



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

POLLYANNA RODRIGUES DE OLIVEIRA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DA ARQUITETURA FOLIAR DE *Alchornea triplinervia* NA
REGIÃO DE INTERFLÚVIO DA SERRA DO MAR, NOVA FRIBURGO - RJ**

Prof^o Dr. RICARDO VALCARCEL
Orientador

Prof^a MSc ERIKA CORTINES
Co-Orientadora

Seropédica-RJ
Julho, 2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

POLLYANNA RODRIGUES DE OLIVEIRA DOS SANTOS

CARACTERIZAÇÃO DA ARQUITETURA FOLIAR DE *Alchornea triplinervia* NA
REGIÃO DE INTERFLÚVIO DA SERRA DO MAR, NOVA FRIBURGO - RJ

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheira Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof^o Dr. Ricardo Valcarcel
Orientador

Prof^a MSc. Erika Cortines
Co-Orientadora

Seropédica-RJ
Julho, 2011

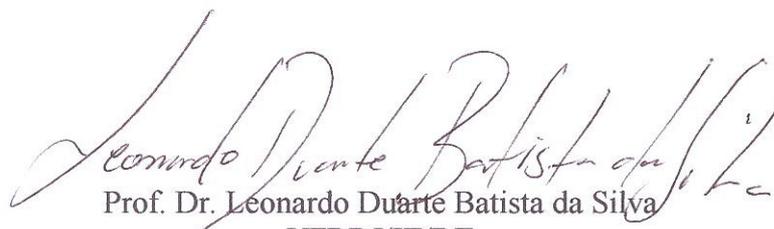
CARACTERIZAÇÃO DA ARQUITETURA FOLIAR DE *Alchornea triplinervia* NA
REGIÃO DE INTERFLÚVIO DA SERRA DO MAR, NOVA FRIBURGO - RJ

Comissão Examinadora

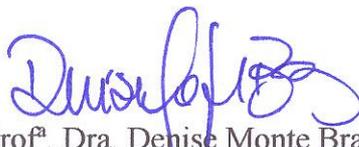
Monografia aprovada em 01 de julho de 2011.



Prof. Dr. Ricardo Valcarcel
UFRRJ/IF/DCA
Orientador



Prof. Dr. Leonardo Duarte Batista da Silva
UFRRJ/IT/DE
Membro



Profª. Dra. Depise Monte Braz
UFRRJ/IB/DB
Membro

DEDICATÓRIA

A João e Cristina
Luana
Eluã

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força quando precisei, durante todo o período da graduação e mais ainda no final. Minha gratidão será eterna!

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter me recebido e feito daqui minha segunda casa. Pela contribuição no meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço ao meu pai, João, por ter me ensinado sempre o caminho certo a seguir, pelas palavras de força, de alegria, por saber exatamente o que dizer e nos momentos certos, por ficar feliz com as minhas vitórias. Sem o seu apoio nada teria acontecido.

A minha mãe, Cristina, por ser a pessoa mais amiga e compreensiva, por ter me escutado nos momentos de maior desespero, mas também por ter compartilhado tantos momentos felizes. Sem os seus cuidados tudo seria mais difícil.

A minha irmã, Luana, por ser sempre um exemplo de pessoa alegre e contagiante, que me proporcionou tantos momentos felizes e engraçados. Por todo carinho e dedicação. Muito mais que uma irmã, uma amiga.

Aos grandes amigos, Dally, pela amizade, ataques de risos, e pela compreensão. Ao Carlão, por ser um grande amigo, engraçado, agradecendo também pelas caronas. A Wanessa, por escutar quando precisamos, por ser uma pessoa que sempre podemos contar. E a Letícia, por ser uma amiga leal, companheira, que sempre estendeu a mão quando precisei. Saibam que estamos concluindo esta primeira fase juntos, e espero que possamos estar juntos sempre, para que eu possa ver vocês trilhando seus caminhos com muito sucesso.

Ao PIBIC (CNPq) pelo financiamento do trabalho.

Ao professor Ricardo Valcarcel, pela orientação, paciência, compreensão, pelas palavras de força e por toda aprendizagem concedida. Obrigada!

Aos amigos do Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas, pelo companheirismo e aprendizado, em especial a Érika e ao Gilsonley, pelos divertidos campos, pelo esforço em me ajudarem no trabalho, pelos conselhos e orientações e por tudo feito ao longo do trabalho. Adorei trabalhar com vocês.

A todos aqueles que me ajudaram nos trabalhos de campo, André, Mariana, Rodrigo e Leila. Muito obrigada por eu poder contar com vocês, por me ajudarem num momento que eu realmente precisava.

Obrigada aos professores Leonardo Duarte Batista da Silva e Denise Monte Braz, por aceitarem participar da minha banca e pela contribuição na minha formação acadêmica.

E ao Eluã, por estar ao meu lado desde o início, por me escutar, por ser aquele que me confortava nos momentos mais difíceis, por ser, nesta experiência toda, o que valeu mais a pena. Obrigada pelo carinho e amor!

Obrigada a todos que aqui não foram citados, mas que eu sempre serei muito grata.

RESUMO

A Serra do Mar constitui um obstáculo físico que condiciona a direção dos ventos provenientes do oceano Atlântico em direção ao interior do continente, afetando a oferta diferenciada de umidade, quer queira pelos efeitos da orografia, como pelas estratégias de aquisição e dispersão de umidade. A partir do interflúvio os efeitos orográficos são restritos e vinculados a disposição dos morrotes, onde as características da vegetação podem constituir elemento indicador de oferta diferenciada de umidade. Este estudo avaliou a plasticidade morfológica e características biológicas da espécie *Alchornea triplinervia* em encostas norte e sul de seis morrotes, distando 1,44 – 4,44 km do interflúvio na cabeceira do Rio Grande, Nova Friburgo-RJ. O levantamento fitossociológico utilizou a técnica ponto quadrantes (extensão de 50 m), determinado o valor de importância para espécies, ratificada a espécie *Alchornea triplinervia* como a mais abundante e estudada a estrutura das suas folhas em 48 indivíduos, onde se observou os seguintes parâmetros: ângulo foliar, ângulo das nervuras, área da lâmina foliar, umidade retida na folha, comprimento da lâmina foliar e do pecíolo. Foi encontrada ampla variação morfológica entre indivíduos estudados, porém as maiores umidades nas folhas, áreas foliares e comprimentos das lâminas e dos pecíolos foram observados na vertente sul, notadamente nos morros 2 e 6. O ângulo foliar não apresentou influência entre distância do interflúvio e vertentes, diferente do ângulo da nervura, que apresentou influência da interação entre distancia e exposição. As plantas, no geral, são influenciadas pelas condições ambientais, alterando sua morfologia para adaptação ao ambiente.

Palavras-chave: Plasticidade morfológica, interceptação horizontal, zonas de reforço de umidade.

ABSTRACT

The mountain called *serra do Mar* constitutes an obstacle that conducts the wind direction from the Atlantic Ocean to the inner continent, affecting the humidity offer, even by orographic effects or by strategies of acquisition, and of humidity dispersion. After the interfluves, orographic effects are restrict and related to hills disposition, where vegetation characteristics can be an indicator of different humidity offer. This study evaluated morphological plasticity and biological characters of the specie *Alchornea triplinervia* at North and South slopes, on six hills distant 1.44 – 4.44 km from the interfluves, on the headwaters of *rio Grande* watershed, Nova Friburgo- RJ. The vegetation survey was done by point quadrant method (50 meters of extension), by which was determinate species importance value and confirmed *Alchornea triplinervia* as the most abundant. Leaves of 48 individuals, when it was observed the following parameters: foliar angle, nervure angle, foliar area, retained humidity, foliar and petiole length. It was found a high morphological variation between the individuals studied. The major retained humidity foliar areas, and foliar and petiole length, were observed on south slope, especially at hill 2 and 6. The nervure angle showed influence from interaction between distance from interfluves and exposition, and linear regression showed that only at south slope this parameter was influenced by distance from interfluves. Plants are generally influenced by environmental conditions, changing it`s morphology to adapt to environment.

Key-words: Morphological plasticity, horizontal interception, zones of humidity improves.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. BARREIRAS OROGRÁFICAS	2
2.2. INTERCEPTAÇÃO DE UMIDADE.....	4
2.3. ARQUITETURA FOLIAR.....	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
3.1. ÁREA DE ESTUDO	7
3.1.1. Localização	7
3.1.2. Meio físico.....	7
3.1.3. Meio biótico.....	8
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA	9
3.2.1. Seleção das áreas de amostragem.....	9
3.2.2. Levantamento fitossociológico.....	9
3.2.3. Caracterização morfo-estrutural e arquitetura foliar	11
3.2.3.1. Ângulo foliar.....	12
3.2.3.2. Caracterização das nervuras	13
3.2.3.3. Umidade retida na folha	13
3.2.3.4. Área foliar.....	14
3.2.3.5. Caracterização do tamanho e formato das folhas	14
3.2.3.6. Caracterização do pecíolo.....	15
3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1. RELAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS MORROS COM A OFERTA DE UMIDADE.....	15
4.2. LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO	21
4.3. CARACTERIZAÇÃO MORFO-ESTRUTURAL E ARQUITETURA FOLIAR	24
5. CONCLUSÃO.....	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Perfil esquemático transversal às estruturas geológicas da região entre o Oceano Atlântico e o Vale do Paraíba, no estado do Rio de Janeiro. Fonte: ALMEIDA & CARNEIRO, 1998. 3
- Figura 2:** Efeitos orográficos nas mudanças de temperatura e umidade relativa em vertentes a barlavento e a sotavento. Fonte: SATTERLUND, 1972. 4
- Figura 3:** Município de Nova Friburgo, cabeceira do rio Grande e detalhe da Fazenda Campestre. 7
- Figura 4:** Relevo de Nova Friburgo – RJ. 8
- Figura 5:** Distribuição dos morros e transectos onde se processaram os estudos florísticos na Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ. 9
- Figura 6:** Método do ponto quadrante. 10
- Figura 7:** Metodologia utilizada para seleção de espécie-chave e posterior caracterização morfo-estrutural e arquitetura foliar. 12
- Figura 8:** Desenho esquemático do ângulo de inserção do pecíolo da folha com o ramo. .. 12
- Figura 9:** Esquema indicando as medidas do ângulo de inserção das nervuras. 13
- Figura 10:** Equipamento medidor da área foliar. 14
- Figura 11:** Classificação do ângulo basal. A) Agudo; B) Obtuso. Fonte: (LAWG, 1999). . 14
- Figura 12:** Seção da serra do Mar no trecho da Bacia do rio Grande, Nova Friburgo – RJ, visto desde baixada fluminense, onde observa-se as principais entradas de umidade (gargantas)..... 16
- Figura 13:** Diferentes entradas de umidade pelas gargantas da serra do Mar, destacando a quantidade de umidade que entra por cada uma delas representada pela espessura das setas, e a demarcação dos morros estudados. 17
- Figura 14:** Altimetria da bacia do rio Grande, áreas de encostas e de várzea (laranja), com distância dos morros a partir do interflúvio da serra do Mar, Nova Friburgo – RJ. 18
- Figura 15:** Área de várzea da bacia com dois caminhos condutores de umidade distintos, encontrando-se no morro 6. 19
- Figura 16:** Esquema de caminho feito pelo vento ao encontrar barreira de altitude elevada. 19
- Figura 17:** Esquema de caminho feito pelo vento ao encontrar barreira de baixa altitude. . 20
- Figura 18:** Carta da área com demarcação dos morros e corte longitudinal dos mesmos, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ. 20
- Figura 19:** Ventos úmidos ultrapassando os morros num dia de alta nebulosidade, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ. 21
- Figura 20:** Características fenotípicas encontradas nos indivíduos de *Alchornea triplinervia*. A) indivíduo alto com copa não volumosa compondo o dossel da floresta; B) tronco tortuoso; C) tronco reto; D) casca com aspecto liso; E) casca com aspecto rugoso (com líquens e musgos); F) líquen encontrado numa das cascas; G) primeira ramificação formando os galhos principais; H) indivíduo trifurcado com bifurcação abaixo de 1,30 metros; I) folhas da espécie com alto índice de predação. 25

Figura 21: Bacia do rio Grande, Nova Friburgo – RJ, com suas distintas incidências de radiação solar ($\text{Kwh.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$) no ano de 2010, com destaque para os morros estudados na Fazenda Campestre.	26
Figura 22: Gráfico da demonstração da inserção da folha no ramo, em diferentes morros e vertentes, sendo: morro 1 – verde; morro 2 – vermelho; morro 3 – laranja; morro 4 – azul; morro 5 – roxo; morro 6 – cinza.	27
Figura 23: Média para os ângulos foliares de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.....	28
Figura 24: Média para os ângulos das nervuras de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.	29
Figura 25: Média para a umidade retida na folha de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.	29
Figura 26: Média para a área foliar de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.....	30
Figura 27: Média para o comprimento da lâmina foliar de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.	30
Figura 28: Média para o comprimento do pecíolo de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.	31
Figura 29: Plasticidade morfológica encontrada nos indivíduos de <i>Alchornea triplinervia</i> . A) Morro 1 – Norte; B) Morro 2 – Norte; C) Morro 3 – Norte; D) Morro 6 – Norte; E) Morro 2 – Sul.....	31
Figura 30: Esquema do tamanho e formato das folhas em diferentes morros e vertentes, usando-se os valores de média do comprimento da lâmina foliar, comprimento e diâmetro do pecíolo, e ângulos das nervuras.	32
Figura 31: Variação do ângulo foliar nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.	35
Figura 32: Variação do ângulo da nervura nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.	35
Figura 33: Variação da umidade retida na folha nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.	36
Figura 34: Variação da área foliar nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.	37
Figura 35: Variação do comprimento da lâmina foliar nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.	37
Figura 36: Variação do comprimento do pecíolo nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.	38
Figura 37: Gráfico de regressão linear para o parâmetro ângulo da nervura, relacionando os ângulos encontrados com as diferentes distâncias ao interflúvio.	42
Figura 38: Gráfico de regressão linear para o parâmetro ângulo foliar, relacionando os ângulos encontrados com as diferentes distâncias ao interflúvio.	43
Figura 39: Gráfico de regressão linear para o parâmetro umidade retida na folha, relacionando as umidades encontradas com as diferentes distâncias ao interflúvio.	43

Figura 40: Gráfico de regressão linear para o parâmetro área foliar, relacionando as áreas encontradas com as diferentes distâncias ao interflúvio.....	44
Figura 41: Gráfico de regressão linear para o parâmetro comprimento da lâmina foliar, relacionando os comprimentos encontrados com as diferentes distâncias ao interflúvio.	44
Figura 42: Gráfico de regressão linear para o parâmetro comprimento do pecíolo, relacionando os comprimentos encontrados com as diferentes distâncias ao interflúvio.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação da posição do pecíolo com relação ao ângulo formado com a inserção no ramo.....	13
Tabela 2: Lista das espécies encontradas nas linhas amostradas e suas respectivas famílias botânicas	21
Tabela 3: Indivíduos de maior valor de importância (VI) e as vertentes onde são encontrados.....	23
Tabela 4: Resultado da análise de variância (ANOVA 2 Way) para os parâmetros ângulo foliar, ângulo da nervura, umidade retida na folha, área foliar, comprimento da lâmina foliar e comprimento do pecíolo, avaliando se há influencia dos morros, das vertentes, e de suas interações.....	33
Tabela 5: Resultado do pós teste de Bonferroni para o parâmetro ângulo da nervura.....	38
Tabela 6: Resultado do pós teste de Bonferroni para o parâmetro umidade retida na folha.....	39
Tabela 7: Resultado do pós teste de Bonferroni para o parâmetro comprimento da lâmina foliar.....	40
Tabela 8: Resultado do pós teste de Bonferroni para o parâmetro comprimento do pecíolo.....	41
Tabela 9: Correlação das distâncias e parâmetros levantados para a vertente norte.....	41
Tabela 10: Correlação das distâncias e parâmetros levantados para a vertente sul.....	41
Tabela 11: Resultados da regressão linear para o parâmetro Ângulo da Nervura.....	42

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica abriga um dos maiores contingentes de biodiversidade do planeta, havendo registros de mais de 450 diferentes espécies arbóreas / hectare, conforme estudos realizados nas serras do Espírito Santo (LINO & DIAS, 2003). Abriga mais de 20 mil espécies de plantas registradas, incluindo raras palmeiras, orquídeas e bromélias, sendo reconhecida como um dos locais de maior diversidade de árvores do mundo (PACTO MATA ATLÂNTICA, 2010). Apesar da Mata Atlântica representar apenas um bioma, esta possui uma enorme variação devido aos diferentes ambientes onde está inserida, tanto em relação à topografia, como solo, clima (temperatura, precipitação), etc.

A zona de interflúvio da serra do Mar é, em praticamente sua totalidade, composta por fragmentos de Mata Atlântica, que possui papel primordial na interceptação de ventos úmidos. Ao longo de toda sua extensão, a serra do Mar recebe umidade vinda do oceano Atlântico, servindo como uma barreira natural, interceptando-a. Ao encontrar a serra, a umidade é fracionada, sendo parte condensada na cadeia de montanhas formando as chuvas orográficas, e a outra parte consegue atravessar a serra auxiliada pelas gargantas, que são facilitadoras de entrada de umidade. Mesmo depois de fracionados, os ventos que atravessam a sotavento da serra do Mar possuem grande quantidade de umidade, sendo suficiente para abastecer a região e as bacias a jusante, por ser região de cabeceira e apresentar grande número de nascentes. Os nevoeiros carregados de umidade representam fonte alternativa de umidade, principalmente durante as estações mais secas, quando a água torna-se menos abundante (BRUIJINZEEL, 2000). Como a região apresenta grandes quantidades de nevoeiros advindos a barlavento da serra, este recurso deve ser explorado para aumentar a produção de água e beneficiar a população.

Devido a esta importância ecológica que é de extrema necessidade que a região após o interflúvio, a sotavento da serra, esteja bem manejada. O regime hídrico da bacia é afetado pela dinâmica e manejo da vegetação (LINHARES *et al.*, 2005), pois esta possui uma estreita relação com o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, interferindo no movimento da água em vários compartimentos do sistema, inclusive nas saídas para a atmosfera e para os rios (ARCOVA *et al.*, 2003). Uma das principais influências da floresta ocorre já no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando se dá o primeiro fracionamento da água, onde uma parte é temporariamente retida pela massa vegetal e em seguida evaporada para a atmosfera, processo denominado interceptação, e o restante alcançam o piso como gotejamento ou precipitação interna e como fluxo que escoam pelo tronco das árvores (ARCOVA *et al.*, 2003).

A vegetação também exerce outro importante papel hidrológico, atuando como anteparo aos ventos úmidos (LAMPRECHT, 1990), propiciando a interceptação horizontal, onde a umidade interceptada se acumula nas folhas e galhos das plantas e atinge o solo. A parte que fica retida nas partes aéreas da vegetação e volta à atmosfera, via evaporação, é denominada de interceptação vertical (GARCIA-SANTOS *et al.*, 2004).

