Nova Friburgo.** Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria Geral de Planejamento, 2004
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M.; BEDÊ, L. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, v. 19, p. 695–700, 2005.
- TILMAN, D. Biodiversity: population versus ecosystem stability. **Ecology**, v.77, p.350–363, 1996.
- TOBÓN, C.; KOHLER, L.; FRUMAU, K. F. A.; BRUIJINZEEL, L. A.; BURKARD, R.; SCHMID, S. Water dynamics of epiphytic vegetation in a lower montane cloud forest: fog interception, storage, and evaporation.. In: BRUIJINZEEL, L. A.; SCATENA, F. N.; HAMILTON, L. S. (eds.). **Tropical montane cloud forest: science for conservation and management.** New York. Cambridge University Press. 2010, p. 261-2267.
- TUPINAMBÁ, M. **Evolução tectônica e magmática da Faixa Ribeira na região serrana do Estado do Rio de Janeiro.** 1999. 204 f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, USP. São Paulo, 1999.
- TURNER, I. M.; TAN, H. T. W.; WEE, Y. C. A.; IBRAHIM, B.; CHEW, P. T.; CORLETT, R.T. A study of plant species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity. **Conservation Biology**, v. 8, n. 3, p. 705-712, 1994.
- VALCARCEL, R. **Clasificación y mapeo de sitios en la Estación Experimental San Eusebio basada en criterios físicos hidrológicos del suelo.** 1982. 122f. Dissertação (Mestrado). Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 1982.
- VALCARCEL, R.; DÁLTERIO, F. V. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. **Floresta e Ambiente**, v.5, n.1, p. 68-88,1998.
- VALERIANO, M. M.; PICINI, A. G. **Geoprocessamento de informações agroclimatológicas.** São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-1028-RPQ/751), 2003. 133p.
- VANDUNNÉ, H. J. F. Effects of the spatial distribution of trees, conspecific epiphytes and geomorphology on the distribution of epiphytic bromeliads in a secondary montane forest (Cordillera Central, Colombia). **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.193–213, 2002.
- VELOSO, H. P.; RAGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, 1991, 124p.
- VENEKLAAS, E. J.; ZAGT, R. J.; van LEERDAN, A. Hydrological properties of the epiphyte mass of a montane tropical rain forest, Colombia. **Vegetatio**, v. 89, p. 183-192, 1990.
- VIEIRA, M. V.; OLIFIERS, N.; DELCIELLOS, A. C.; ANTUNES, V. Z.; BERNARDO, L. R.; GRELE, C. E. V.; CERQUEIRA, R. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1191–1200, 2009.
- VOGELMANN, H. W. Fog precipitation in the cloud forests of eastern Mexico. **BioScience**, v. 23, p. 96-100, 1973.

- VUONO, Y. S. Inventário Fitossociológico. In: (SYLVESTRE, L.da S.; ROSA, M.M.T da Org.) **Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica**. 2002, p. 51-65.
- WALMSLEY, J. L.; SCHEMENAUER, R. S. A method for estimating the hydrologic input from fog in mountainous terrain. **Journal of Applied Meteorology**, v. 35, p. 2237-2249, 1996.
- WALTER, H. **Ecology of tropical and subtropical vegetation**. Edinburg: Oliver e Boyd, 1971, p. 1-29.
- WEATHERS, K.C.; LIKENS, G.E. Clouds in southern Chile: an important source of nitrogen to nitrogen-limited ecosystems? **Environ. Sci. Technol.** V. **31**: 210–213. 1997.
- WELSON, J. B.; WELLS, T. C. E.; TRUEMAN, I. C.; JONES, G.; ATKINSON, M. D.; CRAWLEY, M. J.; DODD, M. E.; SILVERTON, J. Are there assembly rules for plant species abundance: an investigation in relation to soil resources and successional trends. **Journal of Ecology**, v.84, p. 527–538, 1996.
- WERNER, F. A.; HOMEIER, J.; GRADSTEIN, S. R. Diversity of vascular epiphytes on isolated remnant trees in the montane forest belt of southern Ecuador. **Ecotropica**, v. 11, p. 21–40, 2005.
- WERTH, S. **Key factors for epiphytic macrolichen vegetation in deciduous forests of Troms country, northern Norway: human impact, substrate climate or spatial variation?** 2001, 85 p. Thesis (Doctor). University of Tromso. Netherland, 2001.
- WHEELWRIGHT, N. Conservation Biology. In: NADKARNI, N.; WHEELWRIGHT, N. (eds.) **Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest**. Oxford Univ. Press: New York, NY, 2000, p. 419-432.
- WILCKE, W.; YASIN, S.; VALAREZO, C.; ZECH, W. Changes in water quality during the passage through a tropical montane rain forest in Ecuador. **Biogeochemistry**, v. 55, p. 45–72, 2001.
- WOLF, J. H. D. **Ecology of epiphytes and epiphyte communities in montane rainforest, Colombia**. 1993. 238 f. Thesis (Doctor), University of Amsterdam, Holanda. 1993.
- ZADROGA, F., The Hydrological Importance of a Montane Cloud Forest Area of Costa Rica. In: **Tropical Agricultural Hydrology**. Eds. LAL, R.; RUSSEL, E.W. New York: JohnWiley, 1981, p.59-73.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreas amostradas pelo método ponto quadrante em uma vertente sul, em área de Floresta Montana, Nova Friburgo –RJ. Onde: DAs = Densidade Absoluta por espécie; DRs = Densidade Relativa por espécie; FAs = Frequência Absoluta por espécie; FRs = Frequência Relativa por espécie; ABI = Área Basal Individual; ABs = Área Basal por espécie; DoAs = Dominância Absoluta da espécie; DoRs = Dominância Relativa da espécie; VI = Valor de Importância; m<sup>2</sup> = metro quadrado; ha= hectare