A interceptação de umidade pela vegetação pode variar entre as encostas de acordo com seu grau de exposição à entrada das massas de ar das bacias aéreas. A localização dos ambientes com maior tendência à interceptação pode auxiliar na definição de zonas de reforços de umidade da bacia hidrográfica, indicando então que essas áreas devem ser mantidas com florestas, tendo-se em vista tanto os fins hidrológicos como os conservacionistas. Neste sentido, as Bacias Hidrográficas se

apresentam como o espaço territorial mais promissor para uma gestão integrada de águas e florestas, considerando-se tanto os aspectos naturais quanto os culturais e sócio-econômicos envolvidos (LINO & DIAS, 2003).

A arquitetura foliar pode ser um indicativo sobre a adaptação das plantas a determinados ambientes, além de poder influenciar de maneira diferenciada a interceptação da água no ciclo hidrológico, sendo indicadora de como o vegetal se comporta em meio às condições do ambiente em que ele ocupa. Este comportamento pode ser observado pelo fato das folhas terem como característica sofrerem plasticidade morfológica, que é definida como a habilidade de uma população de ajustar o seu desempenho alterando sua morfologia e/ou fisiologia em resposta as variações das condições ambientais (SULTAN, 1995; NAVAS & GARNIER, 2002 *apud* BIU, 2008). A arquitetura da planta também é influenciada pelas condições ambientais tais como luz, temperatura, umidade e nível de nutrientes (REINHARDT & KULEMEIER, 2002), sendo a influencia da oferta de umidade o foco do presente trabalho.

O objetivo do estudo foi avaliar a plasticidade morfológica e características biológicas da espécie *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. em vertentes norte e sul na região de cabeceira do Rio Grande, Nova Friburgo-RJ. Para atingir estes objetivos buscou-se comparar os resultados encontrados entre as vertentes a barlavento e sotavento, e entre as diferentes distâncias do interflúvio da Serra do Mar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Barreiras Orográficas

Ao longo do litoral, alternam-se mangues, campos de dunas e falésias, baías e estuários, recifes e corais, praias e costões, planícies intermarés e outros ambientes importantes do ponto de vista ecológico (GEO BRASIL, 2002). Em tal zona se localiza as maiores manchas residuais da Mata Atlântica, inclusive sua maior manifestação contínua, envolvendo as encostas da Serra do Mar, nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (GEO BRASIL, 2002).

No estado do Rio de Janeiro, a Serra do Mar toca e se afasta do oceano Atlântico, chegando a distâncias de 100 km, gerando variações de ecossistemas com diferentes ofertas de atributos ambientais (MARQUES *et al.*, 2003). É dominado em grande parte pelo maciço costeiro, pela escarpa da Serra do Mar, cujo reverso se inclina em direção à depressão tectônica do vale do rio Paraíba do Sul, seguida, em direção ao norte, pelo planalto atlântico (SILVA, 2000).

A região centro-oriental do estado apresenta-se como uma montanha constituída por bloco de falhas inclinado para nor-noroeste em direção ao rio Paraíba do Sul (Figura 1), com vertentes abruptas voltadas para a Baixada Fluminense, a sul (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998).

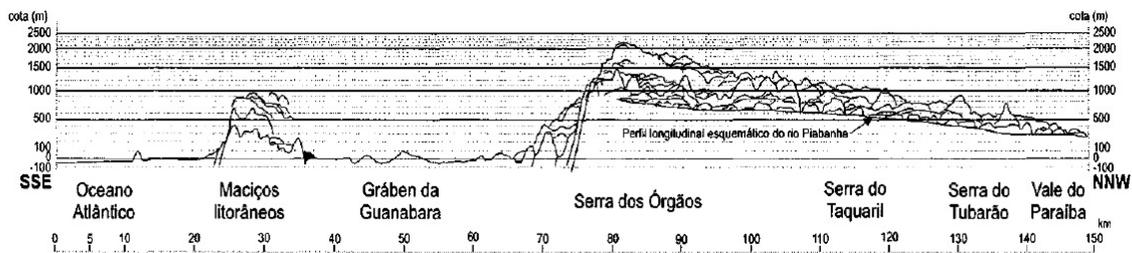


Figura 1: Perfil esquemático transversal às estruturas geológicas da região entre o Oceano Atlântico e o Vale do Paraíba, no estado do Rio de Janeiro. Fonte: ALMEIDA & CARNEIRO, 1998.

As barreiras orográficas constituídas pela cadeia de serras por onde o ar circula conformam as bacias aéreas do estado do Rio de Janeiro, constituindo um caminho prioritário de escoamento dos ventos, podendo o efeito orográfico influenciar na oferta de atributos ambientais nas microbacias da vertente Atlântica (barlavento) e do rio Paraíba do Sul (sotavento) (BARBOZA, 2007).

A Serra do Mar torna-se então uma barreira natural dos ventos provenientes do oceano Atlântico, sendo que este funciona como regulador térmico da área terrestre costeira, fornecendo a maior parte da umidade para formação de chuvas, nevoeiro, neblina e orvalho, controlando assim a temperatura nesses ambientes (BARBOZA, 2007). A região de Nova Friburgo tem esse efeito potencializado pela orientação da cadeia de montanhas que compõem a Serra do Mar e seus efeitos orográficos, observando-se uma umidade relativa do ar elevada e índices pluviométricos que variam de 1900 mm a mais de 2100 mm, evidenciando a influência do mar no clima regional (BARBOZA, 2004).

Segundo SATTERLUND (1972), a maioria das precipitações se desenvolve quando as massas de ar úmido são elevadas a grandes altitudes, onde o resfriamento faz com que o vapor de água se condense e as nuvens são formadas. As tempestades orográficas são causadas justamente quando uma massa de ar em movimento é forçada através de uma barreira topográfica (SATTERLUND, 1972), constituída pela cadeia de montanhas, forçando mudanças nas pressões, temperatura e indução de precipitação em diferentes altitudes. Quando os ventos úmidos sobem ao longo de uma cordilheira, o ar chega ao seu ponto de condensação, descarregando umidade prioritariamente em regiões a barlavento através de elevadas precipitações, mas podendo ultrapassar a barreira física constituída pelo interflúvio gerando umidade baixa e temperaturas mais altas a medida que desce a sotavento (Figura 2), onde se perde umidade através da evapotranspiração, fazendo o processo reverso de condensação, retirando umidade das superfícies por onde passa, tornando o ambiente mais seco a sotavento e com temperatura do solo e do ar elevadas (SATTERLUND, 1972; OLIVEIRA *et al.*, 1995). Uma vez que grande parte da umidade foi removida por condensação e precipitação a barlavento, o ar é seco e aquece a uma taxa de 5,5°F por 1000 metros de queda (SATTERLUND, 1972).

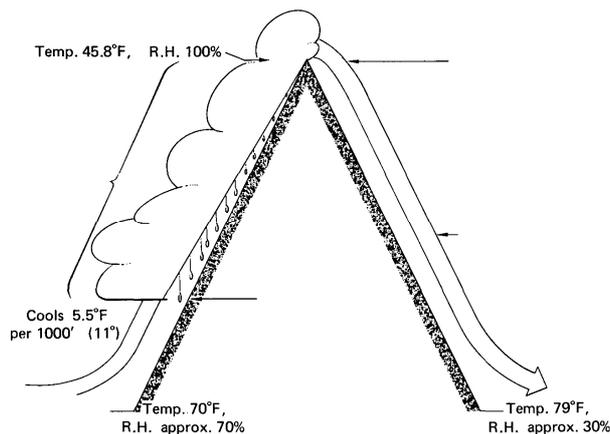


Figura 2: Efeitos orográficos nas mudanças de temperatura e umidade relativa em vertentes a barlavento e a sotavento. Fonte: SATTERLUND, 1972.

2.2. Interceptação de Umidade

A interceptação é definida como um obstáculo ao acesso da água da chuva ao solo, onde a vegetação impede a sua livre passagem e facilita o retorno da água a atmosfera pela evaporação (BARBOZA, 2004).

A parte aérea da vegetação tem a propriedade de atuar como barreira capaz de interceptar as precipitações, variando sua influência e distribuição em áreas de influência da sua cobertura (RODRÍGUEZ & SCHNABEL, 1998).

O processo de interceptação da chuva pela floresta, além de afetar a redistribuição da precipitação e a economia da água no solo, desempenha significativa influência sobre a qualidade da água (LINO & DIAS, 2003), ilustrando a importância dos fatores biológicos no ciclo da água, ou na hidrologia de uma bacia hidrográfica (STANHILL, 1973; STEWART, 1981 *apud* LIMA & NICOLIELO, 1983).

Basicamente, a cobertura florestal em uma bacia hidrográfica contribui decisivamente para regularizar a vazão dos cursos d'água, aumentar a capacidade de armazenamento nas microbacias, reduzir a erosão, diminuir os impactos das inundações e manter a qualidade da água (LINO & DIAS, 2003).

Cada camada da estrutura florestal tem seu papel no ciclo hidrológico, sendo o dossel e a liteira responsáveis por interceptarem a água da precipitação, diminuindo seu impacto no solo, ajustando a quantidade que infiltrará, além de isolarem o solo dos ventos e da radiação solar (COLMAN, 1953 *apud* LINHARES *et al.*, 2005). A vegetação representa um obstáculo ao escoamento da água, diminuindo sua velocidade, permitindo maior tempo de infiltração no solo, maiores taxas de absorção, menor possibilidade de formação de sulcos e menor probabilidade de erosão (COLMAN, 1953 *apud* LINHARES *et al.*, 2005).

Segundo pesquisa realizada no Parque Estadual da Serra do Mar em São Paulo (CICCO, *et al.*, 1986/88), 18,23% da água das chuvas que chegam à floresta retornam à atmosfera pelos processos de interceptação e evaporação, 80,65% restante atinge a superfície do solo, principalmente pela precipitação interna, e 1,12% escoam pelo tronco das árvores, sendo que estes valores variam de acordo com o tipo de floresta, ambiente local e intensidade das chuvas.

BARBOZA (2004) constatou em seu trabalho que fatores climáticos como velocidade do vento, umidade do ar, intensidade e duração das chuvas, provocam alteração na variável dependente precipitação interna. Ele constatou que, em dias com

passagem de frente fria as taxas de interceptação vertical foram mais altas, já no período marcado por ventos fortes a taxa de interceptação se manteve baixa.

Os estudos das perdas de água por interceptação têm grande importância no balanço hídrico de uma bacia, em especial quando as precipitações são escassas, pouco intensas e irregulares, e a porcentagem interceptada e evaporada é elevada (RODRÍGUEZ & SCHNABEL, 1998).

Segundo LIMA (2008), perda por interceptação é a fração da chuva que é evaporada diretamente da copa, não atingindo, portanto, o solo. Ele ainda fala que, de uma chuva fraca, de 5 mm por exemplo, quase toda a água será retida pelas copas e de lá evaporada diretamente, ou seja, 100% de perda por interceptação. Aproximadamente a mesma quantidade de chuva (5 mm) será perdida de uma chuva maior, digamos 100 mm, sendo a porcentagem de perda desta última, evidentemente, menor (5%).

A interceptação também participa do processo de evapotranspiração, pois as estimativas desta incorrerão em erros se não for levada em conta a participação das perdas reais por interceptação, uma vez que a evaporação da água interceptada ocorre a taxas maiores que a transpiração (LIMA & NICOLIELO, 1983).

A vegetação também intercepta horizontalmente os ventos carregados de umidade, condensando as partículas de água e precipitando-as na forma de chuva oculta, que independe da presença de nuvens de chuva (NEVES, 2004; BARBOZA, 2007).

Desta forma, pode-se questionar se a interceptação horizontal, ao contrário da interceptação vertical que influencia no balanço hídrico da bacia com suas perdas, atua de forma a trazer ganhos para a bacia.

Segundo LAMPRECHT (1990), a vegetação exerce um importante papel, já que serve como anteparo aos ventos carregados de umidade formando a interceptação horizontal.

As bacias aéreas condicionam a entrada da massa de ar (BARBOZA, 2007), porém, a ocorrência de nevoeiros e o conseqüente grau de interceptação pela vegetação existente é mais freqüente em determinadas regiões, ou seja, a precipitação induzida pela interceptação horizontal dos nevoeiros só é significativa em zonas de freqüente ocorrência de nevoeiros, podendo contribuir de modo significativo para a precipitação das regiões onde ocorre devido à condensação da umidade atmosférica quando em contacto com a vegetação (PATRÍCIO *et al.*, 1998).

Em dias de nevoeiro ou muito úmidos, ou em zonas em que prevalece nevoeiro marítimo, a umidade do ar é interceptada pela vegetação, principalmente a arbórea, condensando-se em gotas de maior dimensão que escorrem ao longo do tronco, representando um "input" para o solo que não é contabilizado pela precipitação normal (PATRÍCIO *et al.*, 1998).

FIGUEIRA *et al.* (2006) citando HOLDER (2003) diz que uma estação em espaço aberto recebe, normalmente, maior quantidade de precipitação (precipitação bruta) que uma estação debaixo de vegetação (precipitação líquida), tendo a interceptação vegetal, um valor positivo. No entanto, quando o valor de precipitação líquida é superior ao valor de precipitação bruta (intercepção vegetal de valor negativo), considera-se que a água adicional provém do nevoeiro interceptado pela copa.

Estudando a bacia aérea de Angra dos Reis, BARBOZA (2007) constatou que o efeito da bacia aérea representou adicional de 44% em volume de chuva no interflúvio, 39% a 4,5 Km do mesmo, e 42% a 7,5 Km, em direção concordante ao sentido do fluxo.

Percebe-se então que, apreciáveis quantidades de água poderiam ser obtidas pela plantação de árvores ou com a construção de barreiras artificiais para recolha de água, a partir dos nevoeiros (PATRÍCIO *et al.*, 1998).

2.3. Arquitetura Foliar

A organização tri-dimensional das folhas no corpo da planta é definida como arquitetura foliar, incluindo o padrão de ramificação, tamanho, forma e posição das folhas (REINHARDT & KUHLEMEIEIR, 2002).

A arquitetura foliar sofre plasticidade morfológica, ou plasticidade fenotípica, que é a capacidade de um indivíduo de alterar a sua anatomia, morfologia e/ou fisiologia em resposta às mudanças ambientais, sendo um recurso do estado ecológico de relevância para os organismos imóveis como as plantas (RÔÇAS *et al.*, 1997).

A capacidade das árvores para se adaptar às variações ambientais reside tanto das questões genotípicas como na plasticidade fenotípica, sendo esta expressa em termos de alterações fisiológicas e morfológicas que permite a aclimação de plantas às novas condições (ARANDA *et al.*, 2001 *apud* FERMINO JÚNIOR, 2004). Isto é particularmente evidente para as espécies vegetais que ocorrem na floresta tropical Montana (MANTUANO *et al.*, 2006).

Além de a arquitetura foliar ter a capacidade de sofrer plasticidade morfológica em diferentes ambientes, segundo VELÁZQUEZ-ROSAS *et al.* (2002) e VERNIMMEN *et al.* (2007), a arquitetura das copas e das folhas atua de forma diferenciada na interceptação da água.

Em geral a folha não é capaz de absorver quase nada da água retida em sua superfície e a capacidade individual de retenção de água de cada folha é função de seu tamanho, de sua configuração e composição, da viscosidade da água e de pressões externas sobre as folhas (precipitação, ventos, etc.) (LIMA, 2008).

Debaixo da copa de uma floresta, existe sempre interceptação que é influenciada pelo tipo de cobertura vegetal (como a capacidade de armazenamento da copa e sua variação com as espécies, o índice de superfície da folha, ângulo e cobertura foliar; capacidade de armazenamento ao nível arbustivo e epifítico e hidrofobia das várias partes aéreas das plantas) (FIGUEIRA *et al.*, 2006).

Segundo LIMA (2008), a espécie de folha influencia na quantidade de água que pode ser retida temporariamente na copa antes do início dos processos de precipitação interna e escoamento pelo tronco, esperando valores mais altos neste armazenamento quando as folhas forem grandes e rugosas. Além disso, esta capacidade também é em função da espécie e da parte aérea da biomassa.

O formato da cobertura vegetal e a área foliar são considerados fatores-chave para se determinar a capacidade de armazenamento de água no dossel, afetando a interceptação das chuvas e os demais componentes do balanço hídrico local (MOURA *et al.*, 2009). Segundo PATRÍCIO *et al.* (1998), em altitudes elevadas, as folhas aciculares são condensadores eficientes das gotículas de nevoeiro.

FIGUEIRA *et al.*, (2006) constatou que a morfologia das espécies dominantes em determinada área podem alterar os valores de interceptação. Uma das espécies por ele utilizada possui ramos que cobrem de forma densa e contínua maiores áreas, possui folhas grandes, largas e dispostas horizontalmente, podendo sustentar as gotas de chuva e nevoeiro menores, diminuindo a quantidade de água que atinge o solo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

3.1.1. Localização

A Fazenda Campestre está localizada nos municípios de Nova Friburgo e Cachoeiras de Macacu, região serrana fluminense, se estendendo até o Parque Estadual dos Três Picos, entre as coordenadas 22°21'21,52"S – 42°39'58,58"W e 22°22'45,29"S – 42°41'16,91"W. Ela está localizada na vertente a sotavento da serra do Mar, logo após o interflúvio, na área de cabeceira do Rio Grande, um dos principais afluentes do Rio Paraíba do Sul, sendo importante para o abastecimento dos aquíferos e manutenção dos recursos hídricos, por esta ser uma região onde a população vive da agricultura e necessita de água para abastecer sua produção. A área se encontra dentro dos domínios do bioma Mata Atlântica, e abriga remanescentes de Floresta Montana.

A fazenda apresenta área de 2000 ha (Figura 3), sendo que o estudo foi realizado na região pertencente ao município de Nova Friburgo, na zona de interflúvio da Serra do Mar.

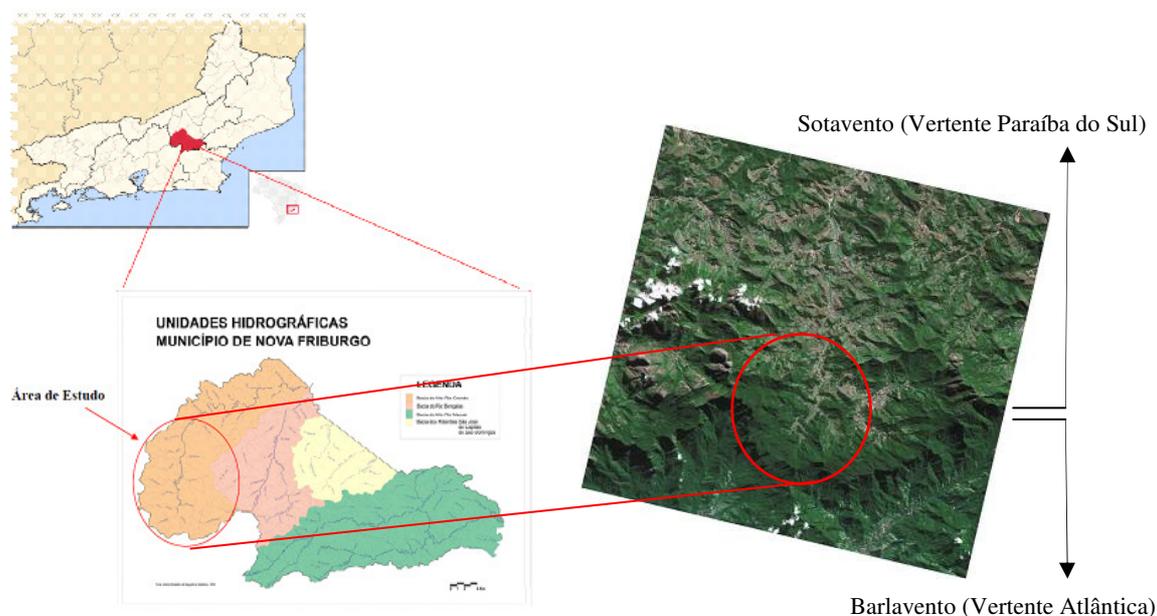


Figura 3: Município de Nova Friburgo, cabeceira do rio Grande e detalhe da Fazenda Campestre.

3.1.2. Meio físico

O relevo da região é classificado como montanhoso (Figura 4) onde as áreas de várzea se encontram a uma altitude de aproximadamente 1050 m e áreas mais montanhosas que atingem os 2310 m, ponto culminante da Serra do Mar (Três Picos).

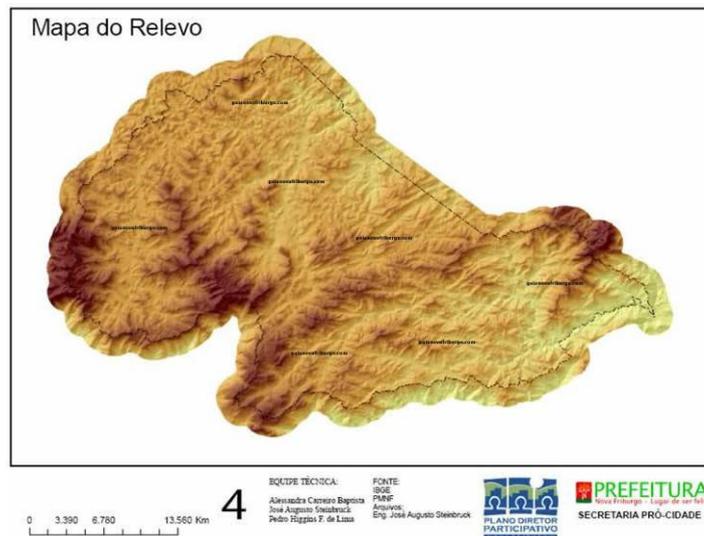


Figura 4: Relevo de Nova Friburgo – RJ.

As rochas da região são constituídas por rochas intrusivas metamórficas, Pré-Cambrianas que afloram por grande parte da área de estudo formando morros do tipo pães de açúcar (AB’SABER, 1992).

Segundo MATA (2006), baseado na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (2001), os solos da região são constituídos por associações de duas ou três classes principais sendo as mesmas, Cambissolo Álico (Ca6), Litólico Álico (Ra) e afloramentos rochosos (AR3) sendo os mesmos solos pouco evoluídos e rasos. Nas áreas de baixada com drenagem incipiente são encontrados também solos Hidromórficos que apresentam maior fertilidade e por isso são os solos mais ocupados pela agricultura na região (EMATER-RJ, 1994). Em função da ocupação desses territórios e o seu uso excessivo, os solos se tornaram bastante lixiviados, com fertilidade moderada em função da intensa drenagem (RODERJAN & KUNIYOSHI, 1988 *apud* BARROS, 2006).

A região possui clima tropical de altitude Cwb, segundo a classificação de Köppen. É marcado por uma variedade climática em relação à temperatura (NIMER, 1979), com invernos frios e secos e verões amenos e úmidos, apresentando temperatura média de 16°C. A região é bastante úmida, possuindo umidade relativa média de 83% e precipitações médias anuais de 1500 mm.

3.1.3. Meio biótico

A região se encontra dentro do domínio do ecossistema Mata Atlântica. A vegetação original da área é constituída pela floresta Ombrófila Densa Montana nas áreas até 1500-1600 m, com ocorrência restrita da formação Alto-Montana, com árvores de menor porte e abundância de bromélias, epífitas, líquens e musgos, acima de 1600 m (CHURCHILL et al., 1995). A floresta Ombrófila Densa Montana também se caracteriza por estar presente em ambientes úmidos, de elevadas altitudes, apresentando grande diversidade na composição florística.

A Fazenda Campestre possui uma das maiores áreas contendo floresta na região, com parte dela recentemente inserida dentro dos limites do Parque Estadual dos Três Picos. A principal atividade da fazenda é a pecuária, e isto faz gerar fragmentos no local.

3.2. Caracterização da Vegetação Arbórea

3.2.1. Seleção das áreas de amostragem

A topografia da bacia foi levantada a partir do Modelo Digital do Terreno utilizando software ArcGIS 9.3 e curvas de níveis do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), carta (Folha SF-23-Z-B-III-3) Nova Friburgo (Escala 1:50.000). A definição das unidades amostrais foi feita integrando os mapas de altitude, declividade e orientação das encostas. Os seis morros selecionados apresentam usos, declividade, altitude e orientação semelhantes, sendo o afastamento do interflúvio a principal diferença, com o intuito de capturar o efeito de perda de umidade de acordo com o afastamento do divisor. Este distanciamento influi à medida que a cada morro que serve de anteparo a chegada das frentes úmidas, precipita parte dessa água contida nas nuvens e/ou nevoeiros tornando-as mais secas. A faixa de altitude onde as linhas de amostragem ficaram contidas foi a de 1050-1150 m.s.n.m. A declividade média das áreas de amostragem variou entre 20-40%. Foram distribuídas 12 unidades amostrais (linhas) alocadas nas vertentes norte (sotavento) e sul (barlavento), em seis morros que se dispõem de forma sequencial nas áreas de várzea (Figura 5), a partir do divisor topográfico da serra do mar até uma distância de cerca de 5 km do mesmo.

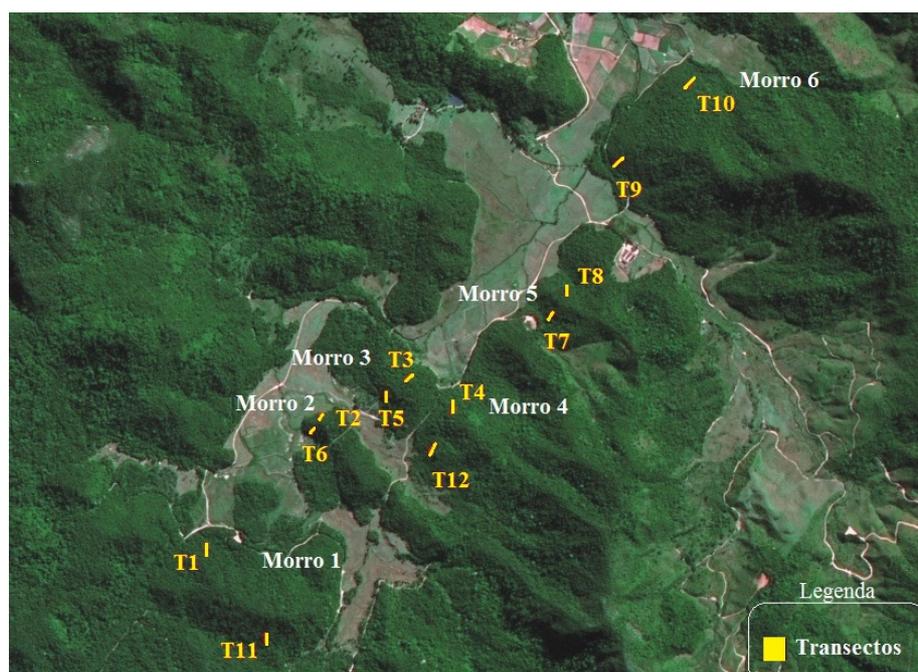


Figura 5: Distribuição dos morros e transectos onde se processaram os estudos florísticos na Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.

3.2.2. Levantamento fitossociológico

A estrutura arbórea foi determinada utilizando-se o método do ponto quadrante (COTTAN & CURTIS, 1956), por este ser um método que atenda os objetivos do estudo, e pela sua facilidade de trabalho. Foram feitas linha de 50 metros, devidamente georeferenciadas com GPS modelo Garmin FX 78, traçada em sentido perpendicular as

curvas de nível. A cada 5 metros o quadrante foi posicionado em cima da linha (Figura 6) e as quatro árvores mais próximas, que apresentaram DAP ≥ 5 cm, tiveram medidos os parâmetros DAP (cm), distância da árvore ao quadrante (m), altura (m) e diâmetro de copa (m). Nas 12 linhas amostradas foram medidas ao todo 480 árvores. As espécies não identificadas no campo foram coletadas, prensadas e secas em estufa para identificação junto ao Herbário RBR (Instituto de Biologia UFRRJ).

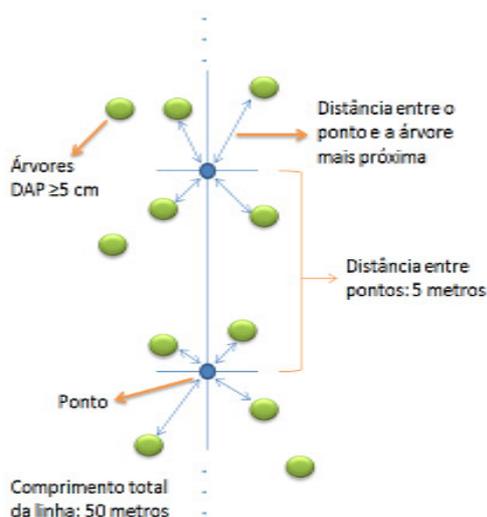


Figura 6: Método do ponto quadrante.

Tendo-se identificadas as espécies encontradas no levantamento, foi feito para cada uma delas o valor de importância (VI), que representa em que grau a espécie se encontra estabelecida na comunidade:

$$VI = DRs + FRs + DoRs$$

Para se chegar neste valor é necessário calcular densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa. A densidade relativa (DRs) representa a proporção percentual do número de indivíduos de uma determinada espécie, em relação ao número total de indivíduos amostrados de todas as espécies:

$$DRs = (ns/n) \cdot 100$$

Em que:

ns = número de indivíduos amostrados da espécie;

n = número total de indivíduos amostrados;

Para se chegar à frequência relativa deve-se primeiro saber a frequência absoluta (FAs), que representa em que grau a espécie ocorre nas parcelas de amostragem:

$$FAs = (Ps/Pt) \cdot 100$$

Em que:

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

Pt = número total de parcelas ou pontos.

Já a frequência relativa (FRs) é obtida da relação da frequência absoluta de cada espécie e a soma das frequências absolutas de todas as espécies amostradas:

$$FRs = (FAs/FAT).100$$

Em que:

FAs = frequência absoluta da espécie;

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

Para se chegar à dominância relativa primeiramente deve-se saber a área basal individual (ABIs), que representa a área ocupada pelo tronco de cada indivíduo, assumindo-se que o tronco tem forma cilíndrica, correspondendo a seção transversal do tronco:

$$ABIs = D^2\pi/4$$

Em que:

D = Diâmetro de cada indivíduo da espécie.

A dominância relativa (DoRs) representa a relação percentual entre área basal total de uma espécie e a área basal total de todas as espécies amostradas:

$$DoRs = \left(\sum ABIs/ABT \right).100$$

Em que:

ABIs = Área basal de cada indivíduo da espécie;

ABT = soma das áreas basais de todas as espécies amostradas (\sum ABI).

Após o cálculo dos parâmetros foi possível chegar na espécie que apresenta maior VI. Verificou-se também se a mesma ocorre em todos os morros, e após esta análise foi selecionada a espécie utilizada para os estudos de arquitetura foliar.

3.2.3. Caracterização morfo-estrutural e arquitetura foliar

A amostragem da espécie chave foi feita em quatro indivíduos por vertente de cada morro. Nestes indivíduos selecionados, foram tomados os dados de DAP (cm), diâmetro de copa (m), altura (m), altura da primeira ramificação (m), tipo de fuste (ereto, retorcido, bifurcado), quantidade de galhos e tipo de copa (globosa, longilínea, achatada). Para os estudos de arquitetura foliar foram adotados quatro parâmetros, que são ângulo foliar, caracterização das nervuras, área foliar e umidade retida na folha.

O método utilizado pode ser observado na Figura 7:

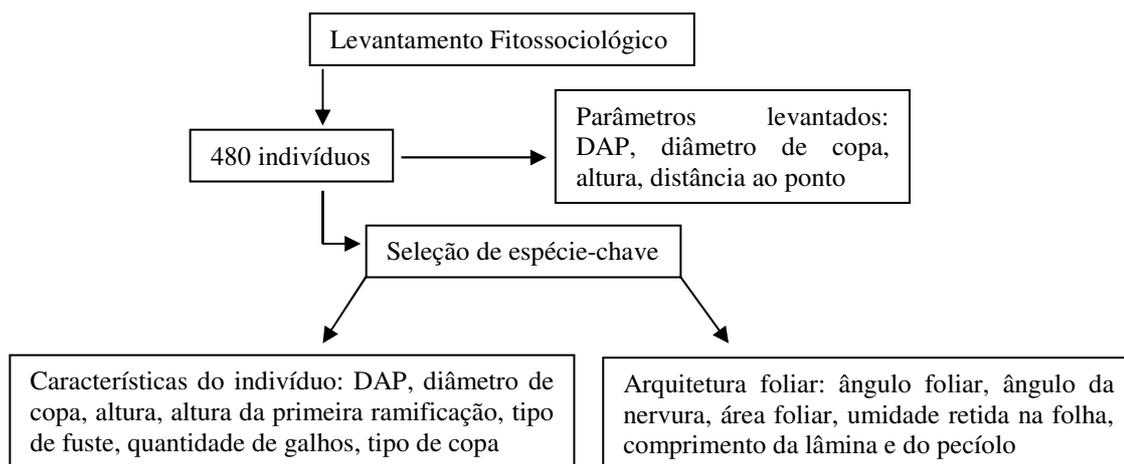


Figura 7: Metodologia utilizada para seleção de espécie-chave e posterior caracterização morfo-estrutural e arquitetura foliar.

Para analisar os quatro parâmetros de arquitetura foliar foram coletados ramos posicionados na parte abaxial da copa, através de técnica de acrodendrologia quando necessário. Em cada ramo coletado, foram selecionadas folhas entre os 4º e 5º nós, no sentido ápice-base, totalizando dez folhas por indivíduo, sem sinal de herbivoria ou patógenos. Sendo assim, foram utilizadas 40 folhas por vertente (barlavento e sotavento), com um total de 480 folhas.

Os parâmetros foram comparados entre os indivíduos ocorrentes nos seis morros, analisando-se o distanciamento ao interflúvio, e comparados entre diferentes vertentes, para tentar identificar diferenças entre as vertentes barlavento e sotavento.

3.2.3.1. Ângulo foliar

O ângulo foliar, que é definido como o ângulo formado entre o eixo caulinar e o pecíolo da folha (Figura 8), foi medido com um transferidor (BIU, 2008), onde posteriormente foi feita a média dos ângulos encontrados nas dez folhas, em cada vertente dos seis morros.

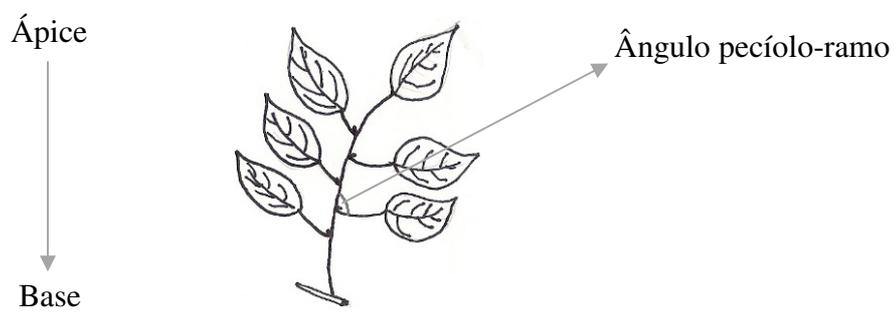


Figura 8: Desenho esquemático do ângulo de inserção do pecíolo da folha com o ramo.

Para classificar os ângulos encontrados foi adotada uma relação entre a posição do pecíolo e sua inserção ao ramo (Tabela 1):

Tabela 1: Classificação da posição do pecíolo com relação ao ângulo formado com a inserção no ramo.

Classificação	Mais verticalmente inclinada	Mais horizontalmente inclinada
Ângulo	$\leq 45^\circ$	$> 45^\circ$

3.2.3.2. Caracterização das nervuras

Nervura é definida como sendo cada uma das unidades de vascularização das folhas que é visível externamente, podendo apresentar diferentes graus de proeminência (GONÇALVES & LORENZI, 2007). Suas funções são a transferência de água e nutrientes e são estruturas que proporcionam rigidez à folha (RIBEIRO, *et al.*, 1999).

Foram medidos os ângulos entre as nervuras secundárias e a nervura central (Figura 9), utilizando-se transferidor, e posteriormente foi calculada a média para os ângulos encontrados, em cada vertente dos seis morros. O objetivo desta análise foi avaliar se os padrões de nervura se diferenciam entre as diferentes exposições (vertentes norte e sul) e distâncias, com relação ao interflúvio.

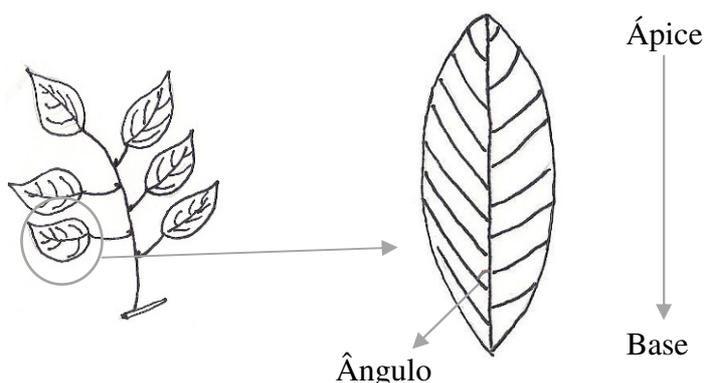


Figura 9: Esquema indicando as medidas do ângulo de inserção das nervuras.

3.2.3.3. Umidade retida na folha

Após a retirada das folhas dos ramos, as mesmas foram colocadas em sacos plásticos pré-pesados, e em seguida depositadas em bolsa térmica, para ser feita a pesagem das folhas com o uso de balança de precisão modelo BEL. engineering. MARK 500 Classe II, utilizando-se três casas decimais, obtendo-se assim o peso úmido. O uso dos sacos plásticos e da bolsa é justamente para não permitir a perda de umidade da folha para o meio. Já o peso seco foi encontrado após a prensagem e secagem das folhas, em estufa a 65 °C, por uma semana, e pesagem das mesmas em balança anteriormente utilizada. Com a diferença entre esses dois pesos achou-se a umidade que estava retida nas folhas, ou seja, o quanto de água as mesmas possuíam.

3.2.3.4. Área foliar

A área foliar foi levantada com as mesmas folhas utilizadas para os outros estudos com as mesmas ainda verdes, por meio do equipamento para medição de área foliar LI-3100 Area Meter (Figura 10), no Departamento de Nutrição Animal e Pastagem do Instituto de Zootecnia da UFRRJ. Esta análise teve por objetivo saber se a área varia entre exposições (vertentes barlavento e sotavento) e distâncias (ao interflúvio).