Nome científico	Abundância	DA s	DR s	FA s	FR s	ABI m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	ABs m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	DoA s	DoR s	VI
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	50	30,57	20,8	20,8	20,83	0,005	0,006	0,2	10,2	51,9
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	19	11,62	7,9	7,9	7,92	0,021	0,008	0,09	4,5	20,4
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	14	8,56	5,8	5,8	5,83	0,034	0,02	0,17	2,8	14,4
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	5	3,06	2,1	2,1	2,08	0,058	0,041	0,12	6,4	10,6
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	9	5,5	3,8	3,8	3,75	0,003	0,011	0,06	3	10,5
morfoespécie 1	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,279	0,279	0,17	8,8	9,6
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	5	3,06	2,1	2,1	2,08	0,051	0,021	0,06	3,3	7,5
<i>Macropeplus friburgensis</i> (Perkins) I.Santos e Peixoto	6	3,67	2,5	2,5	2,5	0,003	0,009	0,03	1,8	6,8
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	7	4,28	2,9	2,9	2,92	0,002	0,004	0,02	0,9	6,8
<i>Cyathea</i> spp.	6	3,67	2,5	2,5	2,5	0,006	0,013	0,05	1,6	6,6
<i>Myrcia palustris</i> DC.	6	3,67	2,5	2,5	2,5	0,005	0,007	0,03	1,4	6,4
<i>Solanum cinnamomeum</i> Sendtn.	5	3,06	2,1	2,1	2,08	0,007	0,012	0,04	1,9	6,1
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. e Schult.f.	6	3,67	2,5	2,5	2,5	0,004	0,009	0,03	0,7	5,7
<i>Miconia formosa</i> Cogn.	4	2,45	1,7	1,7	1,67	0,005	0,015	0,04	1,9	5,2
<i>Styrax pohlii</i> A.DC.	5	3,06	2,1	2,1	2,08	0,003	0,006	0,02	1	5,2
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	3	1,83	1,3	1,3	1,25	0,01	0,027	0,05	2,5	5,0
<i>Clethra scabra</i> Pers.	3	1,83	1,3	1,3	1,25	0,037	0,025	0,05	2,4	4,9
<i>Ocotea divaricata</i> (Nees) Mez	3	1,83	1,3	1,3	1,25	0,066	0,026	0,05	2,4	4,9
<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	4	2,45	1,7	1,7	1,67	0,003	0,01	0,02	1,6	4,9
<i>Piptocarpha regnellii</i> (Sch.Bip.) Cabrera	3	1,83	1,3	1,3	1,25	0,006	0,022	0,04	2,1	4,6

Continua...

Continuação...

Nome científico	Abundância	DA s	DR s	FA s	FR s	ABI m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	ABs m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	DoA s	DoR s	VI
<i>Seguiera americana</i> L.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,118	0,118	0,07	3,7	4,5
<i>Eugenia excelsa</i> O.Berg	3	1,83	1,3	1,3	1,25	0,039	0,016	0,03	1,5	4,0
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.	3	1,83	1,3	1,3	1,25	0,007	0,014	0,03	1,4	3,9
<i>Vochysia oppugnata</i> Warm.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,086	0,086	0,05	2,7	3,5
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,08	0,08	0,05	2,5	3,4
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	3	1,83	1,3	1,3	1,25	0,011	0,009	0,02	0,8	3,3
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	3	1,83	1,3	1,3	1,25	0,011	0,007	0,01	0,7	3,2
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,038	0,02	0,02	1,3	3,0
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,023	0,018	0,02	1,1	2,8
<i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby e J.W.Grimes	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,021	0,013	0,02	0,9	2,5
<i>Nectandra grandiflora</i> Ness.	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,013	0,011	0,01	0,7	2,4
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. e Planch.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,044	0,006	0,00	1,4	2,2
<i>Scheffleria</i> aff. <i>morototoni</i> (Aubl) Maguieri et al.	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,011	0,008	0,01	0,5	2,2
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burget et al.	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,002	0,008	0,01	0,5	2,2
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,009	0,006	0,01	0,4	2,1
<i>Actinostemom concolor</i> (Spreng) Mull. Arg.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,037	0,037	0,02	1,2	2,0
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,007	0,008	0,01	0,4	2,0
<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,004	0,006	0,01	0,4	2,0
<i>Eugenia sulcata</i> Spring ex Mart.	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,002	0,003	0,00	0,2	1,9
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. e Triana) Zappi	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,004	0,003	0,00	0,2	1,9
<i>Guatteria sellowiana</i> Schtdl.	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,004	0,004	0,00	0,2	1,9
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	2	1,22	0,8	0,8	0,83	0,003	0,004	0,00	0,2	1,9
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,027	0,027	0,02	0,9	1,7
morfoespécie 4	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,028	0,028	0,02	0,9	1,7
<i>Cinnamomum selowianum</i> (Nees e Mart.) Kosterm	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,024	0,024	0,01	0,8	1,6
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,023	0,023	0,01	0,7	1,6
morfoespécie 3	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,02	0,02	0,01	0,6	1,5

Continua...

Continuação...

Nome científico	Abundância	DA s	DR s	FA s	FR s	ABI m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	ABs m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	DoA s	DoR s	VI
morfoespécie 2	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,015	0,015	0,01	0,5	1,3
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,013	0,013	0,01	0,4	1,2
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,013	0,013	0,01	0,4	1,2
<i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,007	0,007	0,00	0,2	1,1
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,008	0,008	0,00	0,3	1,1
<i>Eugenia tinguyensis</i> Cambess.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,009	0,009	0,01	0,3	1,1
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,009	0,009	0,01	0,3	1,1
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,008	0,008	0,00	0,2	1,1
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,009	0,009	0,01	0,3	1,1
<i>Swartzia myrtifolia</i> J.E.Sm.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,01	0,01	0,01	0,3	1,1
<i>Miconia staminea</i> (Desr.)DC	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,004	0,004	0,00	0,1	1,0
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,006	0,015	0,01	0,2	1,0
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,006	0,01	0,01	0,2	1,0
<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,007	0,007	0,00	0,2	1,0
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,005	0,005	0,00	0,2	1,0
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,002	0,002	0,00	0,1	0,9
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,003	0,003	0,00	0,1	0,9
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,004	0,004	0,00	0,1	0,9
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,003	0,003	0,00	0,1	0,9
<i>Kielmeyera insignis</i> Saddi	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,003	0,003	0,00	0,1	0,9
<i>Miconia</i> aff. <i>collatata</i> Wurdack	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,004	0,004	0,00	0,1	0,9
<i>Mollinedia oligantha</i> Perkins	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,003	0,003	0,00	0,1	0,9
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,002	0,004	0,00	0,1	0,9
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,002	0,03	0,02	0,1	0,9
<i>Stiffia fruticosa</i> (Vell.) D.J.N.Hind e Semir	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,003	0,003	0,00	0,1	0,9
<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H.C.Lima	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,003	0,003	0,00	0,1	0,9
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,004	0,004	0,00	0,1	0,9
<i>Tovomita paniculata</i> (Spreng.) Cambess.	1	0,61	0,4	0,4	0,42	0,003	0,003	0,00	0,1	0,9

**Anexo 2:** Parâmetros fitossociológicos calculados para as espécies arbóreas amostradas pelo método ponto quadrante em uma vertente norte, em área de Floresta Montana, Nova Friburgo–RJ, Onde: DAs = Densidade Absoluta por espécie; DRs = Densidade Relativa por espécie; FAs = Frequência Absoluta por espécie; FRs = Frequência Relativa por espécie; ABI = Área Basal Individual; ABs = Área Basal por espécie; DoAs = Dominância Absoluta da espécie; DoRs = Dominância Relativa da espécie; VI = Valor de Importância,