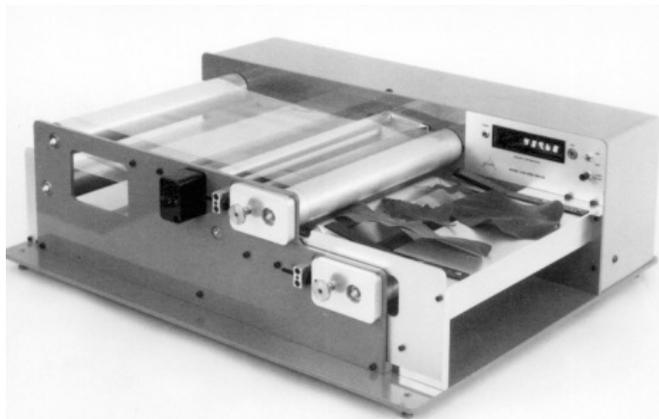


Figura 10: Equipamento medidor da área foliar.

3.2.3.5. Caracterização do tamanho e formato das folhas

Segundo LAWG (1999), o ângulo basal é aquele formado pelas nervuras secundárias, onde o vértice localiza-se no tecido do pecíolo, considerando agudo quando a base do ângulo for $< 90^\circ$ e obtuso quando for $> 90^\circ$. Através dessa metodologia será estimada a largura da folha (Figura 11). Juntamente com o comprimento da lâmina foliar, medido com régua, tem-se o tamanho e o formato da folha, tendo-se assim a sua variação entre morros e vertentes.

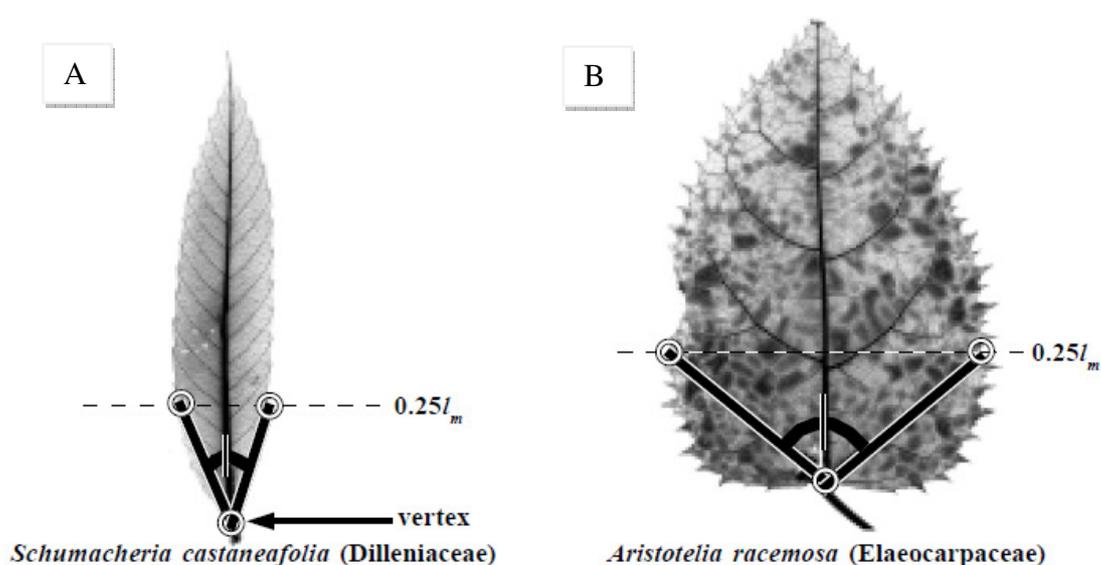


Figura 11: Classificação do ângulo basal. A) Agudo; B) Obtuso. Fonte: (LAWG, 1999).

3.2.3.6. Caracterização do pecíolo

Foram medidos o comprimento e diâmetro do ápice e da base dos pecíolos das folhas coletadas, isto para ter-se também a variação dos pecíolos entre morros e vertentes.

3.3. Análise Estatística

Utilizou-se software Graph Pad Prism para determinação da regressão linear entre variáveis distâncias ao interflúvio e os parâmetros da plasticidade morfológica da espécie, assim como os efeitos das vertentes, que foram avaliados pela análise de variância (ANOVA 2 Way) e identificados onde ocorreu variação através do pós teste de Bonferroni. Também foi feita análise de correlação entre dados de vertentes e de exposição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Relação da Distribuição dos Morros com a Oferta de Umidade

A sotavento da serra do Mar encontra-se a bacia do rio Grande, que recebe ventos carregados de umidade de maneiras diferenciadas, indo de acordo com a distribuição das gargantas pela serra (Figura 12), que são as facilitadoras de entrada de umidade. Estas gargantas fazem com que os ventos úmidos entrem na bacia, e se desloquem com maior ou menor intensidade, variando este com a altitude e largura dessas gargantas.

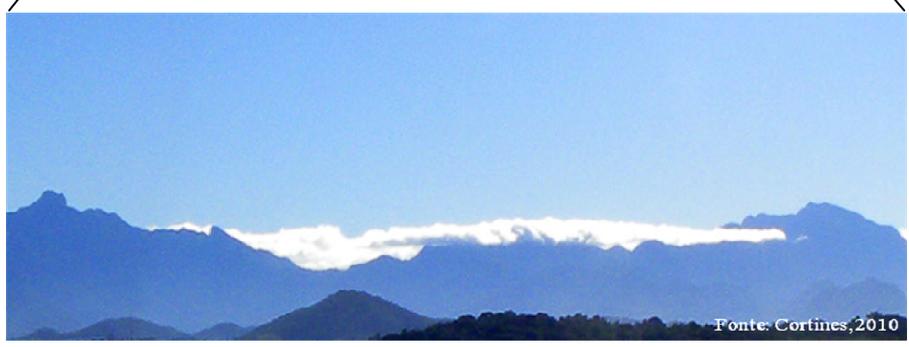
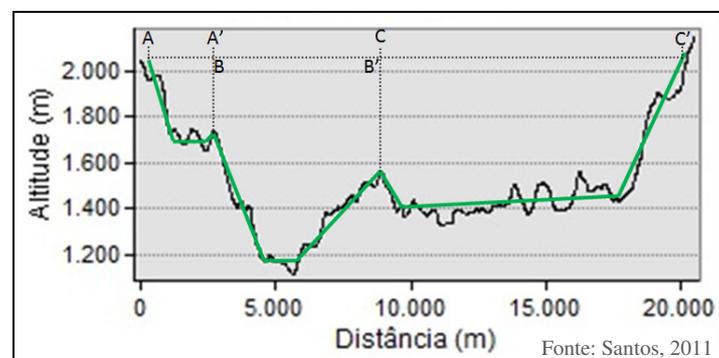
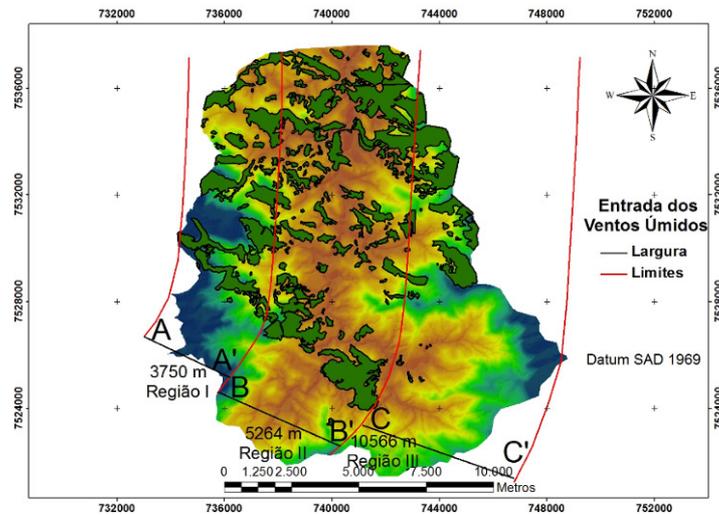


Figura 12: Seção da serra do Mar no trecho da Bacia do rio Grande, Nova Friburgo – RJ, visto desde baixada fluminense, onde observa-se as principais entradas de umidade (gargantas).

Observa-se que a garganta delimitada por B-B' é a que apresenta menor altitude, sendo esta então a principal entrada de umidade para a bacia do rio Grande. Entretanto, todas as gargantas influenciam na passagem dos ventos, como mostra o esquema da Figura 13.

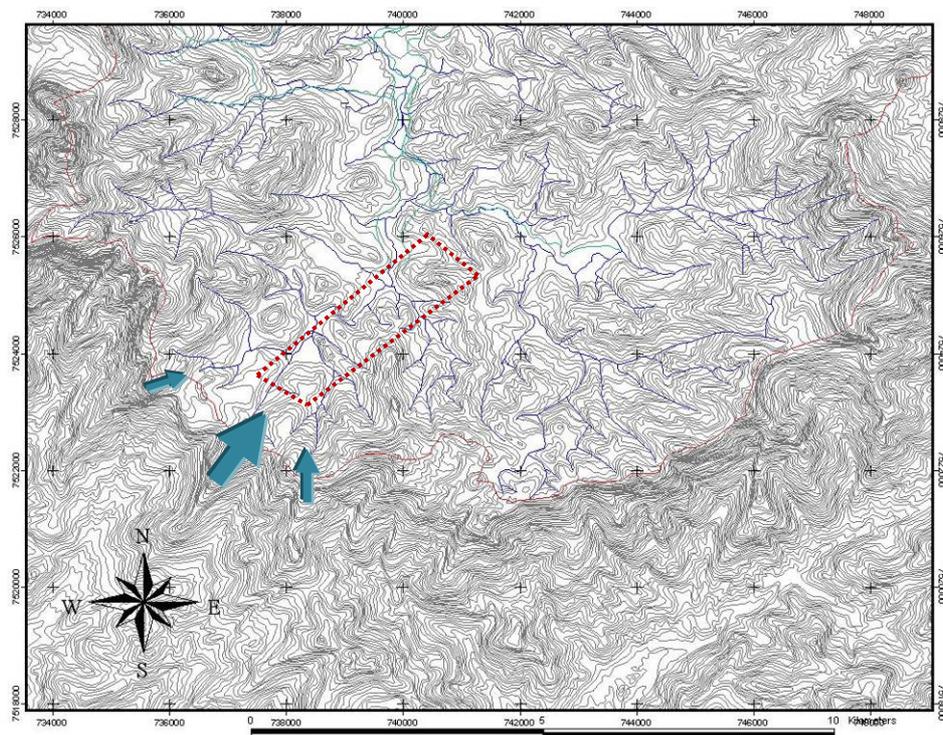


Figura 13: Diferentes entradas de umidade pelas gargantas da serra do Mar, destacando a quantidade de umidade que entra por cada uma delas representada pela espessura das setas, e a demarcação dos morros estudados.

A inserção da área de várzea também influencia na distribuição dos ventos ao longo da bacia, por formar corredores que direcionam e traçam os caminhos dos ventos, após a passagem dos mesmos pelo interflúvio. A bacia apresenta morros dispostos seqüencialmente na sua área de várzea, e estes morros recebem a umidade que ultrapassa a serra do Mar e entram pelas gargantas com intensidades diferentes. Os morros estudados foram escolhidos nesta seqüência, alinhados de forma que um fique à frente do outro, e, com essa disposição, os ventos úmidos que ultrapassam a serra do Mar vão encontrando barreiras, que seriam os morros, e ao mesmo tempo há perda de umidade quando se encontram com essas barreiras. Como já mostrado anteriormente, os seis morros estudados foram (Figura 14):

- Morro 1: 1446 m de distância do interflúvio.
- Morro 2: 2149 m de distância do interflúvio.
- Morro 3: 2588 m de distância do interflúvio.
- Morro 4: 2700 m de distância do interflúvio.
- Morro 5: 3307 m de distância do interflúvio.
- Morro 6: 4447 m de distância do interflúvio.

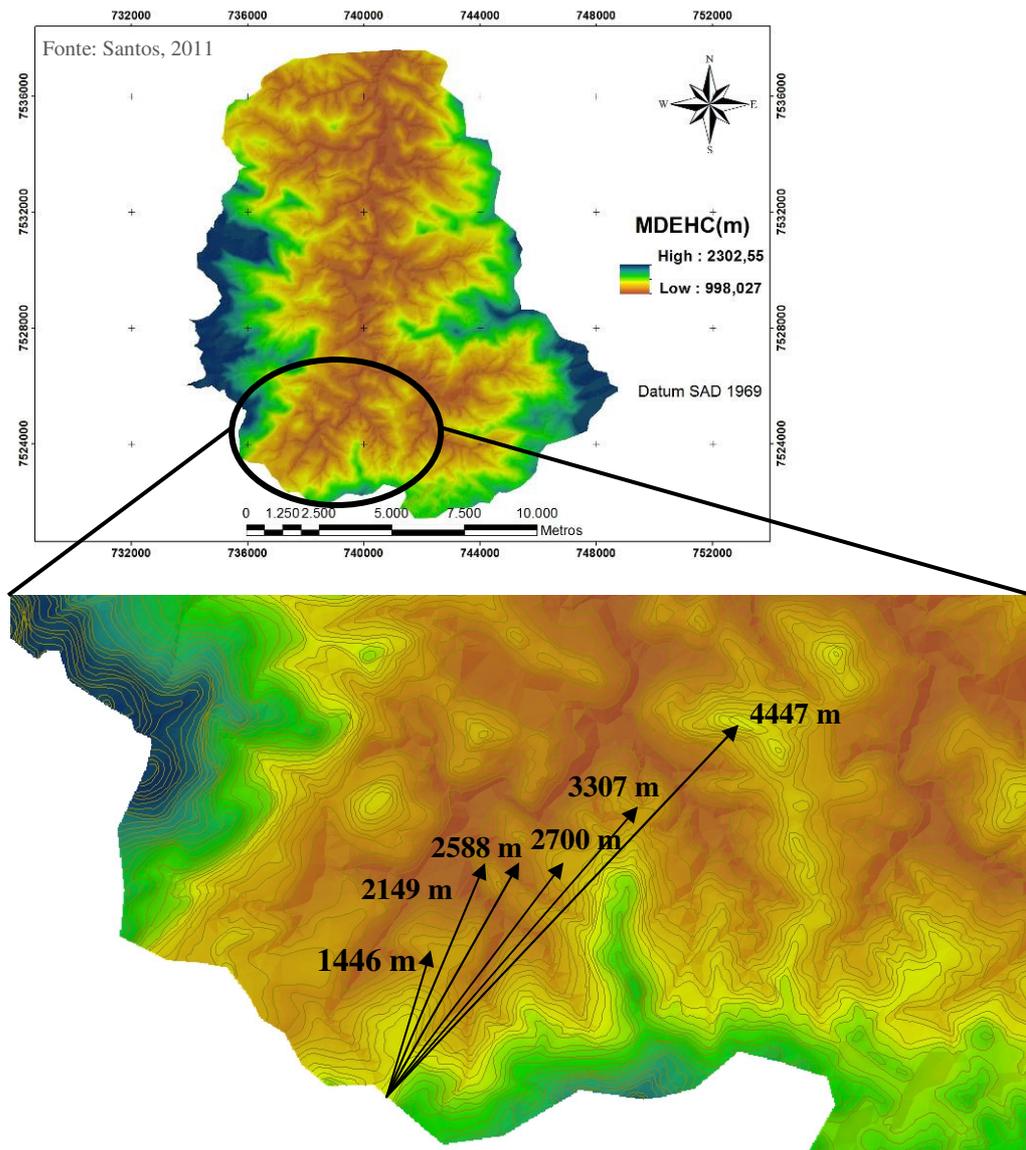


Figura 14: Altimetria da bacia do rio Grande, áreas de encostas e de várzea (laranja), com distância dos morros a partir do interflúvio da serra do Mar, Nova Friburgo – RJ.

O morro 1 está localizado próximo ao interflúvio, recebendo ventos úmidos entrantes, que ultrapassam o divisor da serra do Mar, ou seja, receberá maior umidade porque não há nenhuma barreira na frente deste morro que não seja o interflúvio. Sua vertente a barlavento recebe os ventos, e quando a massa de ar ultrapassa o morro e atinge a vertente a sotavento esta chega com menos umidade. Este fenômeno acontece com todas as barreiras orográficas. Isto foi claramente observado no morro 1, devido a maior ocorrência de musgos na vertente sul, a mais úmida, e de maior de líquens na vertente norte, mais seca.

O morro 2 está numa distância maior quando comparado com o morro 1, mas, analisando seu posicionamento, vê-se que não há barreiras em parte do morro, recebendo então os ventos em sua totalidade, e parte do morro está posicionado atrás do morro 1, recebendo então os ventos com menos umidade pois parte desta já ficou retida no primeiro morro.

Os morros 3 e 4 estão posicionados um ao lado do outro. A diferença entre eles é que o morro 3 está localizado no centro da várzea, recebendo uma maior umidade por estar interceptando os ventos que passam por este corredor. O morro 4 está posicionado à esquerda, e recebe a umidade que consegue ultrapassar o morro 2.

O morro 5 está localizado logo atrás da barreira feita pelos morros 3 e 4, recebendo assim umidade vinda da várzea (corredor) e ventos que ultrapassam as barreiras da frente.

O morro 6 está disposto em local de interseção de dois corredores, ou seja, de dois caminhos que facilitam a condução dos ventos úmidos (Figura 15). Com isso, este morro, mesmo apresentando a maior distância do interflúvio, recebe grande umidade por receber de duas fontes diferentes.

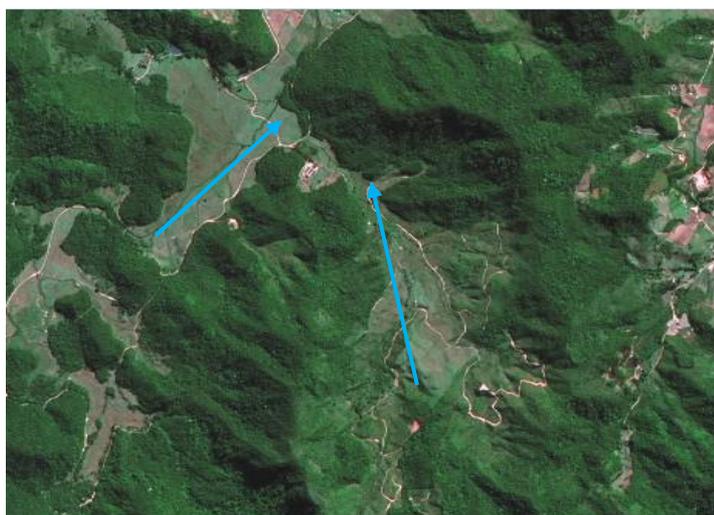


Figura 15: Área de várzea da bacia com dois caminhos condutores de umidade distintos, encontrando-se no morro 6.

Os morros também podem ser analisados e discutidos quanto a sua posição longitudinal. O efeito da altura dos morros pode influir em como a umidade ultrapassa as barreiras orográficas. Nos morros mais altos os ventos úmidos ultrapassam a barreira principalmente pelas laterais do morro, quando a altitude for elevada e os ventos não se elevam a tal altura (Figura 16). Quando os morros são mais baixos, além dos ventos passarem pelas laterais do morro, há uma facilidade dos ventos ultrapassarem a barreira por cima do morro (Figura 17).