Nome científico	Abundância	DA s	DR s	FA s	FR s	ABI m <sup>2</sup>	ABI cm <sup>2</sup>	AB s	DoA s	DoR s	VI
<i>Euterpe edulis</i> Mart,	29	19,04	12,1	12,1	<b>12,08</b>	0,005	45,9	0,006	0,12	5,2	29,3
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll,Arg,	15	9,85	6,3	6,3	6,25	0,081	812,2	0,033	0,33	14,6	27,1
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D,Le Grand,) D,Le Grand,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,058	576,5	0,349	0,46	20,3	21,9
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	13	8,54	5,4	5,4	<b>5,42</b>	0,011	112	0,019	0,17	7,4	18,3
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC,	13	8,54	5,4	5,4	<b>5,42</b>	0,006	58	0,00	0,00	3,7	14,6
<i>Amaioua intermedia</i> Mart, ex Schult, e Schult,f,	11	7,22	4,6	4,6	4,58	0,007	71,7	0,006	0,04	2,0	11,2
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	7	4,6	2,9	2,9	2,92	0,039	390,1	0,016	0,08	3,4	9,2
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H,Keng,	5	3,28	2,1	2,1	2,08	0,013	127,4	0,029	0,1	4,3	8,5
<i>Gymnanthes glabrata</i> (Mart.) Govaerts	6	3,94	2,5	2,5	2,5	0,006	63,8	0,019	0,08	3,4	8,4
<i>Ocotea divaricata</i> (Nees) Mez	7	4,6	2,9	2,9	<b>2,92</b>	0,038	379,1	0,011	0,05	2,2	8,1
<i>Styrax camporum</i> Pohl	7	4,6	2,9	2,9	<b>2,92</b>	0,015	154,1	0,01	0,05	2,1	8
<i>Casearia decandra</i> Jacq,	6	3,94	2,5	2,5	2,5	0,013	126,1	0,016	0,06	2,9	7,9
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	6	3,94	2,5	2,5	<b>2,5</b>	0,007	65,6	0,009	0,03	1,5	6,5
<i>Persea willdenowii</i> Kosterm,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,075	749,1	0,068	0,09	4,0	5,7
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth,	5	3,28	2,1	2,1	<b>2,08</b>	0,006	62,4	0,006	0,02	0,9	5,0
<i>Vochysia oppugnata</i> Warm.	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,139	1385,2	0,14	0,09	4,1	4,9
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A,St,-Hil,	5	3,28	2,1	2,1	2,08	0,007	69,8	0,004	0,01	0,7	4,8
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,135	1345,5	0,135	0,09	4,0	4,8
<i>Sequoiaria americana</i> L,	4	2,63	1,7	1,7	1,67	0,025	249,7	0,000	0,00	1,4	4,8
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,077	772,5	0,044	0,06	2,6	4,3
<i>Piptocarpha regnellii</i> (Sch,Bip,) Cabrera	3	1,97	1,3	1,3	1,25	0,052	522,4	0,02	0,04	1,8	4,3
<i>Casearia sylvestris</i> Sw,	4	2,63	1,7	1,7	1,67	0,004	38,5	0,006	0,01	0,7	4,0
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,013	133,8	0,036	0,05	2,1	3,8

Ccontinua...

Continuação...

Nome científico	Abundância	DA s	DR s	FA s	FR s	ABI m <sup>2</sup>	ABI cm <sup>2</sup>	AB s	DoA s	DoR s	VI
<i>Clethra scabra</i> Pers,	3	1,97	1,3	1,3	1,25	0,013	127,4	0,014	0,03	1,3	3,8
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb,	3	1,97	1,3	1,3	1,25	0,015	150,0	0,015	0,03	1,3	3,8
<i>Nectandra grandiflora</i> Ness,	3	1,97	1,3	1,3	1,25	0,022	215,3	0,012	0,02	1,1	3,6
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,006	58,0	0,024	0,03	1,4	3,1
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,012	121,1	0,02	0,03	1,4	3,1
<i>Scheffleria aff, morototoni</i> (Aubl) Maguieri et al,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,016	157,7	0,014	0,02	0,8	2,5
<i>Solanum cinnamomeum</i> Sendtn,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,056	555,1	0,056	0,04	1,6	2,5
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,021	206,3	0,021	0,03	0,8	2,4
<i>Byrsonima myricifolia</i> Griseb,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,007	67,0	0,011	0,01	0,7	2,3
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,005	52,6	0,009	0,01	0,5	2,2
morfoespécie 7	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,007	72,6	0,000	0,00	0,5	2,2
<i>Mollinedia oligantha</i> Perkins	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,009	92,0	0,007	0,01	0,4	2,1
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp, ex Baill,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,004	38,5	0,007	0,01	0,4	2,1
<i>Ormosia friburgensis</i> Taub. ex Harms	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,011	106,7	0,007	0,01	0,4	2,1
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W,C,Burger et al,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,014	140,4	0,008	0,01	0,5	2,1
<i>Guatteria sellowiana</i> Schltldl,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,007	67,0	0,006	0,01	0,3	2
<i>Ocotea macropoda</i> (H,B,K,)	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,008	82	0,006	0,01	0,3	2
<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,005	49,8	0,006	0,01	0,4	2
<i>Psychotria suterella</i> Müll,Arg,	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,003	33,5	0,004	0,00	0,2	1,9
<i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby e J,W,Grimes	2	1,31	0,8	0,8	0,83	0,002	24,9	0,012	0,02	0,2	1,8
morta	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,027	274,8	0,027	0,02	0,8	1,6
<i>Cyathea spp.</i>	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,021	211,2	0,021	0,01	0,6	1,5
<i>Miconia formosa</i> Cogn,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,024	240,8	0,024	0,02	0,7	1,5
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch, e Triana) Zappi	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,019	191,2	0,019	0,01	0,6	1,4
<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H,C,Lima	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,02	199,0	0,02	0,01	0,6	1,4
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,007	71,7	0,007	0	0,5	1,3
Morfoespécie 8	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,015	154,1	0,015	0,01	0,5	1,3

Continua...

Nome científico	Abundância	DA s	DR s	FA s	FR s	ABI m <sup>2</sup>	ABI cm <sup>2</sup>	AB s	DoA s	DoR s	VI
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,013	125,5	0,010	0,01	0,4	1,2
morfoespécie 2	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,007	74,1	0,010	0,00	0,2	1,1
<i>Calyptanthes grandifolia</i> O,Berg	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,006	58,0	0,006	0,00	0,2	1,0
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J,F,Macbr,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,005	45,5	0,005	0,00	0,1	1,0
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,005	49,0	0,005	0,00	0,1	1,0
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,007	67,4	0,007	0,00	0,2	1,0
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O,Berg	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	42,1	0,004	0,00	0,1	1,0
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,007	71,7	0,007	0,00	0,2	1,0
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,005	46,6	0,005	0,00	0,1	1,0
<i>Styrax pohlii</i> A,DC,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,005	53,8	0,010	0,00	0,2	1,0
<i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	42,1	0,000	0,00	0,1	1,0
<i>Tovomita paniculata</i> (Spreng.) Cambess.	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	44,7	0,000	0,00	0,1	1,0
<i>Vochysia laurifolia</i> Warm.	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,006	62,4	0,010	0,00	0,2	1,0
morfoespécie 1	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	42,1	0,000	0,00	0,1	1,0
morfoespécie 4	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	42,1	0,000	0,00	0,1	1,0
morfoespécie 5	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,005	53,8	0,010	0,00	0,2	1,0
morfoespécie 6	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	39,6	0,000	0,00	0,1	1,0
<i>Bathysa mendoncae</i> K,Schum,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,002	24,7	0,002	0,00	0,1	0,9
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	38,5	0,004	0,00	0,1	0,9
<i>Cupania vernalis</i> Cambess	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,001	12,2	0,001	0,00	0,0	0,9
<i>Macropelplus friburgensis</i> (Perkins) I,Santos e Peixoto	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,003	25,2	0,003	0,00	0,1	0,9
<i>Miconia aff. collatata</i> Wurdack	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,002	23,8	0,002	0,00	0,1	0,9
<i>Miconia albicans</i>	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	38,5	0,004	0,00	0,1	0,9
<i>Myrcia palustris</i> DC,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	38,5	0,004	0,00	0,1	0,9
<i>Myrciaria floribunda</i> (H,West ex Willd,)O,Berg	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,003	28,7	0,003	0,00	0,1	0,9
<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,002	23,0	0,000	0,00	0,1	0,9
<i>Trichilia hirta</i> L.	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,002	24,4	0,000	0,00	0,1	0,9

Ccontinua...



Continuação...

<b>Nome científico</b>	<b>Abundância</b>	<b>DA s</b>	<b>DR s</b>	<b>FA s</b>	<b>FR s</b>	<b>ABI m<sup>2</sup></b>	<b>ABI cm<sup>2</sup></b>	<b>AB s</b>	<b>DoA s</b>	<b>DoR s</b>	<b>VI</b>
<i>Ocotea</i> sp.	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,004	38,5	0,000	0,00	0,1	0,9
Morfoespécie 3	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,001	7,2	0,001	0,00	0,0	0,9
<i>Cinnamomum selowianum</i> (Nees e Mart.) Kosterm	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,000	4,8	0,000	0,00	0,0	0,8
<i>Cryptocarya micrantha</i> Meisn,	1	0,66	0,4	0,4	0,42	0,010	103,2	0,010	0,01	0,0	0,8

**Anexo 3:** Lista das espécies exclusivas e respectivas informações ecológicas e de ocorrência, em vertentes norte e sul, por ordem de abundância em amostragem realizada em uma Floresta Montana. Nova Friburgo-RJ. Onde: NI= Número de indivíduos; HE= heliófita; HI= higrófila; ESC= esciófita; SHI=seletiva higrófila; SXR=seletiva xerófila; END= endêmica; RR=rara; VU=vulnerável a extinção; GN=generalista; PI= pioneira; SEC= secundária; SI=secundária inicial; ST=secundária tardia; CL= clímax; PF= perenifolia; CF= caducifolia. SCF= semicaducifolia; MC= matas ciliares. ENC= encosta; FOD= Ombrófila Densa; FOM= Floresta Ombrófila Mista; FES= Floresta Estacional Semidecidual; FED= Floresta Estacional Decidual; FCA= Formações Campestres; RST= Restinga.

Exclusivas Vertente Norte	NI	Ecologia	Ocorrência	Exclusivas Vertente Sul	NI	Ecologia	Ocorrência
<i>Gymnanthes glabrata</i> (Mart.) Govaerts	6	ST		<i>Ilex affinis</i> Gardn.	4	RR	FOD. FOM
<i>Styrax camporum</i> Pohl	6			<i>Vernonanyhura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	4	HE. PF ou SCF. SHI. PI	FOD. FOM
<i>Myrcia anacardiifolia</i> Gardner.	4	CL	FCA. FOD. FOM. FES. FED. RST	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.	3	HE ou ESC. SHI. PI. MC*	FOD. FES
<i>Casearia sylvestris</i> Santos	3	HE. PF. PI. SHI	FOD	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meissn.) Mez	3	ESC a HE. PF. SXR. RR	
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	3	HE ou ESC. SCF. GN	FOD. FES. RST	<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez.) Vatt.	2	HE. SCF. CL. SHI. ENC	
<i>Byrsonima myricifolia</i> Griseb.	2			<i>Drymis brasiliensis</i> Miers.	2	HE. PF. SHI.	FOM. FOD
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	2	HE. SCF. SHI. PI. ENC	FOD. FCA	<i>Eugenia excelsa</i> O.Berg	2	ST	FOD. FES
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemao	2	HE ou ESC. PF. HI. SI		<i>Eugenia sulcata</i> Spreng. ex Mart.Melo	2	HE. CF. SXR. RST	FOD
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D.Le Grand.) D.Le Grand.	2			<i>Miconia . ibaguensis</i> (Bonpl.)	2		FOD. FES
<i>Ormosia friburgensis</i> Taub. ex Harms.	2			<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.)O.Berg.	2		
<i>Persea willdenowii</i> Kosterm.	2	HE. SCF. SXR	FOD. FES	<i>Siphoneugenia . densiflora</i> Berg.	2	SEC. VU	
<i>Psychotria suterella</i> Mull. Arg.	2	ESC	FES. FOD	<i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn.	1		
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	2	HE. CF. GN		<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	1		
<i>Bathysa mendoncae</i> K.Schum.	1		FOD. FES	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	1	HE. CF ou SCF. PI	
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	1	HE.CF. GN.	FOD	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1	HE. PF ou SCF. SXR. SEC	FOD. FES
<i>Calypthranthes grandifolia</i> Berg.	1	ESC. PF. SEC. SHI. ENC	FOD	<i>Dyctyoloma vandellianum</i> A.Juss.	1	HE. PF. SHI.	

Continua...

Continuação...