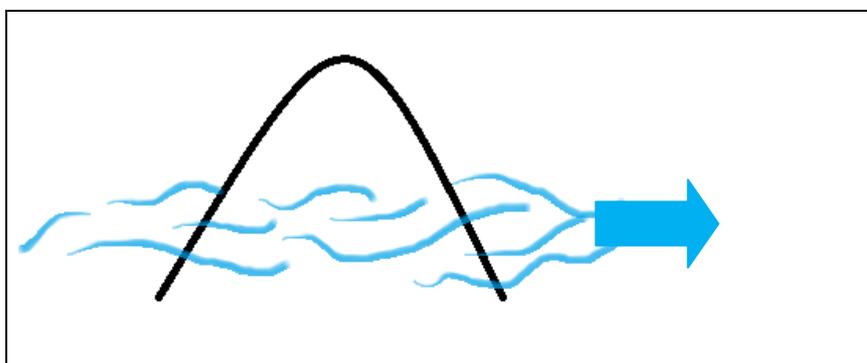


Figura 16: Esquema de caminho feito pelo vento ao encontrar barreira de altitude elevada.

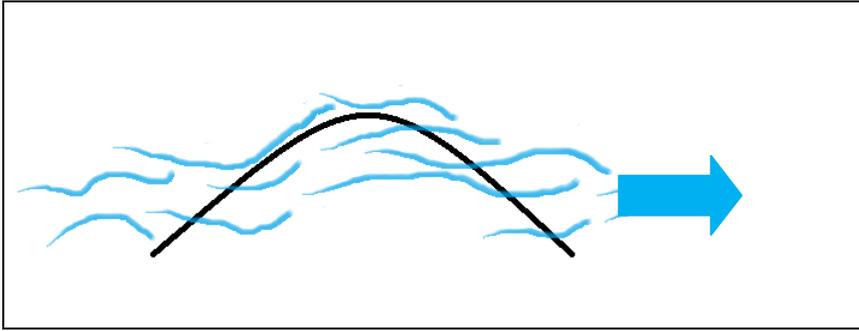


Figura 17: Esquema de caminho feito pelo vento ao encontrar barreira de baixa altitude.

Cada um dos morros estudados, além do posicionamento na várzea, também apresenta alturas diferentes segundo carta do IBGE (Folha SF-23-Z-B-II-4) Nova Friburgo (Escala 1:50.000) (Figura 18), que também influenciam na interceptação dos ventos. Foi observado, num dia de campo, a disposição dos ventos segundo mostra a Figura 19.

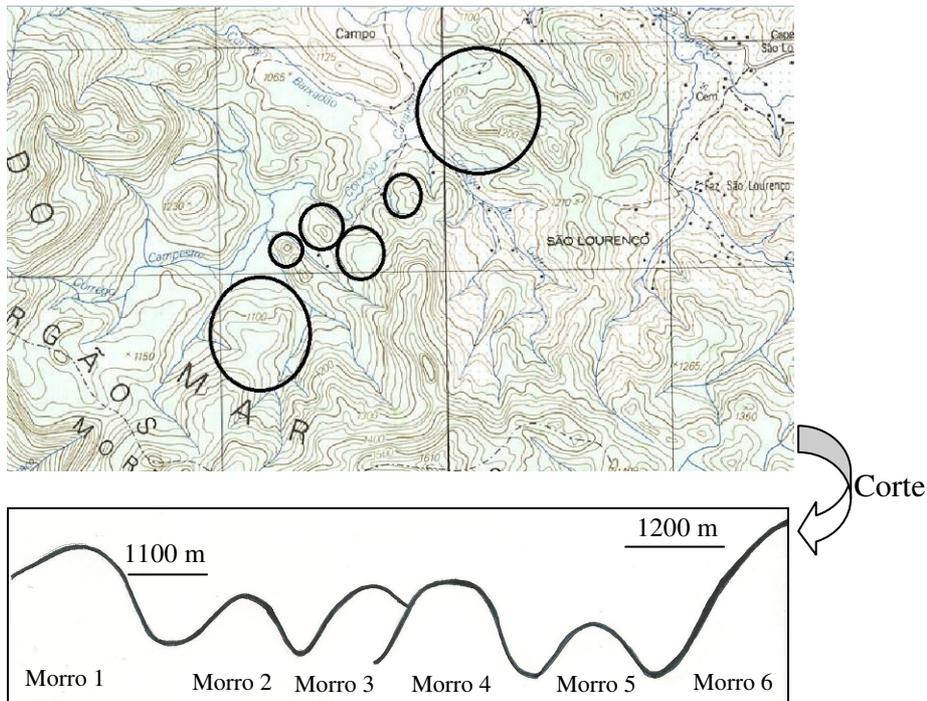


Figura 18: Carta da área com demarcação dos morros e corte longitudinal dos mesmos, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.



Figura 19: Ventos úmidos ultrapassando os morros num dia de alta nebulosidade, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.

Dos seis morros estudados os que apresentam maior altura são os morros 1 e 6. Eles então terão a condução dos ventos priorizada no centro, e assim a zona mais úmida dos morros será a central. Já os demais morros (2, 3, 4 e 5), além de apresentarem menores alturas estão na área mais aberta da várzea, recebendo os ventos que vão tender a passar por cima dos morros, apresentando áreas úmidas de forma homogênea ao longo da área de cada morro.

Além da discussão geral da oferta de umidade na área estudada, também foi discutido o que as diferentes ofertas de umidade podem causar em fatores pontuais, tais como a arquitetura foliar e a morfologia das plantas, que foram analisadas.

4.2. Levantamento Fitossociológico

Com o estudo de fitossociologia verificou-se que a área apresenta alta diversidade. Os 480 indivíduos arbóreos amostrados representam 39 famílias, 75 gêneros e 113 espécies (Tabela 2). As Famílias botânicas mais frequentes foram Myrtaceae (21,23%), seguida por Lauraceae (12,38%), Melastomataceae (7,07%), Fabaceae e Rubiaceae (4,42% cada), Salicaceae (3,53%), Annonaceae, Meliaceae e Sapindaceae (2,65% cada).

Tabela 2: Lista das espécies encontradas nas linhas amostradas e suas respectivas famílias botânicas. (continua)

Família	Nome científico
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.
ANNONACEAE	<i>Xylopia brasiliense</i> Spreng.
	<i>Guatteria pubens</i> (Mart.) R.E.Fr.
	<i>Guatteria</i> sp.
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex aff. microdonta</i> Reissek
ARALIACEAE	<i>Oreopanax</i> sp.
	<i>Schefflera</i> sp.
ARECACEAE	<i>Euterpe edulis</i> L.
ASTERACEAE	<i>Vernonia discolor</i> Less.
	<i>Vernonia</i> sp.
	<i>Piptocarpha</i> sp.
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex. D.C.) Mattos
CLETHRACEAE	<i>Clethra scabra</i> Pers.
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.
CLUSIACEAE	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch & triana) Zaapi
	<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi
	<i>Tovomita glazioviana</i> Engl. in Mart.

Tabela 2. Continuação.

CYATHEACEAE	<i>Cyathea</i> sp.
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania multiramea</i> (Klotz.) <i>Croton floribundus</i> Spreng <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) Müll. Arg <i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl. <i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil. <i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H.C.Lima <i>Abarema langsdorfii</i> (Benth.) Barneby & Gomes <i>Inga</i> aff. <i>lenticellata</i>
ERYTHROXILACEAE	<i>Machaerium</i> aff. <i>Gracile</i> Benth.
FABACEAE-CAESALPINOIDEAE	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Buschmiedia rigida</i> (Mez.) Kosten <i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez.) Kostem. <i>Cinnamomum sellowianum</i> (Ness & Mart.) Kostern. <i>Cryptocaria micrantha</i> Meiss. <i>Cryptocaria</i> sp.
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Nectandra grandiflora</i> Ness. <i>Nectandra rigida</i> (Kunth.) Ness. <i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meissn.) Mez <i>Ocotea dispersa</i> (Ness) Mez. <i>Ocotea divaricata</i> (Ness) Mez. <i>Ocotea indecora</i> (Schott.) Mez. <i>Ocotea macropoda</i> (H.B.K.) <i>Ocotea puberula</i> (Rien.) Ness. <i>Persea pyrifolia</i> Ness.
LAURACEAE	<i>Didymopanax</i> af. <i>angustifolia</i> . <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. <i>Trichilia hirta</i> L. <i>Trichilia</i> sp.
MALVACEAE	<i>Miconia</i> aff. <i>collata</i> Wurdaek
MELIACEAE	<i>Miconia</i> aff. <i>ibaguensis</i> (Bonpl.) <i>Miconia</i> aff. <i>pussilliflora</i> (D.C.) Nardin <i>Miconia buddlejoides</i> Triana Germano-Filho <i>Miconia formosa</i> Glaziov. <i>Miconia prasina</i> D.C. <i>Tibouchina granulosa</i> (Ders.) Cogn. <i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.
MELASTOMATACEAE	<i>Macroleplus friburgensis</i> (Perk.) I. Santos & Peixoto <i>Mollinedia</i> aff. <i>oligantha</i> Perk. <i>Sorocea bonplandi</i> (Baill.) Burger, Lanjow & Boer <i>Blepharocalyx</i> sp. <i>Calythranthes grandifolia</i> Berg. <i>Eugenia cuspidata</i> Berg. <i>Eugenia microcarpa</i> O.Berg. <i>Eugenia neosilvestris</i> Sobral <i>Eugenia</i> sp. <i>Eugenia</i> sp2. <i>Eugenia sulcata</i> Spreng. ex Mart.Melo <i>Eugenia cuprea</i> (Berg.) Ndz. <i>Marlieria</i> aff. <i>suaveolens</i> Camb. <i>Myrcia acuminatissima</i> O. Berg. <i>Myrcia</i> aff. <i>multiflora</i> DC. <i>Myrcia deflexa</i> <i>Myrcia rufulla</i> Miq. <i>Myrcia</i> sp. <i>Myrcia</i> sp2. <i>Myrcia splendens</i> DC. <i>Neomitranthes</i> sp. <i>Psidium macrospermum</i> Berg. <i>Siphoneugenia</i> aff. <i>densiflora</i> Berg. cf. <i>Myrcianthes pungens</i> cf. <i>Hexaclamis</i> <i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg. Myrtaceae NI
MONIMIACEAE	
MORACEAE	
MYRTACEAE	

Tabela 2. Continuação.

NYCTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i> Vell.
PHYLANTACEAE	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemao
PHYTOLACACEAE	<i>Seguiera floribunda</i> Benth.
PERACEAE	<i>Pera obovata</i> (Klotzsk.) Baill.
PICRAMNIAEAE	<i>Picramnia glazioviana</i> Eng.
ROSACEAE	<i>Prunus sellowii</i> Koehne
RUBIACEAE	<i>Amaioua intermedia</i> var. <i>brasiliana</i> (A.Rich.) Steyerm.
	<i>Psychotria estrellana</i> Müll. Arg.
	<i>Psychotria sessilis</i> (Vell.) Mull. Arg.
	<i>Psychotria sutarella</i> Mull. Arg.
	<i>Rudgea</i> cf. <i>stipulaceae</i> (D.C.) Steyer
RUTACEAE	<i>Dyctyoloma vandelianum</i> A.Juss.
SALICACEAE	<i>Carpotroche brasiliensis</i> Endl.
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.
	<i>Casearia obliqua</i> Spring.
	<i>Casearia sylvestris</i> Santos
SAPINDACEAE	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess
	<i>Matayba eleaginoides</i> Rdlk.
SOLANACEAE	<i>Aureliana</i> sp.
	<i>Solanum argentum</i> Dun.
	<i>Solanum cinamomum</i> Sendtn.
STYRACACEAE	<i>Styrax camporum</i> Pohl.
	<i>Styrax polhi</i>
THEACEAE	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng.
THYMELEACEAE	cf. <i>Daphinopsis</i> sp.
URTICACEAE	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott.) Rizzini
VERBENACEAE	<i>Citharexylum</i> aff. <i>myrianthum</i> Sham.
	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia</i> aff. <i>oppugnata</i> (Vell.) Warm.
	<i>Vochysia</i> aff. <i>Laurifolia</i> Warm
WINTERACEAE	<i>Drymis brasiliensis</i> Miers.

As espécies com maior frequência foram: *Euterpe edulis* L. (16,4%), seguida por *Alchornea triplinervia* (Sprengel) Müller Argoviensis (6,0%), *Myrcia rufulla* Miq. (5,0%), *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (4,3%), *Amaioua intermedia* Mart. (3,5%), *Erythroxylum deciduum* A. St.-Hil. (2,3%), *Psychotria sessilis* (Vell.) Mull. Arg. (2,5%), e *Ocotea puberula* (Rien.) Ness. (2,0%). Foi feita para as espécies os dados estatísticos, chegando aos índices de Valor de Importância (VI) e de Shannon-Wiever. O valor encontrado para o índice de Shannon-Wiever foi 4,0, considerado alto para ecossistemas de Mata Atlântica. Já os maiores índices de valor de importância (VI) estão apresentados na tabela abaixo (Tabela 3):

Tabela 3: Indivíduos de maior valor de importância (VI) e as vertentes onde são encontrados.

Norte		Sul	
Espécies	VI	Espécies	VI
<i>Alchornea triplinervia</i>	49,2	<i>Euterpe edulis</i>	51,9
<i>Euterpe edulis</i>	37,1	<i>Alchornea triplinervia</i>	20,4
<i>Guapira opposita</i>	21,6	<i>Myrcia rufulla</i>	13,2
<i>Myrcia rufulla</i>	19,1	<i>Ocotea puberula</i>	10,8
<i>Gordonia fruticosa</i>	15,1	<i>Guapira opposita</i>	10,5

As espécies de maior frequência e maiores VI foram *Euterpe edulis* e *Alchornea triplinervia*. Mesmo sendo *Euterpe edulis* a espécie que mais ocorreu e ainda apresentando alta importância ecológica, esta espécie não é adequada para estudos de

arquitetura foliar por não se tratar de um exemplar de eudicotiledônea, e suas folhas não serem adequadas para os devidos estudos.

A espécie escolhida para realização do estudo de arquitetura foliar foi *Alchornea triplinervia* (tapiá), por apresentar alto Valor de Importância em toda a área amostrada. Esta espécie apresentou sua plasticidade morfológica estudada como forma de avaliar variações de interceptação horizontal.

4.3. Caracterização Morfo-estrutural e Arquitetura Foliar

Os indivíduos de *A. triplinervia* (tapiá) apresentaram, no geral, porte médio a alto (em média 6 – 20 metros), sendo que a maioria se enquadra no porte médio (entre 8 a 15 metros). As copas compõem o dossel da floresta, porém estas copas são pequenas (entre 1 – 8 metros de diâmetro), ocorrendo variação nos seus formatos, apresentando tipos de copa diferentes, indo de irregular a globosa, sendo que todas elas eram ralas, não apresentavam muitas folhas por elas serem grandes.

A altura da primeira ramificação variou de 1 a 10 metros, isto quando a árvore não se ramificava abaixo de 1,3 metros. Vê-se então que as árvores se ramificam até o terço médio, na parte de baixo do tronco, influenciando no seu diâmetro, que atua diretamente no efeito da interceptação. O número de galhos principais variaram de 1 a 7, sendo que a maioria dos indivíduos apresentaram 2 e 3 galhos, mostrando ainda mais que os indivíduos apresentam um pequeno volume de copa.

Seus troncos continham musgos, líquens e bromélias, e apresentavam aspecto áspero, ocorrendo variação no seu crescimento, que foi de ereto a tortuoso. Esta variação no tipo de fuste pode ser justificada pelo fato da árvore tender a crescer de uma forma que lhe propicie melhores condições.

Estas características foram observadas em todos os morros e vertentes estudados, não seguindo um determinado padrão. Foi observado também que as folhas dos indivíduos estudados apresentavam alto índice de pedação, ocorrendo mais nas folhas maiores, e nas folhas pequenas quase não ocorriam. A discussão acima pode ser observada na Figura 20.

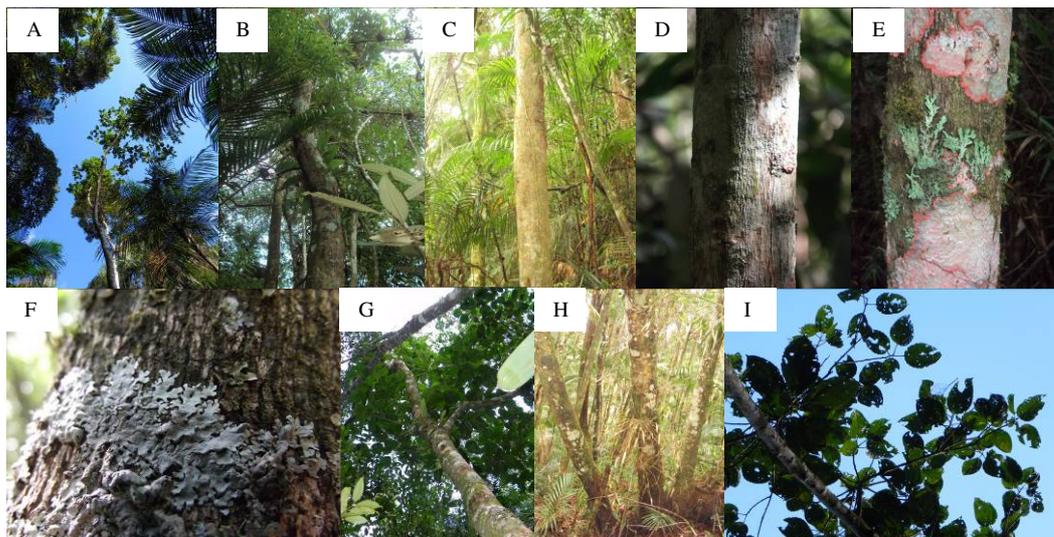


Figura 20: Características fenotípicas encontradas nos indivíduos de *Alchornea triplinervia*. A) indivíduo alto com copa não volumosa compondo o dossel da floresta; B) tronco tortuoso; C) tronco reto; D) casca com aspecto liso; E) casca com aspecto rugoso (com líquens e musgos); F) líquen encontrado numa das cascas; G) primeira ramificação formando os galhos principais; H) indivíduo trifurcado com bifurcação abaixo de 1,30 metros; I) folhas da espécie com alto índice de predação.

CARVALHO (2003) encontrou alguns resultados semelhantes em seu levantamento. Segundo ele, *Alchornea triplinervia* é uma árvore semicaducifólia, com 2 a 20 m de altura, de tronco normalmente tortuoso, fuste geralmente curto, podendo atingir até 15 m, ramificação grossa e tortuosa, copa alta e ampla, densifoliada e irregular, casca áspera e com fissuras. Outro fator que o autor descreve e que também foi observado foi o fato da espécie preferir as florestas mais abertas, onde comumente é encontrado em clareiras e bordas. Na área, foi visível que a espécie se encontrava com maior frequência onde havia clareiras, apesar de ser encontrado em todas as áreas, mostrando que a espécie possui uma alta plasticidade ecológica (RÔÇAS *et al.*, 2001; CARVALHO, 2003). Segundo RÔÇAS *et al.* (2001), esta plasticidade ecológica ocorre porque possivelmente *Alchornea triplinervia* possui a capacidade para ajustar a anatomia das folhas de acordo com a variação ambiental, explicando em parte a sua vulgaridade em um amplo número de habitats neotropicais.