Exclusivas Norte	NI	Ecologia	Ocorrência	Exclusivas Sul	NI	Ecologia	Ocorrência
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Ness e Mart.) Kostern.	1		FOD	<i>Eugenia tinguyensis</i> Cambess.	1	ST. VU	FOD. RST
<i>Cryptocarya micrantha</i> Meisn.	1			<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	1		
<i>Cupania vernalis</i> Cambess	1	HE. SCF. SHI. GN.	FOD. FES	<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	1		
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	1	HI.		<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex. D.C.) Mattos	1	HE. CF.	RST
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth..	1			<i>Inga lanceifolia</i> Benth.	1	RR	FOD. RST. FCA
<i>Miconia staminea</i> (Desr.)DC	1	SI	FOD	<i>Kielmeyera insignis</i> Saddi	1		FCA. FES. FOD
<i>Myrcia</i> sp.	1			<i>Macropelus friburgensis</i> (Perk.) I. Santos e Peixoto	1	END	FOD
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	1		FOD. FOM. RST. FES	<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	1		
<i>Ocotea</i> sp.	1		FOD. FES	<i>Mollinedia . oligantha</i> Perk.	1		FOD
<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler.	1			<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	1		FOD. RST
<i>Tibouchina granulosa</i> (Ders.) Cogn.	1	HE. PF ou SCF. SEC	FOD. FES. FOM. RST	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg.	1		
<i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	1	HE. PF. PI. TU		<i>Oreopanax</i> sp.	1		
<i>Trichilia hirta</i> L.	1	HE. SCF. SEC e CL	FOD. FOM. FES. FCA. RST	<i>Solanum argenteum</i> Dunal.	1		FOD. FOM. FES. RST
verbenaceae (morfoespécie 6)	1			<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H.C.Lima	1	SI	FOD. FES
<i>Vochysia .laurifolia</i> Warm.	1		FOD. FES	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	HE. PF. HI. PI. GN	FOD. FES. FCA. RST
				<i>Tetrorchidium parvulum</i> Müll.Arg.	1		
				<i>Piptocarpha regnellii</i> (Sch.Bip.) Cabrera	1		
				<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	1	HE. PF. GN.	FOD

**Fonte:** Lorenzi. 1998. 2002 e 2009; Lima e Guedes-Bruni. 1997; Rolim et al.. 1999; Santos e Peixoto. 2001; Peixoto et al.. 2004; Mendonça Filho et al.. 2007; Souza. 2008; Souza e Morin. 2008; Barbieri e Heiden. 2009; Stehmann et al.. 2009; Caiafa e Martins. 2010.

**Anexo 4:** Caracterização das principais espécies do sub-bosque e da serrapilheira das 48 parcelas utilizadas para avaliação da estrutura e cobertura de epífitas em uma Floresta Montana, município de Nova Friburgo. RJ. Onde: REG- regeneração; HERB- herbácea; ARB.- arbustiva; AR- arbórea; LN- liana; EP-epífita; \* - abundante na regeneração daquela parcela; M1=morro 1; M2= morro 2; M3=morro 3; M4=morro 4; M5= morro 5; VS= vertente sul; VN= vertente norte; P1= parcela 1; P2= parcela 2; P3= parcela 3; P4= parcela 4.

Localização da parcela	Caracterização do sub-bosque	Observações gerais
M1VSP4	<b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> *, <i>Amaioua intermedia</i> , <i>Myrcia splendens</i> , <i>Ocotea</i> sp. Myrsinaceae, <i>Xylopia sericea</i> .	Bromélias no chão; serrapilheira com raízes finas; Musgos em todos os indivíduos (mesmo os finos) de palmitos e samambaias-açu.
M1VSP1	<b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> *, <i>Begonia</i> sp., <i>Ocotea</i> sp., Melastomataceae, <i>Paullinia carpopoda</i> , <i>Geonoma schotiana</i> , <i>Myrcia</i> sp.	Muitos galhos secos caídos; Presença de lianas (pata-de-vaca, maracujá); Tronco tombado no interior da parcela; Palmitos com muitos líquens e musgos na base do caule.
M1VSP2	<b>HERB-</b> Pteridophyta (2), Araceae (4), Begoniaceae (2); <b>ARB-</b> <i>Geonoma schotiana</i> , <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Machaerium</i> sp., <i>Mimosa</i> sp.; <b>AR-</b> <i>Sorocea bonplandii</i> , <i>Cabrarea canjerana</i> , <i>Drimys brasiliensis</i> , <i>Miconia albicans</i> , <i>Miconia budlejoides</i> , <i>Guapira opposita</i> ; <b>LN-</b> <i>Lygodium volubile</i> , <i>Paullinia carpopoda</i> ; <b>REG-</b> Melastomataceae (5), <i>E. edulis</i> , <i>Ocotea</i> sp., <i>Swartzia myrtifolia</i> .	Serrapilheira com muita palha de palmeira, folhas secas com vários tamanhos e fragmentação, muitas raízes finas.
M1VSP3	<b>HERB-</b> <i>Costus spicatus</i> , Pteridophyta (3), <i>Anthurium</i> spp. (2), Araceae (3). <b>ARB-</b> <i>Begonia paleata</i> , <i>Geonoma schottiana</i> *, <i>Clavija nutans</i> ; <b>REG-</b> <i>Myrcia splendens</i> , <i>Picramnia glazioviana</i> , <i>Euterpe edulis</i> , <i>Miconia willdenowii</i> ;	Muitas epífitas nos estratos inferiores.
M1VNP1	<b>HERB-</b> <i>Anemia</i> sp., <i>Selaginella</i> sp., <i>Chamaecostus cuspidatus</i> , Acanthaceae, <i>Peperomia</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Psychotria vellosiana</i> , Rutaceae, <i>Vernonanthura</i> sp., <i>Huberia</i> sp., <i>Piper</i> sp.; <b>EP-</b> <i>Schlumbergera</i> sp., <i>Anthurium</i> sp., <i>Phylodendron</i> spp.(3), Pteridophyta (6), Bromeliaceae (5), Cactácea (1); <b>REG-</b> <i>Oreopanax capitatus</i> , <i>Caliptranthes</i> sp., <i>Guapira opposita</i> , <i>Miconia budlejoides</i> , <i>Ocotea</i> sp.	Serrapilheira mais seca, bem decomposta, com muitas raízes finas.
M1VNP2	<b>HERB-</b> <i>Begonia</i> sp., Acanthaceae (2), <i>Peperomia</i> sp., <i>Phylodendron</i> sp; <b>ARB-</b> <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Piper arboreum</i> , <i>Aureliana fasciculata</i> ; <b>LN-</b> <i>Mimosa</i> sp., <i>Paulinia carpopodea</i> ; <b>REG-</b> <i>Byrsonima myricifolia</i> , <i>Cinnamomum glaziovii</i> , <i>Sorocea bonplandii</i> , <i>Croton floribundus</i> , <i>Huberia</i> sp., <i>Endlicheria paniculata</i> , <i>Guapira opposita</i> .	Serrapilheira mais seca, bem decomposta, com muitas raízes finas.
M1VNP3	<b>HERB-</b> <i>Chamaecostus cuspidatus</i> . <b>ARB-</b> <i>Solanum argenteum</i> , <i>Miconia willdenowii</i> ; <b>LN-</b> <i>Acacia plumosa</i> , <i>Paullinia carpopoda</i> ; <b>REG-</b> <i>Himatanthus bracteatus</i> , <i>Swartzia myrtifolia</i> , <i>Vernonanthura discolor</i> , <i>Siparuna brasiliensis</i> , <i>Myrcia anacardiifolia</i> , <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Guapira</i> sp.	

Continua...

Continuação...

Localização da parcela	Caracterização do sub-bosque	Observações gerais
M1VNP4	<b>HERB-</b> Maranthaceae (2), <i>Psychotria</i> sp., <i>Chamaecostus cuspidatus</i> , Pteridophyta (2), Araceae; <b>ARB-</b> <i>Psychotria vellosiana</i> ; <b>LN-</b> <i>Acacia plumosa</i> , Bignoniaceae, Apocynaceae; <b>REG-</b> <i>Heisteria silvianii</i> , <i>Ocotea</i> sp., <i>Guapira opposita</i> , <i>Croton floribundus</i> , <i>Huberia</i> sp., <i>Miconia budlejoides</i> , <i>Myrcia tomentosa</i> .	Serrapilheira mais seca, bem decomposta, com muitas raízes finas.
M2VSP1	<b>HERB-</b> <i>Aphelandra</i> sp., Acanthaceae. <i>Chamaecostus cuspidatus</i> , <i>Anthurium</i> sp. <i>Peperomia</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Miconia</i> sp2. <i>Geonoma</i> sp.. <i>Merostachys multiramea</i> , <i>Siparuna brasiliensis</i> ; <b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> *, <i>Vernonanthura discolor</i> , <i>Mollinedia schottiana</i> .	Declividade alta (45°); apesar da declividade a serrapilheira apresenta bastante acúmulo de matéria orgânica e raízes finas;
M2VSP2	<b>HERB-</b> Pteridófitas (2), <i>Begonia</i> sp., <i>Begonia. Digitata</i> , <i>Begonia paleata</i> , <i>Rhynchospora</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Geonoma</i> sp., <i>Eugenia</i> sp.. <i>Miconia</i> sp.(2); <b>LN-</b> <i>Fuchsia regia</i> subsp. <i>serrae</i> , Apocynaceae, <i>Paullinia</i> sp.; <b>REG-</b> <i>Miconia</i> sp., <i>Cabralea canjerana</i> , <i>Solanum pseudoquina</i> , <i>Euterpe edulis</i> *.	Declividade (30°); Serrapilheira com muita palha, pouco espessa; Muitas flores de <i>Solanum pseudoquina</i> e presença de canela "lenticelada" de aprox. 200 cm CAP.
M2VSP3	<b>HERB-</b> Begoniaceae (2). <i>Anthurium</i> sp. Pteridófitas (3); <b>ARB-</b> <i>Bathysa</i> sp., <i>Miconia</i> sp., <i>Geonoma</i> sp., <i>Psychotria vellosiana</i> ; <b>LN-</b> Asteraceae, <i>Philodendron</i> sp., <i>Paullinia</i> sp., <i>Fuchsia regia</i> subsp. <i>serrae</i> , <i>Merostachys multiramea</i> ; <b>EP-</b> Araceae (3). Bromeliaceae (5). Orchidaceae; <b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> , <i>Miconia formosa</i> , <i>Miconia cinnamomifolia</i> .	Declividade alta (> 45°); Serrapilheira muito densa devido à presença de folhas; Epífitas nos troncos e copas.
M2VSP4	<b>HERB-</b> Pteridófitas (2), Begoniaceae (2), <i>Chamaecostus cuspidatus</i> ; <b>ARB-</b> <i>Campomanesia</i> sp., <i>Huberia</i> sp., <i>Merostachys multiramea</i> ; <b>LN-</b> <i>Mikania</i> sp., Apocynaceae e outras; <b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> , <i>Ocotea</i> sp., <i>Miconia</i> sp.	Declividade alta (>45°); Serrapilheira densa e com bastante acúmulo de folhas e raízes finas formando um colchão; Bambu morto.
M2VNP1	<b>HERB-</b> <i>Begonia</i> sp., Araceae (2), Melastomataceae (1), <i>Neoregelia</i> sp., Pteridófitas (2); <b>LN-</b> Poaceae, Bignoniaceae; <b>REG-</b> <i>Psychotria</i> sp., <i>Miconia staminea</i> , <i>Huberia</i> sp., <i>Merostachys multiramea</i> , <i>Swartzia myrtifolia</i> , <i>Dalbergia</i> sp., <i>Inga tenuis</i> ;	Serrapilheira com certa umidade, mas menos que as outras; Bastante raiz fina; toca de animal grande.
M2VNP2	<b>HERB-</b> Melastomataceae, pteridófitas, <i>Psychotria</i> sp., Acanthaceae, Commelinaceae; <b>ARB-</b> <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Clusia criuva</i> , <i>Miconia albicans</i> , <i>Miconia</i> sp.; <b>LN-</b> <i>Acacia plumosa</i> , Poaceae; <b>EP-</b> Araceae. Pteridophyta. Bromeliaceae; <b>REG-</b> <i>Tetrorchidium parvulum</i> , <i>Myrciaria tenella</i> , <i>Dalbergia</i> sp., <i>Myrcia splendens</i> , <i>Amaioua guianensis</i> , <i>Macropeplus friburgensis</i> , <i>Inga tenuis</i> , <i>Tibouchina mutabilis</i> , <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Nectandra oppositifolia</i> , <i>Clusia</i> sp., <i>Euterpe edulis</i> .	

Continua...

Continuação...