O parâmetro que apresentou nítida variação foi a arquitetura foliar dos indivíduos de *Alchornea triplinervia*. As folhas da espécie, segundo CARVALHO (2003), são muito variáveis na forma, mas basicamente são elípticas ou arredondadas, lâmina foliar com 2,5 a 15 cm de comprimento e 3 a 8 cm de largura, com margem denteada, palminérveas, com três nervuras principais características, pecíolo de 2 a 4,5 cm de comprimento. O autor ainda fala que no sub-bosque de florestas naturais, as folhas do tapiá alcançam até 20 cm de comprimento, 10 cm de largura e pecíolo com 9 cm de comprimento.

Sabe-se que cada espécie apresenta uma arquitetura por estar sob controle genético, mas que cada indivíduo também é influenciado pelas condições ambientais tais como luz, temperatura, umidade e nível de nutrientes (REINHARDT & KUHLEMEIER, 2002). Uma dessas condições que apresenta grande relevância e que afeta diretamente as características das folhas é o nível de radiação solar que as plantas

recebem, pois além da sua influência direta às plantas, a luz influencia em outras características ambientais que também influenciam na arquitetura foliar. Na área estudada, há regiões que apresentam maior incidência de radiação que outras, sendo um fato que, além das distintas ofertas de umidade, deve ser ressaltado. Na Figura 21 pode-se observar as diferentes radiações ocorrentes ao longo da bacia do rio Grande e nos morros estudados.

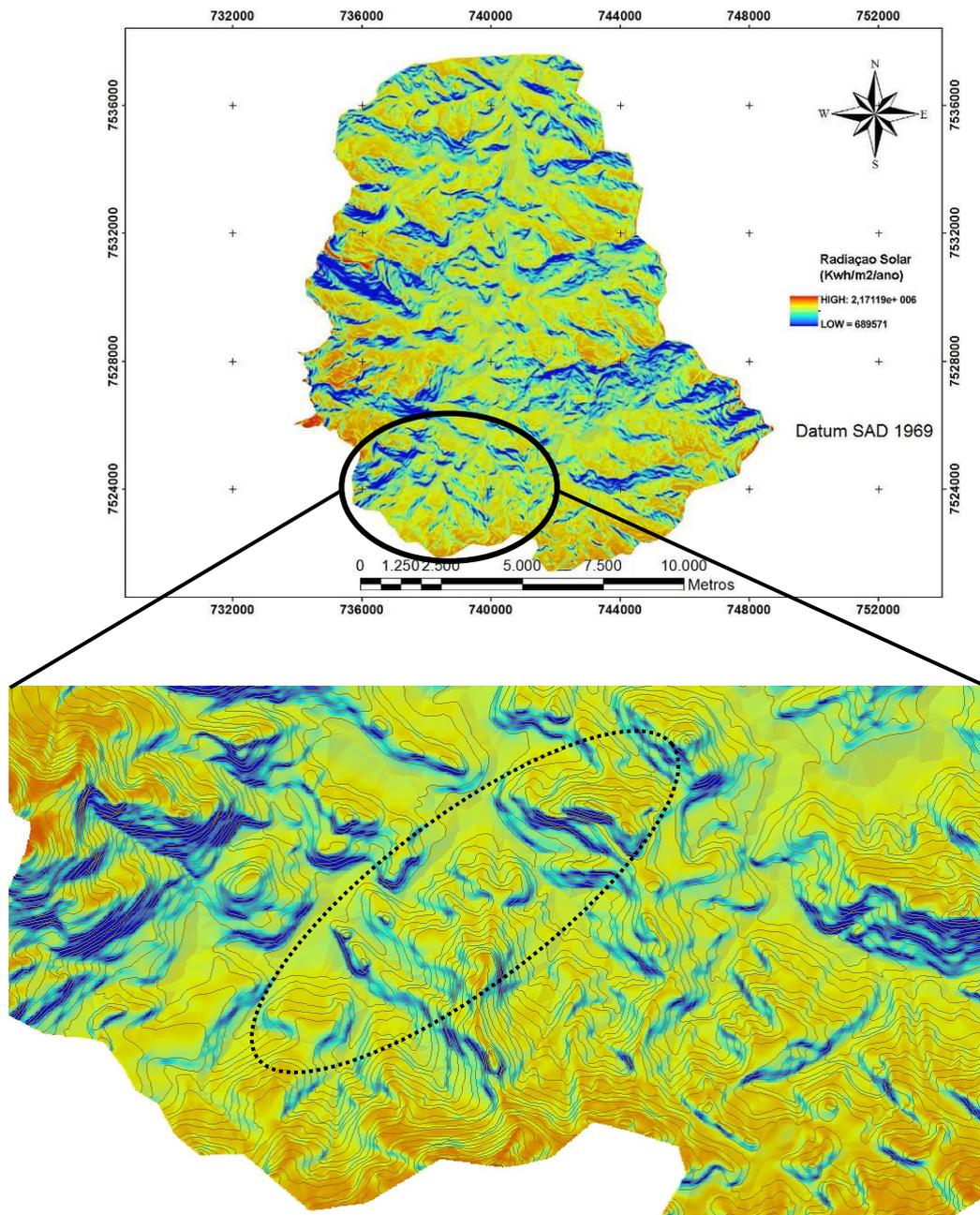


Figura 21: Bacia do rio Grande, Nova Friburgo – RJ, com suas distintas incidências de radiação solar ($\text{Kwh.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$) no ano de 2010, com destaque para os morros estudados na Fazenda Campestre.

Na imagem reduzida podem-se observar os seis morros estudados. Nota-se que, em todos eles, a vertente norte apresenta maior incidência de radiação, contribuindo para esta ser uma região mais seca e para o aumento do processo de evapotranspiração.

Quanto à vertente sul observa-se uma menor incidência de radiação quanto à vertente norte, já pressupondo que isso contribua para a vertente sul ser mais úmida, mas, entre os morros, vê-se que os morros 2 e 6 foram os que apresentaram menores incidências de luz, contribuindo para ser um ambiente mais úmido.

Porém esta quantidade de luz que chega até as plantas pode influenciar diretamente a arquitetura foliar. Em seu trabalho, BOEGER *et al.* (2007) cita EHLERINGER & WERK (1986) ao falar que o aumento no ângulo da folha em relação ao solo pode resultar no decréscimo da quantidade de irradiância incidente sobre a folha, e cita também SMITH *et al.* (1998) ao falar que as folhas orientadas verticalmente, que são mais frequentes em ambientes quentes e secos, proporcionam reduções substanciais na transpiração, e as folhas horizontais são, freqüentemente, encontradas em locais sombrios e com mais umidade e apresentam, estruturalmente, características para maior captação de luz.

Na Figura 22 tem-se a variação do ângulo foliar para as diferentes vertentes e diferentes morros. Em todos os gráficos a tonalidade mais escura são para os valores de ângulo $\leq 45^\circ$ (mais verticalmente inclinada), enquanto as cores mais claras são para os ângulos $> 45^\circ$ (mais horizontalmente inclinada), sendo que, para cada morro tem-se dois gráficos, um para norte e outro para sul.

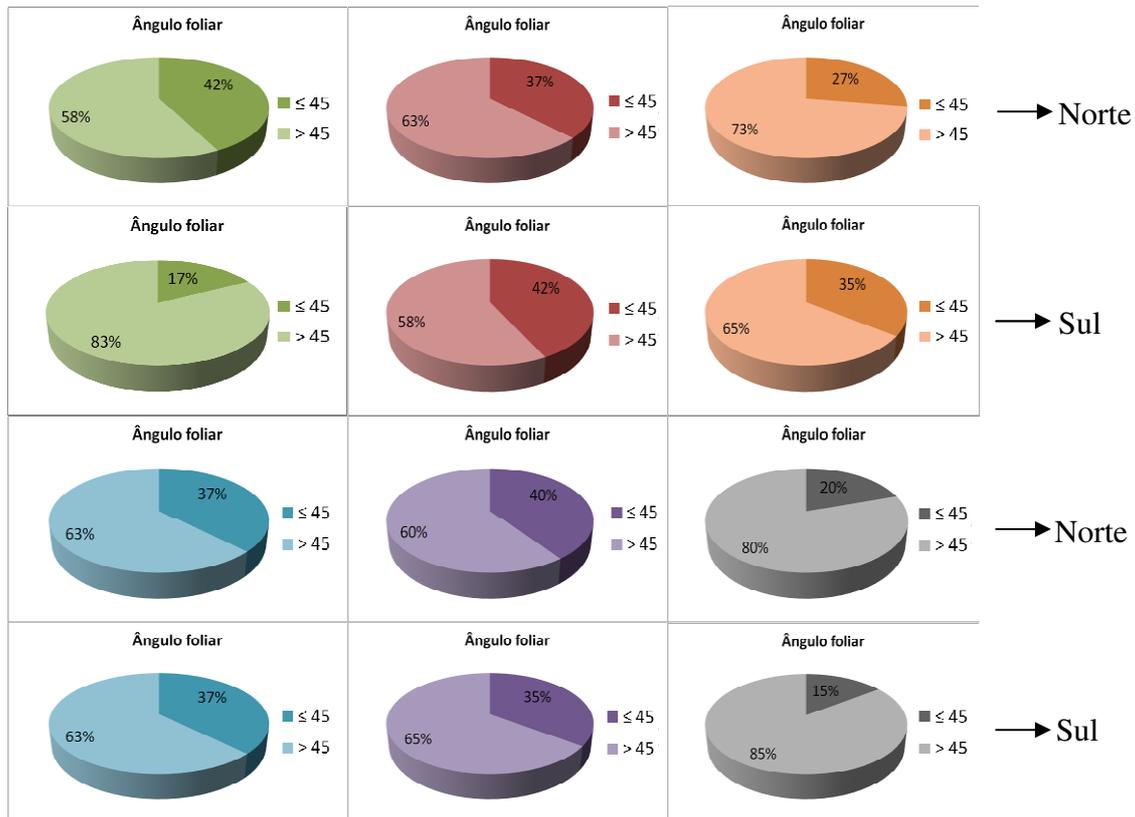


Figura 22: Gráfico da demonstração da inserção da folha no ramo, em diferentes morros e vertentes, sendo: morro 1 – verde; morro 2 – vermelho; morro 3 – laranja; morro 4 – azul; morro 5 – roxo; morro 6 – cinza.

Na figura anterior pode-se perceber que há uma diferença clara entre as vertentes norte e sul do morro 1. Isto pode ser atribuído pelo fato da vertente sul deste morro ser a primeira vertente a receber os ventos úmidos que atravessam o interflúvio, podendo-se associar ao fato das folhas mais horizontais, que ocorreram com maior frequência nesta vertente (83%), serem encontradas em locais com maior umidade. Deve-se destacar também o morro 6, que, apesar de ser o morro mais distante do interflúvio, onde, tecnicamente receberia menor umidade, como já discutido este é um morro que apresenta dois corredores condutores de umidade que o torna mais úmido, além de, como mostra na Figura 21, é um morro que recebe pouca incidência de radiação na sua vertente sul. Com isso, vê-se que, as duas vertentes desse morro apresentaram números maiores de folhas com ângulo foliar mais horizontalmente inclinado, característico de regiões úmidas e locais mais sombrios, porém sua vertente sul ainda apresentou um número maior (85%).

Usando-se os valores das médias para os ângulos foliares (Figura 23), observa-se que ocorreu uma alta variação entre os indivíduos da mesma vertente, não ocorrendo um padrão. Percebe-se também que, em cada morro não ocorreu grandes diferenças entre as vertentes, não apresentando também uma diferenciação padrão entre os morros.

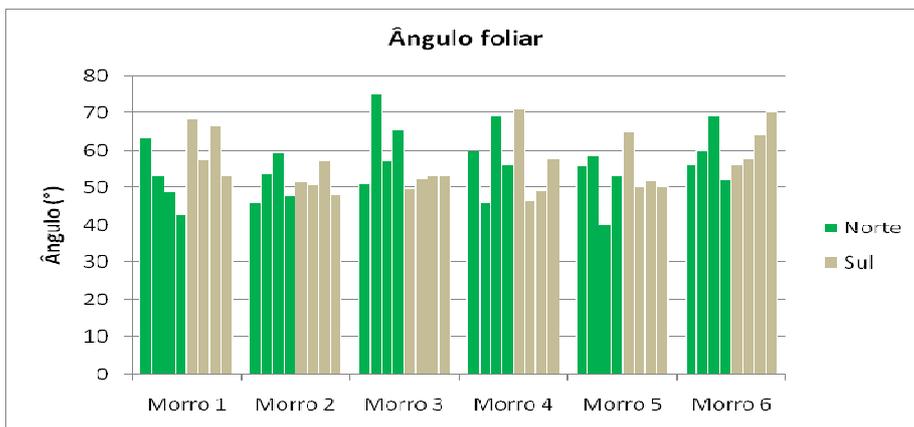


Figura 23: Média para os ângulos foliares de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.

Analisando o ângulo das nervuras observou-se, além da variação entre indivíduos da mesma vertente, que o ângulo das duas nervuras secundárias se diferiram numa mesma folha. Assim como o ângulo foliar, o ângulo da nervura também não apresentou variações nítidas a medida que se aumenta a distância do interflúvio, em morros diferentes. Porém, pode-se observar que na maioria dos morros (1, 2, 3 e 4) o ângulo da nervura se encontra maior na vertente sul dos morros. A Figura 24 apresenta um morro de cada cor, sendo que as duas nervuras se apresentam uma numa tonalidade mais clara e outra mais escura, por árvore amostrada.

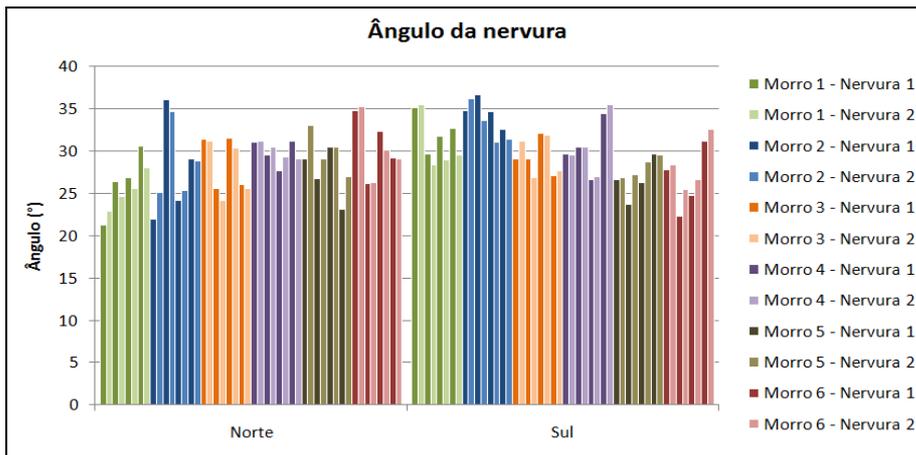


Figura 24: Média para os ângulos das nervuras de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.

A umidade retida na folha havia apresentado, num primeiro momento, diferença entre os morros. Ao se achar esta umidade em g.cm^{-2} , dividindo a mesma pela área da folha, achando assim quanto de umidade havia por cm^2 , para se desconsiderar a influência da área da folha nos resultados, viu-se que não ocorre muita diferença entre os morros e vertentes, sendo observado somente uma maior umidade retida na vertente sul do morro 6, e ainda assim ocorreu pouca variação (Figura 25). O que pode se observar neste, como nos demais parâmetros foi a diferença ocorrente entre indivíduos de uma mesma vertente.

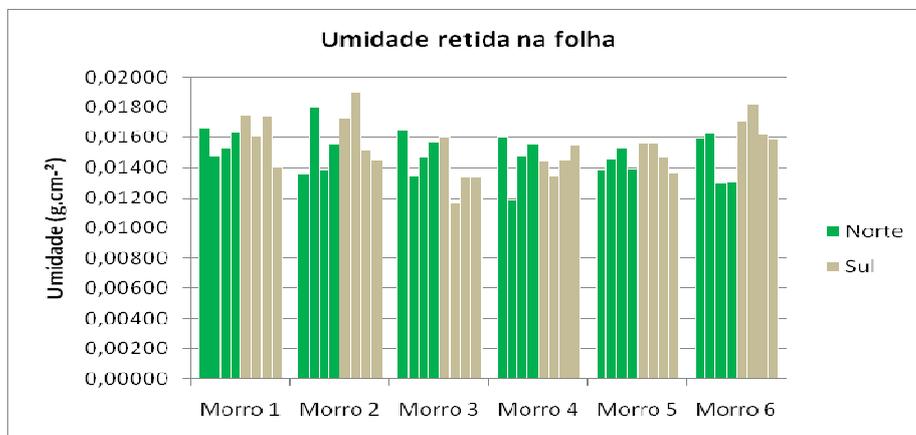


Figura 25: Média para a umidade retida na folha de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.

Os dados de área foliar apresentaram diferenças em suas médias principalmente entre os indivíduos de uma mesma vertente e entre vertentes diferentes (Figura 26). Percebe-se que as folhas da vertente sul se apresentaram maiores que as da vertente norte. Este fato pode influenciar na interceptação pois, as folhas da vertente norte sendo menores faz com que a copa das árvores seja mais volumosa, interceptando mais a umidade.

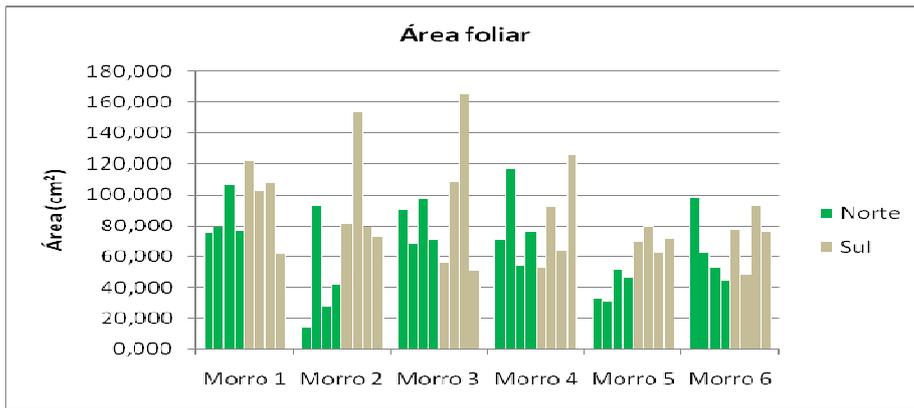


Figura 26: Média para a área foliar de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.

A lâmina foliar, por ser um parâmetro influenciável pela área foliar, segue os mesmos padrões de apresentarem valores mais altos na vertente sul (Figura 27). Deve-se frisar ainda a grande variação entre os indivíduos de uma mesma vertente, que teriam as mesmas condições ambientais.