Localização da parcela	Caracterização do sub-bosque	Observações gerais
M2VNP3	<b>HERB-</b> <i>Psychotria</i> sp., <i>Clidemia</i> sp., <i>Cynodon</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Geonoma</i> sp., “murtinha” (Myrtaceae), <i>Miconia</i> sp., <i>Psychotria vellosiana</i> , Malpighiaceae; <b>LN-</b> Apocynaceae, <i>Paullinia</i> sp., Bignoniaceae; <b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> , <i>Pera glabrata</i> , <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Amaioua guianensis</i> , <i>Eugenia excelsa</i> , <i>Tibouchina mutabilis</i> , <i>Guapira opposita</i> , <i>Tetrorchidium parvulum</i> , <i>Merostachys multiramea</i> , <i>Ocotea</i> sp..	Muito líquen vermelho; Serrapilheira com pouca matéria orgânica, rala com solos exposto em alguns pontos. Decomposição acelerada;
M2VNP4	<b>HERB-</b> Pteridófitas (2), Maranthaceae, Araceae (1), Melastomataceae (1), <i>Psychotria</i> sp., Acanthaceae; <b>ARB-</b> <i>Miconia</i> sp., <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Geonoma schottiana</i> , <i>Merostachys multiramea</i> ; <b>REG-</b> <i>Guapira opposita</i> , <i>Guatteria sellowiana</i> , <i>Psychotria</i> sp., <i>Cinnamomum glaziovii</i> , <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Trichilia</i> sp., <i>Cabralea canjerana</i> .	Serrapilheira espessa, fofa formando um colchão de raízes finas;
M3VSP3	<b>HERB-</b> Pteridófitas (5), Melastomataceae, <i>Peperomia</i> sp., <i>Begonia</i> sp., (2); <b>PALM-</b> <i>Euterpe edulis</i> , <i>Geonoma</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Cyathea</i> spp., <i>Miconia</i> sp., <i>Huberia</i> sp., <i>Begonia paleata</i> ; <b>LN-</b> Apocynaceae. <i>Mimosa</i> sp., <i>Fuchsia regia</i> subsp. <i>serrae</i> ; <b>REG-</b> <i>Tetrorchidium parvulum</i> , <i>Sorocea bonplandii</i> , <i>Abarema langsdorffii</i> , <i>Roupala Montana</i> .	Serrapilheira bem fofa, declividade aproximada de 30°
M3VSP2	<b>HERB-</b> <i>Scleria</i> sp., <i>Psychotria ruelliifolia</i> , <i>Neoregelia</i> sp., Melastomataceae, Maranthaceae, Pteridófitas, ; <b>REG-</b> <i>Tetrorchidium parvulum</i> , <i>Euterpe edulis</i> , <i>Miconia</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Geonoma</i> sp., <i>Actinostemon</i> sp., <i>Psychotria vellosian</i> , <i>Campomanesia</i> sp., <i>Cyathea</i> spp.; <b>LN-</b> <i>Smilax fluminensis</i> , Apocynaceae, outras; <b>AR-</b> <i>Nectandra oppositifolia</i> , <i>Amaioua guianensis</i> , <i>Euterpe edulis</i> , <i>Alchornea triplinervia</i> ; <b>EP-</b> <i>Schlumbergera</i> sp., <i>Phlodedron bipinatifidum</i> , <i>Philodendron</i> sp., <i>Aechmea</i> sp., Bromelias (8). <i>Anthurium</i> sp. <i>Hymenophyllaceae</i> , Pteridaceae, Pteridophyta (5), Orchidaceae.	
M3VSP3	<b>HERB-</b> Pteridófitas (5), Melastomataceae, <i>Peperomia</i> sp., <i>Begonia</i> sp., <i>Begonia</i> sp 2; <b>ARB-</b> <i>Geonoma</i> sp., <i>Cyathea</i> sp., <i>Miconia</i> sp., <i>Huberia</i> sp., <i>Begonia paleata</i> ; <b>AR-</b> <i>Euterpe edulis</i> e outras; <b>LN-</b> Apocynaceae, <i>Mimosa</i> sp., <i>Fuchsia regia</i> subsp. <i>Serrae</i> ; <b>EP-</b> <i>Riphsalis</i> sp., <i>Monstera</i> sp., <i>Anthurium</i> sp., <i>Phylodendrum</i> sp., <i>Schlumbergera</i> sp., Orchidaceae, <i>Aechmea</i> sp., <i>Neoregelia</i> sp., Bromelias (5), Pteridophyta. <b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> , <i>Myrcia splendens</i> , <i>Sorocea bonplandii</i> , <i>Ilex</i> sp., <i>Guatteria sellowiana</i> .	Serrapilheira bem fofa, declividade cerca de 30°.

Continua...

Localização da parcela	Caracterização do sub-bosque	Observações gerais
M3VSP4	<b>HERB-</b> Pteridófitas (3). <i>Begonia</i> sp., <i>Parodiolyra micrantha</i> ; <b>REG-</b> <i>Bathysa</i> sp., <i>Tetrorchidium parvulum</i> , <i>Clethra scabra</i> , <i>Oreopanax capitatus</i> , <i>Sorocea bonplandii</i> , <i>Senefeldera verticillata</i> , <i>Ocotea</i> sp., <i>Euterpe edulis</i> *, <i>Alchornea triplinervia</i> ; <b>ARB-</b> <i>Begonia paleata</i> , <i>Mimosa</i> sp., <i>Acacia plumosa</i> , Poaceae, . <i>Geonoma</i> sp., <i>Miconia willdenowii</i> ; <b>AR-</b> Myrtaceae, <i>Rapanea</i> sp., <i>Euterpe edulis</i> , <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Ocotea</i> sp. <i>Alchornea triplinervia</i> ; <b>LN-</b> <i>Mikania</i> sp., Apocynaceae, <i>Smilax fluminensis</i> , <i>Fuchsia regia</i> subsp. <i>serrae</i> ; <b>EP-</b> Pteridophyta, Araceae, Bromeliaceae,	
M3P1VN	<b>HERB-</b> <i>Psychotria ruelliifolia</i> , <i>Chamaecostus cuspidatus</i> ; <b>ARB-</b> <i>Siparuna brasiliensis</i> , <i>Guadua</i> sp*., <i>Mollinedia schottiana</i> , <i>Geonoma</i> sp.; <b>LN-</b> <i>Acacia plumosa</i> <b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> , <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Miconia budlejoides</i> , <i>Endlicheria paniculata</i> , <i>Lacistema pubescens</i> , <i>Dalbergia frutescens</i> , <i>Myrcia splendens</i> .	Serrapilheira mais seca com poucas raízes finas; 12:00 h baixou o nevoeiro dentro da mata (05/08/2010).
M3P2VN	<b>HERB-</b> <i>Scleria</i> sp., <i>Parodiolyra micrantha</i> ; <b>LN-</b> <i>Mikania</i> sp., <i>Paulinia</i> sp., <i>Miconia</i> sp., Melastomatacea, Clusiaceae; . <b>REG-</b> <i>Sorocea bonplandii</i> , <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Piptadenia gonoacantha</i> , <i>Myrcia splendens</i> .	Serrapilheira rala, pouco espessa, com poucas raízes finas
M3P3VN	<b>HERB-</b> Maranthaceae, <i>Anthurium</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Mollinedia schottiana</i> , <i>Parodiolyra micrantha</i> ; <b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> , <i>Miconia albicans</i> , <i>Cupania racemosa</i> , <i>Sorocea bonplandii</i> .	
M3P4VN	<b>HERB-</b> <i>Scleria</i> sp. *. <i>Bacharis</i> sp., Verbenaceae.; <b>ARB-</b> <i>Siparuna brasiliensis</i> , <i>Piper aduncum</i> , <i>Psychotria</i> sp.; <b>HEP-</b> <i>Clusia criuva</i> ; <b>LN-</b> <i>Acacia plumosa</i> , <i>Mikania</i> spp.(3). <b>REG-</b> <i>Rapanea</i> sp., <i>Hieronyma alchorneoides</i> , <i>Miconia budlejoides</i> .	Pouco acúmulo de serrapilheira.
M4P1VS	<b>HERB-</b> <i>Scleria</i> sp. *. Pteridófitas (3). Bromeliceae (3); <b>LN-</b> <i>Mikania</i> sp. <i>Heteropterys</i> sp., <i>Smilax fluminensis</i> Steud.; <b>REG-</b> <i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana., <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz., <i>Euterpe edulis</i> Mart., <i>Davilla</i> sp., <i>Myrcia anacardiifolia</i> Gardner;	Serrapilheira com muita semente de <i>Euterpe edulis</i> ; Bromélias, líquens verdes, musgos e Hymenofiláceas colonizando os palmitos e samabaias-açu.
M4P2VS	<b>HERB-</b> Bromeliaceae (2). Pteridophyta. Orquidea (5). Acanthaceae; <b>ARB-</b> <i>Geonoma</i> sp., <i>Lytocaryum insigne</i> , <i>Mollinedia schottiana</i> , Melastomatacea (2); <b>REG-</b> <i>Machaerium</i> sp., <i>Euterpe edulis</i> .	Serrapilheira com muita semente de <i>Euterpe edulis</i> ; Musgo até nas plântulas. Bromélias e Hymenofiláceas até nas raízes dos palmitos.
M4P3VS	<b>HERB-</b> Pteridophyta (3), <i>Peperomia</i> sp.; <b>HEP-</b> Araceae ( <i>Phillo dendron</i> sp.); <b>ARB-</b> <i>Geonoma</i> sp*; <b>REG-</b> Euphorbiaceae, <i>Paulinia</i> sp.; <b>REG-</b> <i>Ocotea</i> sp., <i>Euterpe edulis</i> .	Serrapilheira com bastante volume, "colchão" de raízes finas; Bem úmido; Presença de troncos podres úmidos; Bastante bromélia e orquídea nos palmitos e samambaias-açu.