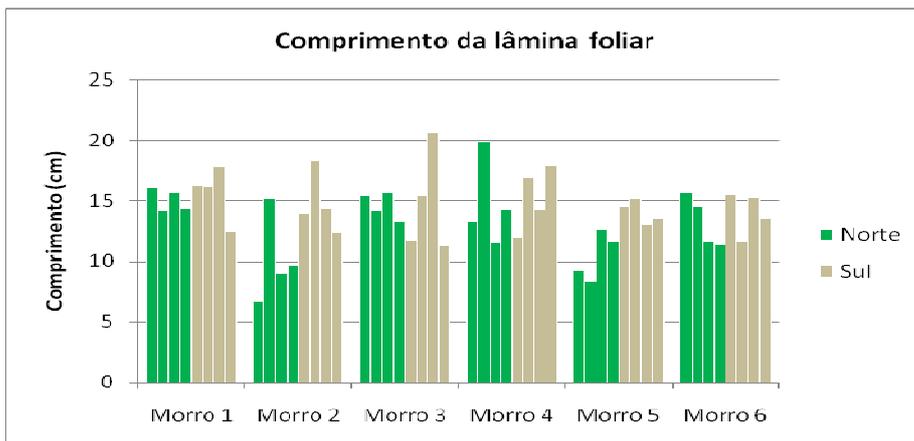


Figura 27: Média para o comprimento da lâmina foliar de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.

O comprimento do pecíolo, de uma forma geral, apresentou valores maiores na vertente sul, e referente aos morros os menores valores foram encontrados naqueles que apresentam maior distância, os morros 5 e 6 (Figura 28).

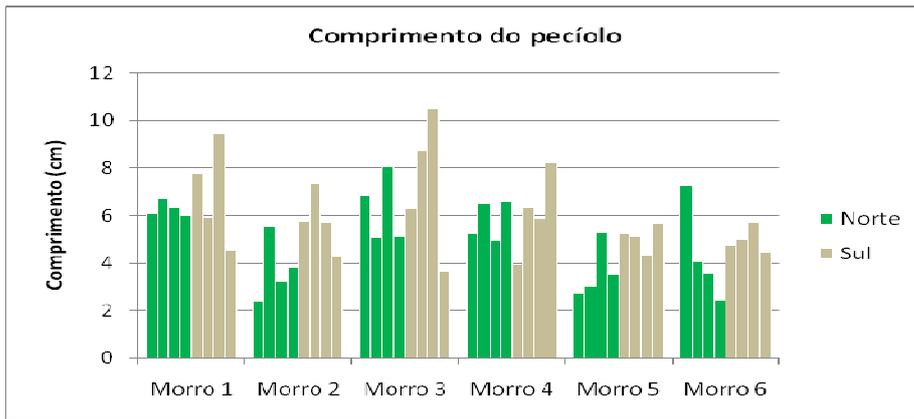


Figura 28: Média para o comprimento do pecíolo de cada árvore amostrada, nas vertentes norte e sul dos seis morros estudados, Fazenda Campestre, Nova Friburgo – RJ.

A seguir pode-se ver a alta plasticidade morfológica da espécie *Alchornea triplinervia* nas folhas coletadas para o estudo (Figura 29).

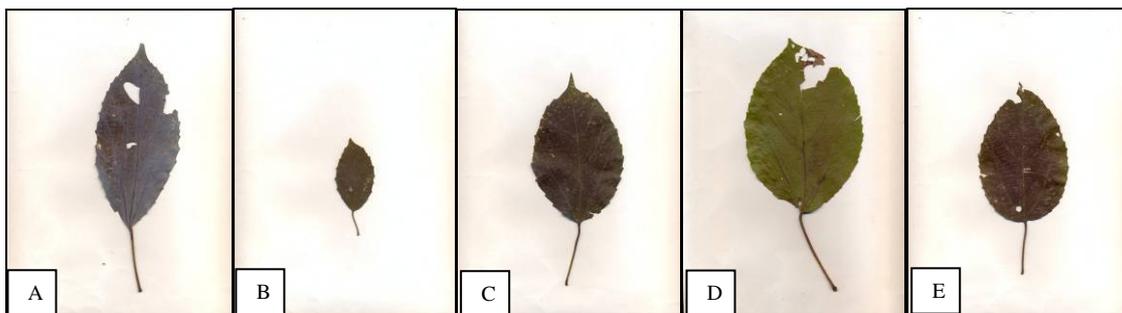


Figura 29: Plasticidade morfológica encontrada nos indivíduos de *Alchornea triplinervia*. A) Morro 1 – Norte; B) Morro 2 – Norte; C) Morro 3 – Norte; D) Morro 6 – Norte; E) Morro 2 – Sul.

Apesar da visível diferença entre as folhas da espécie, fazendo-se as médias, as folhas não apresentam grandes diferenças entre si. A Figura 30 representa um esquema de como seria essas diferenciações das folhas nos seis morros e em suas respectivas vertentes, usando-se para sua confecção os valores de média do comprimento e diâmetro do pecíolo, comprimento da lâmina foliar e ângulo das nervuras para delimitar sua largura. Com relação a seus ângulos basais, todas foram classificadas como agudos (base do ângulo $< 90^\circ$), mesmo assim o ângulo das nervuras influenciou a largura das folhas, a medida que, quando o ângulo foi menor a largura também foi menor, e quando o ângulo aumentava consequentemente a largura aumentava.

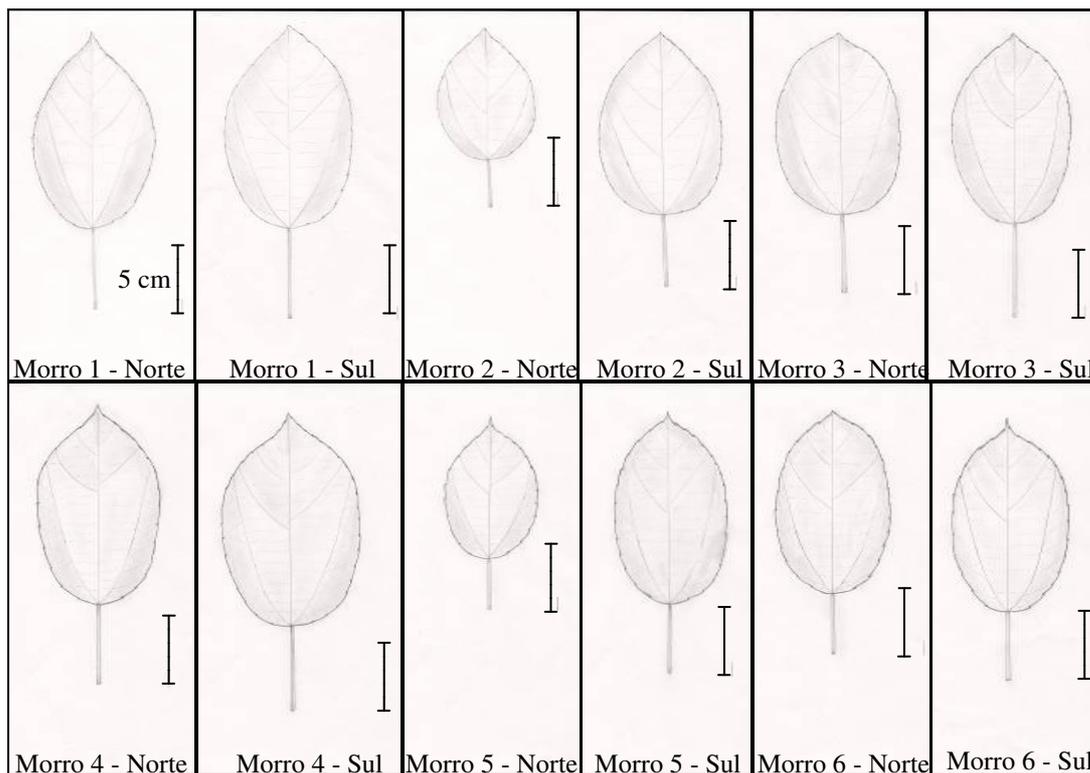


Figura 30: Esquema do tamanho e formato das folhas em diferentes morros e vertentes, usando-se os valores de média do comprimento da lâmina foliar, comprimento e diâmetro do pecíolo, e ângulos das nervuras.

Estudos com a mesma espécie feitos por RÔÇAS *et al.* (1997) mostram que, além da plasticidade morfológica nos indivíduos, ocorre também plasticidade anatômica à medida que se muda de ambiente. Em um primeiro estudo feito na Reserva Ecológica de Macaé de Cima (Nova Friburgo – RJ), foram coletadas folhas em duas florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais, uma em área sombreada e úmida e outra seca, com maiores intensidades de luz, que atingem o sub-bosque, para se avaliar o efeito da luz sobre a anatomia foliar e, conseqüentemente, em diferentes regimes de umidade. Ocorreu uma variação entre as folhas das duas regiões, onde a área mais seca mostrou um início de aumento do volume de esclerênquima na nervação principal e pecíolo, cutícula mais espessa, maior densidade estomática, abundância de tanino no mesofilo, entre outros parâmetros anatômicos.

Já num segundo trabalho, RÔÇAS *et al.* (2001), além de avaliar diferentes luminosidades, avaliou também a variação na anatomia das folhas em solos com diferentes regimes hídricos, coletando-se folhas em floresta Montana secundária tardia (sombreada, não alagáveis), floresta Montana secundária inicial (semi-exposta, não alagáveis), floresta pantanosa (semi-exposta, inundável), e floresta pantanosa secundária (exposta, inundável), todas elas localizadas no estado do Rio de Janeiro. A variação de luz representou variações encontradas no parênquima paliçádico, enquanto a combinação de luz e água do solo determinou as variações encontradas em relação a parede celular da epiderme, na porcentagem de área esclerenquimática em relação à área total da nervura central e na compactação do parênquima esponjoso.

Para se avaliar estatisticamente as diferenças encontradas entre as folhas coletadas, a análise de variância (ANOVA 2 Way) teve como objetivo avaliar se há

influência na distância do interflúvio, entre as vertentes e suas interações sobre as características foliares. Os resultados do teste podem ser observado na tabela a seguir:

Tabela 4: Resultado da análise de variância (ANOVA 2 Way) para os parâmetros ângulo foliar, ângulo da nervura, umidade retida na folha, área foliar, comprimento da lâmina foliar e comprimento do pecíolo, avaliando se há influencia dos morros, das vertentes, e de suas interações.

Ângulo foliar						
Fonte de variação	F	Quadrado médio	% do total de variação		P	Significativo?
Interação	1,348	80,88	13,62	0,2668	ns	Não
Morro	1,338	80,30	13,53	0,2704	ns	Não
Vertente	0,04201	2,521	0,08	0,8387	ns	Não
Ângulo da nervura						
Fonte de variação	F	Quadrado médio	% do total de variação		P	Significativo?
Interação	2,752	25,64	23,76	0,0332	*	Sim
Morro	1,093	10,18	9,44	0,3810	ns	Não
Vertente	2,701	25,16	4,66	0,1090	ns	Não
Umidade retida						
Fonte de variação	F	Quadrado médio	% do total de variação		P	Significativo?
Interação	1,459	0,000003216	13,23	0,2273	ns	Não
Morro	2,097	0,000004623	19,02	0,0884	ns	Não
Vertente	1,347	0,000002970	2,44	0,2534	ns	Não
Área foliar						
Fonte de variação	F	Quadrado médio	% do total de variação		P	Significativo?
Interação	0,8489	662,1	7,53	0,5244	ns	Não
Morro	1,901	1483	16,86	0,1183	ns	Não
Vertente	6,623	5165	11,75	0,0143	*	Sim
Comprimento da lâmina						
Fonte de variação	F	Quadrado médio	% do total de variação		P	Significativo?
Interação	1,130	7,322	9,73	0,3622	ns	Não
Morro	2,220	14,38	19,12	0,0735	ns	Não
Vertente	5,295	34,31	9,12	0,0273	*	Sim
Comprimento do pecíolo						
Fonte de variação	F	Quadrado médio	% do total de variação		P	Significativo?
Interação	0,3387	0,8153	2,76	0,8861	ns	Não
Morro	3,719	8,952	30,30	0,0081	**	Sim
Vertente	5,082	12,23	8,28	0,0304	*	Sim

O teste mostra que, para o parâmetro ângulo foliar a interação morro/vertente é responsável por 13,62% da variância total e, se não ocorresse esta interação, haveria uma chance de 27% de ocorrer o evento. Logo, a interação é considerada não significativa ($p > 0,05$). Já o efeito do morro foi considerado não significativo pois este representa 13,53% da variância total e, se o morro não tivesse efeito, haveria uma

chance de 27% de ocorrer o fato. O efeito da vertente conta com menos de 0,1% da variância total, representando menos ainda que os outros fatores e, se não existisse seu efeito, haveria uma chance de ocorrer o fato de 84%, mostrando ainda mais que a vertente não influencia a arquitetura foliar. Então, nenhum dos três parâmetros foram significativos para alterar a arquitetura foliar.

Já no ângulo da nervura, a interação morro/vertente foi responsável por 23,76% da variância total e, se não ocorresse este efeito haveria uma chance de 3,3% do efeito acontecer, mostrando que a interação é considerada significativa ($p < 0,05$). O efeito dos morros foi responsável por 9,44% da variância total, não havendo então uma forte influência por haver 38% de chance do caso acontecer sem este fator, considerando-se o efeito não significativo ($p > 0,05$). O efeito das vertentes representou 4,66% da variância total, e se o fator não tivesse nenhum efeito a chance de ocorrer o evento seria de apenas 11%, considerando assim o efeito não significativo ($p > 0,05$).

Na umidade retida na folha deve-se considerar o efeito do morro, por ser responsável por 19,02% da variância total, sem seu efeito a chance de ocorrência do fenômeno seria de 8,8%, então considera-se seu efeito não muito significativo ($p = 0,0884$). Para esta análise provavelmente acharíamos um $p < 0,05$ se houvessem um número maior de coletas, não sendo então suficiente a quantidade coletada. O efeito da interação morro/vertente não foi significativo ($p > 0,05$), por ser responsável por 13,23% da variância total, e chance de 23% do fenômeno ocorrer sem este efeito. Já o efeito da vertente representa 2,44% da variância total, havendo 25% de chance de ocorrer o fato sem o efeito, sendo o mesmo considerado não significativo ($p > 0,05$).

A área foliar apresentou significância no efeito das vertentes, representando 11,75% da variância total, ocorrendo chance do fato acontecer de 1,4% sem seu efeito. Já a interação morro/vertente e o efeito do morro foram considerados não significativos ($p > 0,05$). O primeiro representa 7,53% da variância total e contribui de tal forma que sem o seu efeito a chance de ocorrer o fenômeno seria de 52%. O segundo é responsável por 16,86% da variância total, e sem seu efeito teria 12% de chance de ocorrer o fato.

O comprimento da lâmina foliar apresentou, na interação morro/vertente, 9,73% da variância total, e 36% de chance de ocorrer o fenômeno se não houvesse esta interação, o efeito então é considerado não significativo ($p > 0,05$). O efeito dos morros é responsável por 19,12% da variância total, e influi de tal forma que se não fizesse efeito teria 7,3% de chance de o caso ocorrer, e, como seu valor de p foi relativamente perto de 0,05 ($p = 0,0735$), o efeito é considerado não muito significativo. O efeito que apresentou significância foi o das vertentes, que representa 9,12% da variância total, e sem ele haveria somente 2,7% de chance do fenômeno acontecer.

Por fim tem-se o comprimento do pecíolo, que só não apresentou significância na interação morro/vertente ($p > 0,05$), sendo responsável por 2,76% da variância total, não influenciando de tal forma que, se não houvesse o efeito, a chance do fato ocorrer seria de 89%. Já o efeito dos morros foi considerado muito significativo, pelo valor de p ter se apresentado muito baixo ($p = 0,0081$), pelo efeito ser responsável por 30,30% da variância total, e, sem o efeito, a chance de ocorrer o fenômeno seria de apenas 0,81%, mostrando ainda mais que as distâncias dos morros influenciam diretamente o comprimento do pecíolo. O efeito das vertentes foi considerado significativo ($p > 0,05$), pois apresenta 8,28% da variância total, e sem este efeito a chance do fato ocorrer seria de 3%.

A análise estatística reforça ainda mais o que já se havia discutido antes, mesmo para aqueles fatores que não apresentaram significância. Observa-se na Figura 31 que o ângulo foliar não apresentou uma tendência a seguir em relação aos morros e vertentes, vendo-se que no morro 1 a vertente que apresentou maior ângulo foi a sul, diferente do

morro 3, que obteve maiores valores na norte. No morro 2 praticamente não houve diferença.

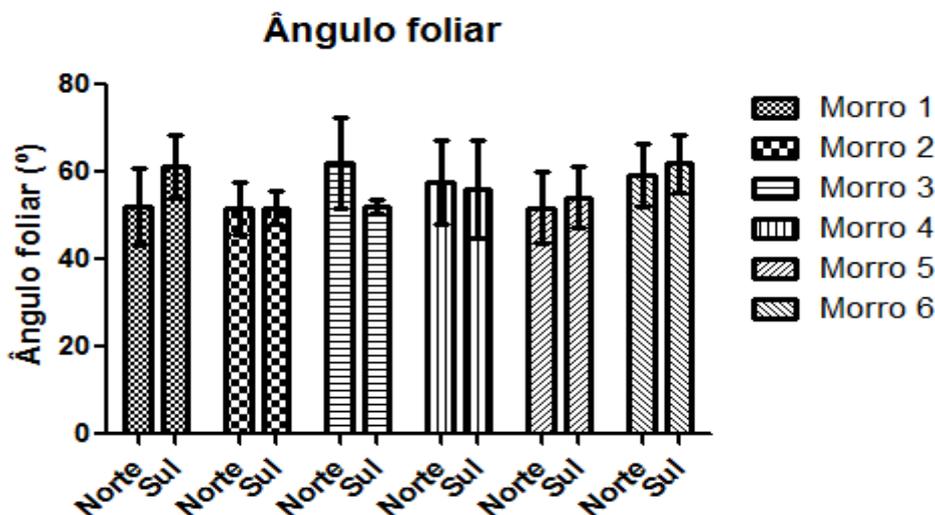


Figura 31: Variação do ângulo foliar nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.

Apesar do ângulo da nervura não ter sido significativo entre morros e vertentes, entre suas interações ocorreu significância, e esta pode ser observada na Figura 32. Observa-se uma tendência onde, nos morros 1, 2 e 3 os maiores valores de ângulos foram na vertente sul, mas a medida em que se aumenta a distância dos morros ao interflúvio os valores dos ângulos nas duas vertentes vão se igualando, até chegar um determinado ponto (morro 5) que a situação se inverte e quanto mais se afasta do interflúvio maior é o ângulo na vertente norte. Apesar de existir esta interação, não se pode concluir que o ângulo da nervura ocorre num ambiente específico, desde o momento que apresenta valores altos na vertente sul do morro 1, que seria a região estudada mais úmida, e na vertente norte do morro 6, que seria o ambiente mais seco.