Continua...

Localização da parcela	Caracterização do sub-bosque	Observações gerais
M4P4VS	<b>HERB-</b> <i>Calathea</i> sp.*, <i>Begonia</i> sp., <i>Justicia</i> sp., <i>Piper</i> sp., Pteridophyta (3), <i>Peperomia</i> sp., <i>Piper</i> sp2., <i>Psychotria</i> sp., Bromeliaceae; <b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> *, <i>Inga tenuis</i> , Araceae (2), Hymenophyllaceae, <i>Miconia budlejoides</i> .	Serrapilheira bem espessa, fofa, formando um "colchão" de raízes finas; Awspecto bem mais úmido; Muita bromélia nos palmitos e samambaia-açu.
M4P1VN	<b>HERB-</b> <i>Begonia</i> sp., Broméliaceae (3), Pteridophyta (3), <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Piper</i> sp., <i>Parodiolyra micrantha</i> , Melastomataceae, Acantahceae; <b>REG-</b> <i>Ocotea</i> sp., <i>Inga tenuis</i> , <i>Inga lanceifolia</i> , <i>Guapira opposita</i> , <i>Eugenia oblongata</i> , <i>Euterpe edulis</i> *; <b>ARB-</b> <i>Geonoma</i> sp., <i>Psychotria vellosiana</i> , <i>Lytocaryum insigne</i> ; <b>LN-</b> Bignoniaceae, Euphorbiaceae. <i>Smilax fluminensis</i> , <i>Mikania</i> sp.	Serrapilheira bem densa, fofa, com minhoca preta, muita palha de palmeira e raízes finas; Sementes de <i>Ormosia friburgensis</i> ;
M4P2VN	<b>HERB-</b> <i>Thelypteris</i> sp., <i>Psychotria</i> sp., Araceae, ; <b>ARB-</b> <i>Geonoma</i> sp., <i>Lytocaryum insigne</i> , <i>Miconia</i> sp., <i>Psychotria vellosiana</i> ; <b>LN-</b> Apocynaceae, Bignoniaceae, <i>Davilla</i> sp., <i>Paullinia carpopoda</i> , <i>Merostachys multiramea</i> ; <b>REG-</b> <i>Dalbergia foliolosa</i> , <i>Eugenia oblongata</i> , <i>Matayba elaeagnoides</i> , <i>Ocotea</i> sp. <i>Cabranea canjerana</i> , <i>Miconia budlejoides</i> , <i>Miconia cinnamomifolia</i> .	Serrapilheira bastante decomposta com muita raiz fina.
M4P3VN	<b>HERB-</b> Pteridophyta (3), Bromeliaceae (3), Acanthaceae (2), Melastomatacea (3), Araceae (5). <i>Piper</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Simira</i> sp.; <b>LN-</b> <i>Paullinia carpopoda</i> ; <b>EP-</b> Bromeliaceae (5). Pteridophyta, Araceae; <b>REG-</b> <i>Andira fraxinifolia</i> , <i>Ocotea</i> sp., <i>Rapanea</i> sp., <i>Pouteria caimito</i> , <i>Macropeplus friburgensis</i> , <i>Virola bicuhyba</i> , <i>Myrcia splendens</i> .	Serrapilheira aparentemente mais rasa, heterogênea, com muita palha de palmito e outros; Poucas árvores grossas; Pouquíssimo musgo no chão; Bromélia nos palmitos.
M4P4VN	<b>HERB-</b> Pteridophyta (4), Bromeliaceae (4), Melastomataceae (3), <i>Anthurium</i> sp., Acanthaceae, <i>Alcantarea</i> sp., Araceae (3), <i>Psychotria</i> sp.; <b>ARB-</b> <i>Geonoma schottiana</i> , <i>Lytocaryum insigne</i> , <i>Miconia staminea</i> , <i>Dalbergia</i> sp., <i>Psychotria vellosiana</i> ; <b>LN-</b> Bignoniaceae, <i>Paullinia carpopoda</i> , <i>Andira fraxinifolia</i> , <i>Smilax fluminensis</i> ; <b>REG-</b> <i>Oreopanax capitatus</i> , <i>Euterpe edulis</i> , <i>Ocotea</i> sp., <i>Andira fraxinifolia</i> , <i>Guadua</i> sp., <i>Myrcia splendens</i> , <i>Miconia</i> sp., <i>Handroanthus</i> sp.	Serrapilheira muito espess, fofa bastante raíz fina formando um "colchão".
M5P3VS	<b>HERB-</b> <i>Anthurium</i> sp., <i>Psychotria ruellifolia</i> ; <b>ARB-</b> <i>Miconia</i> sp.; <b>LN-</b> <i>Mikania</i> sp., Melastomataceae, <i>Paullinia carpopoda</i> ; <b>EP-</b> Microorquídeas, Hymenophyllaceae, . Bromeliaceae, Pteridophyta (3); <b>REG-</b> <i>Myrcia</i> sp., <i>Ocotea</i> sp., <i>Psychotria</i> sp., <i>Myrcia pulchra</i> , <i>Cabranea canjerana</i> , <i>E. edulis</i> , <i>Miconia ibaguensis</i> , <i>Eugenia</i> sp.	Musgo presente em tudo (folhas. galhos. mudas. lianas. ervas etc...); Bromélias e orquídeas nos palmitos inclusive nas plântulas.
M5P4VS	<b>REG-</b> <i>Euterpe edulis</i> , <i>Tetrorchidium parvulum</i> , <i>Miconia ibaguensis</i> , <i>Miconia pusilliflora</i> , <i>Myrcia splendens</i> , <i>Guapira opposita</i> , <i>Ocotea velloziana</i> .	Musgos presentes em todos os hábitos de plantas (lianas. herbáceas e outras); Hymenofiláceas colonizando a <i>Cyathea</i> ; Serrapilheira com muita matéria orgânica e baixa decomposição.