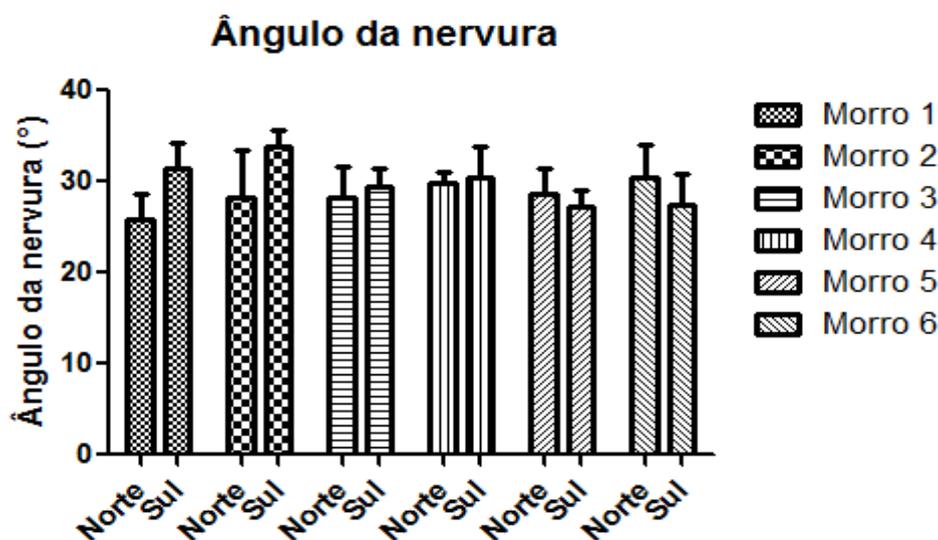


Figura 32: Variação do ângulo da nervura nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.

A umidade retida na folha não apresentou significância em nenhum fator, e isso pode ser observado na Figura 33, onde se vê que não há uma diferença nem uma tendência clara. Entretanto, analisando-se os morros na análise de variância, o resultado foi não muito significativo ($p = 0,0884$), podendo-se observar que na maioria dos morros a umidade encontrada foi maior na vertente sul, sendo esta a vertente mais úmida.

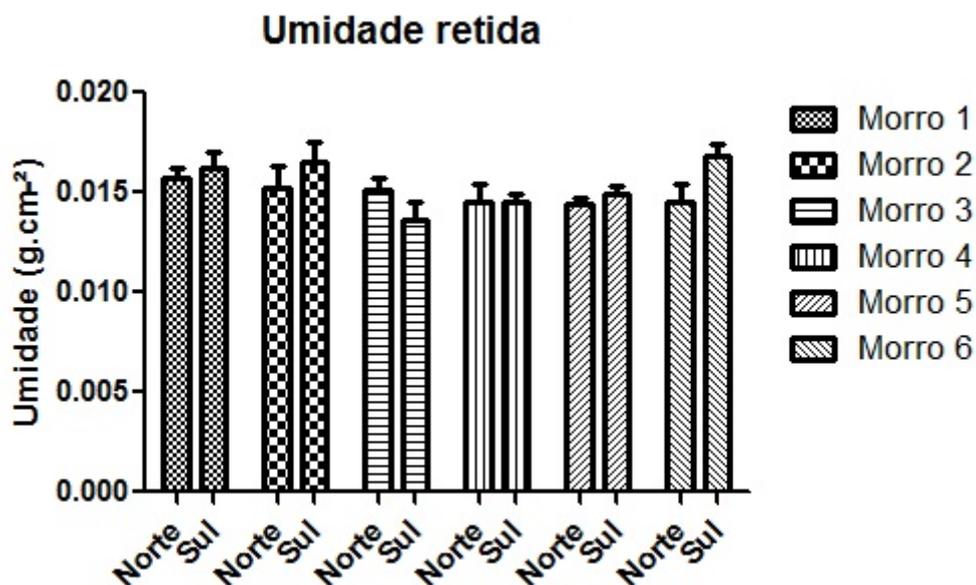


Figura 33: Variação da umidade retida na folha nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.

Observa-se que os morros 2 e 6 foram os que apresentaram maiores umidades retidas na vertente sul. Isto pode ser explicado por dois fatores. O primeiro é pelo fato do morro 2 se apresentar próximo ao interflúvio com parte dele sem nenhuma barreira em sua frente, pois o morro 1 cobre somente parte desse morro, e o morro 6 se apresenta num ponto de interseção de dois corredores condutores de umidade, fazendo assim que os dois morros interceptassem uma grande quantidade de ventos úmidos, como já discutido no tópico 4.1. O segundo fator é, como vimos na Figura 21, que são os dois morros que recebem na vertente sul menores incidências de radiação solar, ou seja, são aqueles que há menor evapotranspiração das plantas por não haver a quantidade de luminosidade que existem nos outros morros e vertentes. Estes podem ser os fatores responsáveis também pelo resultado encontrado no morro 3, por se localizar exatamente atrás da barreira formada pelo morro 2, recebendo então somente a umidade que consegue atravessar este morro, e também pela sua vertente sul receber uma maior incidência de radiação solar que nas vertentes sul dos outros morros.

A área foliar apresentou significância entre as vertentes, e isto é facilmente observado na Figura 34, onde, em todos os morros, as maiores áreas foram encontradas na vertente sul, destacando a diferença existente entre as vertentes no morro 2. Com esses resultados pode se observar que nos ambientes mais secos (vertentes a sotavento) a área foliar se torna menor. A área sendo menor na vertente norte significa que nesta vertente as copas possuem um número maior de folhas, apresentando maior volume, e isto aumenta a capacidade de interceptação. Isto pode ser considerado como uma alternativa para captar mais água, já que a chegada de umidade nesta vertente é menor.

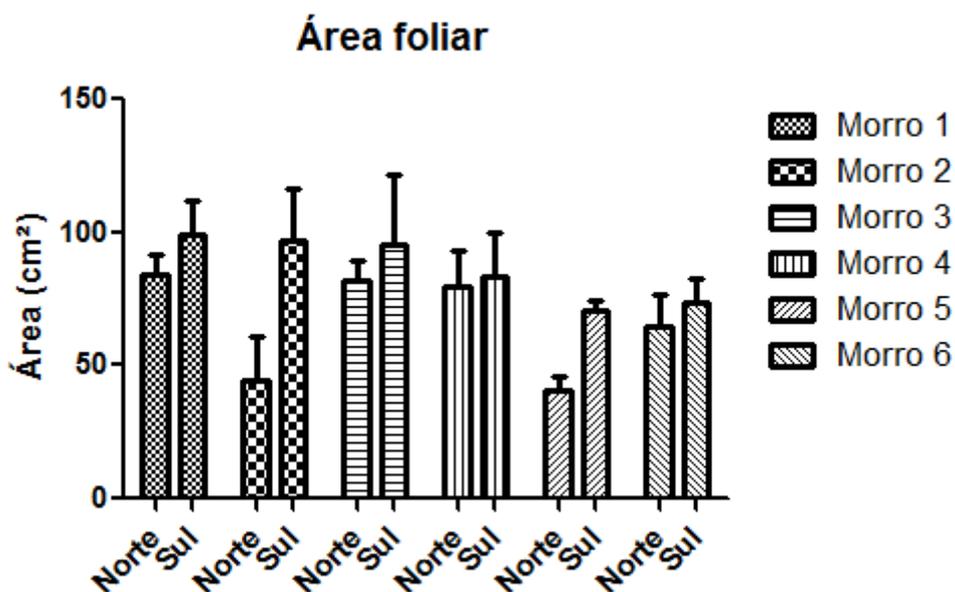


Figura 34: Variação da área foliar nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.

As Figuras 35 e 36 mostram os resultados encontrados de comprimentos da lâmina e do pecíolo. Os dois fatores apresentaram significância entre as vertentes, e ambos seguem a mesma tendência da área foliar, de apresentarem menores valores em ambientes mais secos, isto por serem fatores que influenciam na mesma. No comprimento da lâmina, não se observou uma diferença muito nítida entre os morros por não ter apresentado significância, diferentemente do comprimento dos pecíolos, que apresentou significância também entre os morros, vendo-se então diferença entre eles.

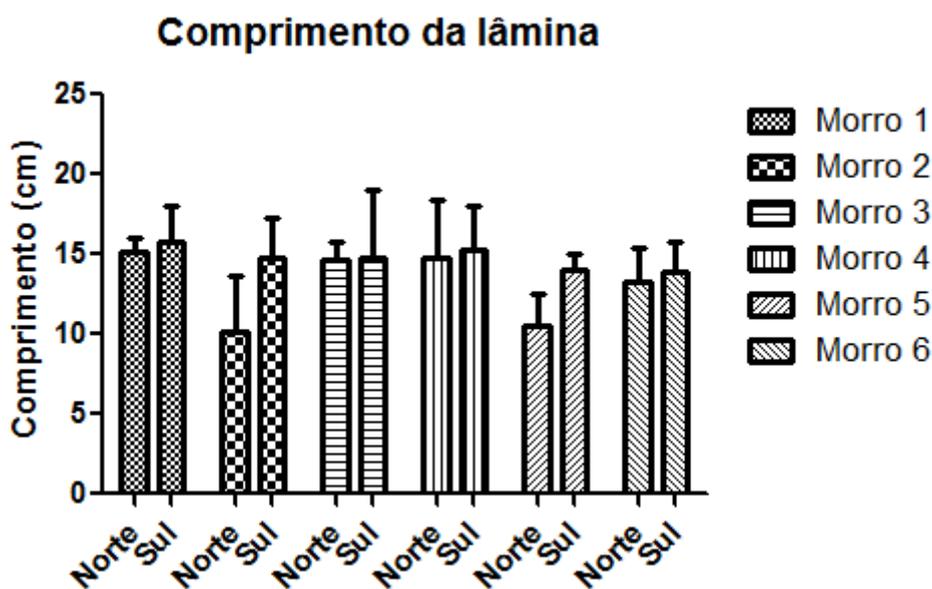


Figura 35: Variação do comprimento da lâmina foliar nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.

Comprimento do pecíolo

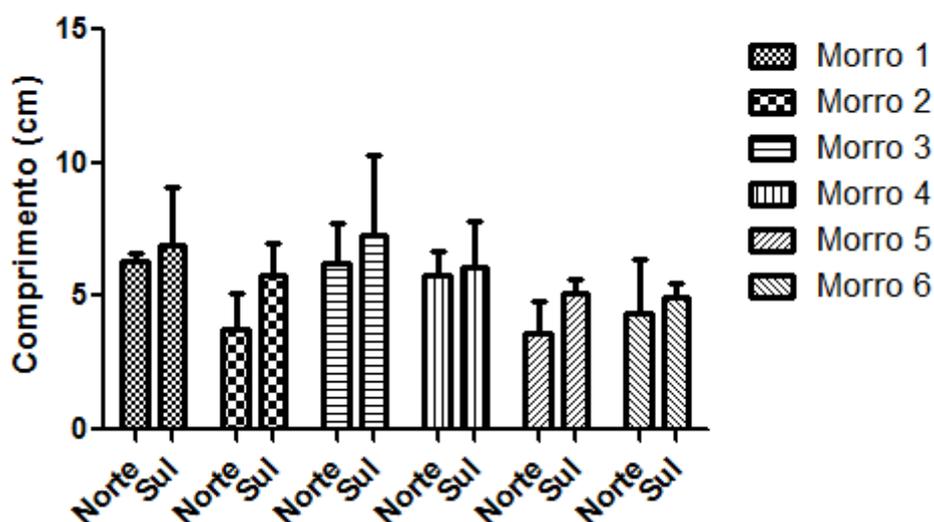


Figura 36: Variação do comprimento do pecíolo nos diferentes morros e vertentes, com os respectivos desvios padrão.

Realizou-se conjuntamente ao ANOVA 2 Way o pós teste de Bonferroni, para se analisar onde especificamente os fatores se apresentaram significativos. O primeiro fator a apresentar significância foi a interação morro/vertente para o ângulo da nervura. Observa-se na Tabela 5 uma alta significância entre os morro 2 e 5, e 2 e 6, ambos na vertente sul, seguindo exatamente o que foi mostrado na Figura 32, onde no morro 2 a vertente sul apresentava altos valores de ângulo (cerca de 35°), enquanto nos morros 5 e 6 a situação se inverte.

Tabela 5: Resultado do pós teste de Bonferroni para o parâmetro ângulo da nervura.

Morro 2 vs Morro 5				
Vertente	Morro 2	Morro 5	Diferença	95% CI da diferença
Norte	28,15	28,61	0,4625	-6.873 to 7.798
Sul	33,86	27,30	-6,563	-13.90 to 0.7732
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	0,4625	0,2143	P > 0.05	ns
Sul	-6,563	3,041	P < 0.01	**
Morro 2 vs Morro 6				
Vertente	Morro 2	Morro 6	Diferença	95% CI da diferença
Norte	28,15	30,39	2,238	-5.098 to 9.573
Sul	33,86	27,39	-6,475	-13.81 to 0.8607
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	2,238	1,037	P > 0.05	ns
Sul	-6,475	3,000	P < 0.01	**

Apesar da análise de variância ter apresentado valores não significativos para a umidade retida nas folhas, o efeito do morro, ou seja, das distâncias, foi considerado não muito significativo pelo valor de p ter ficado próximo de 0,05 ($p = 0,0884$). Fazendo o teste de Bonferroni foi encontrado então que realmente há significância entre alguns morros, sendo eles morros 1 e 3, 2 e 3, e encontrou-se valores muito significantes para os morros 3 e 6 (Tabela 6). Estes resultados podem ser vistos

facilmente na Figura 33, que mostra que os morros 1, 2 e 6 apresentaram maior umidade na vertente sul, enquanto que no morro 3 a umidade foi maior na vertente norte.

Tabela 6: Resultado do pós teste de Bonferroni para o parâmetro umidade retida na folha.

Morro 1 vs Morro 3				
Vertente	Morro 1	Morro 3	Diferença	95% CI da diferença
Norte	0,01576	0,01509	-0,0006663	-0.004235 to 0.002902
Sul	0,01625	0,01360	-0,002645	-0.006213 to 0.0009238
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	-0,0006663	0,6346	P > 0.05	ns
Sul	-0,002645	2,519	P < 0.05	*
Morro 2 vs Morro 3				
Vertente	Morro 2	Morro 3	Diferença	95% CI da diferença
Norte	0,01525	0,01509	-0,0001640	-0.003733 to 0.003405
Sul	0,01650	0,01360	-0,002899	-0.006467 to 0.0006698
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	-0,0001640	0,1562	P > 0.05	ns
Sul	-0,002899	2,761	P < 0.05	*
Morro 3 vs Morro 6				
Vertente	Morro 3	Morro 6	Diferença	95% CI da diferença
Norte	0,01509	0,01456	-0,0005267	-0.004095 to 0.003042
Sul	0,01360	0,01686	0,003257	-0.0003115 to 0.006826
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	-0,0005267	0,5017	P > 0.05	ns
Sul	0,003257	3,102	P < 0.01	**

O comprimento da lâmina apresentou significância entre as suas vertentes, entretanto, como no parâmetro umidade, no efeito dos morros a análise de variância apresentou valor de p próximo de 0,05, ou seja, não muito significativo ($p = 0,0735$). Fazendo-se o teste de Bonferroni (Tabela 7), viu-se que realmente há significância entre alguns morros, sendo eles os morros 1 e 2, 1 e 5, 2 e 3, 2 e 4, e 4 e 5. Estas diferenças são visíveis na Figura 35, onde no morro 1 a diferença entre as vertentes é muito pequena, diferente dos morros 2 e 5, onde na vertente sul apresenta maiores valores de comprimento. Os morros 3 e 4 também não há diferença entre as vertentes, diferente do morro 2. E, comparando-se o morro 4 com o 5, neste vê-se diferença entre a vertente norte, que apresenta menores comprimentos da lâmina foliar que na vertente sul, diferente do morro 4 onde as vertentes quase se assemelham.

Tabela 7: Resultado do pós teste de Bonferroni para o parâmetro comprimento da lâmina foliar.

Morro 1 vs Morro 2				
Vertente	Morro 1	Morro 2	Diferença	95% CI da diferença
Norte	15,09	10,13	-4,963	-11.08 to 1.155
Sul	15,71	14,76	-0,9525	-7.070 to 5.165
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	-4,963	2,757	P < 0.05 *	
Sul	-0,9525	0,5292	P > 0.05 ns	
Morro 1 vs Morro 5				
Vertente	Morro 1	Morro 5	Diferença	95% CI da diferença
Norte	15,09	10,48	-4,610	-10.73 to 1.508
Sul	15,71	14,06	-1,650	-7.768 to 4.468
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	-4,610	2,561	P < 0.05 *	
Sul	-1,650	0,9168	P > 0.05 ns	
Morro 2 vs Morro 3				
Vertente	Morro 2	Morro 3	Diferença	95% CI da diferença
Norte	10,13	14,64	4,515	-1.603 to 10.63
Sul	14,76	14,75	-0,01000	-6.128 to 6.108
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	4,515	2,509	P < 0.05 *	
Sul	-0,01000	0,005556	P > 0.05 ns	
Morro 2 vs Morro 4				
Vertente	Morro 2	Morro 4	Diferença	95% CI da diferença
Norte	10,13	14,76	4,633	-1.485 to 10.75
Sul	14,76	15,28	0,5175	-5.600 to 6.635
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	4,633	2,574	P < 0.05 *	
Sul	0,5175	0,2875	P > 0.05 ns	
Morro 4 vs Morro 5				
Vertente	Morro 4	Morro 5	Diferença	95% CI da diferença
Norte	14,76	10,48	-4,280	-10.40 to 1.838
Sul	15,28	14,06	-1,215	-7.333 to 4.903
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	-4,280	2,378	P < 0.05 *	
Sul	-1,215	0,6751	P > 0.05 ns	

O comprimento do pecíolo apresentou significância tanto entre morros (Tabela 8) como entre vertentes. A diferença se deu entre os morros 1 e 5, e 3 e 5, isto porque, como vimos na Figura 36, os morros 1 e 3 apresentaram os maiores valores de comprimento de pecíolo, independente das vertentes, enquanto que no morro 5 teve-se os menores valores. A diferença entre as vertentes existe pois, em todos os morros, os maiores valores de comprimento foram encontrados na vertente sul.

Tabela 8: Resultado do pós teste de Bonferroni para o parâmetro comprimento do pecíolo.

Morro 1 vs Morro 5				
Vertente	Morro 1	Morro 5	Diferença	95% CI da diferença
Norte	6,282	3,649	-2,633	-6.362 to 1.096
Sul	6,919	5,082	-1,837	-5.566 to 1.892
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	-2,633	2,400	P < 0.05 *	
Sul	-1,837	1,674	P > 0.05 ns	
Morro 3 vs Morro 5				
Vertente	Morro 3	Morro 5	Diferença	95% CI da diferença
Norte	6,258	3,649	-2,609	-6.338 to 1.120
Sul	7,299	5,082	-2,218	-5.947 to 1.512
Vertente	Diferença	t	P	
Norte	-2,609	2,378	P < 0.05 *	
Sul	-2,218	2,021	P > 0.05 ns	

Não foi feito o pós teste de Bonferroni para o parâmetro área foliar pois a sua significância se deu entre as vertentes, sendo a diferença existente somente entre norte e sul, podendo ser observada na Figura 34 que os maiores valores de área encontrados foram todos na vertente sul.

As tabelas de correlação para as vertentes norte e sul (Tabelas 9 e 10) mostram que existem alguns parâmetros que influenciam um no outro, que possuem relação direta entre si ou com as diferentes distâncias.

Tabela 9: Correlação das distâncias e parâmetros levantados para a vertente norte.

	<i>Distância (m)</i>	<i>Ângulo foliar</i>	<i>Ângulo nervura</i>	<i>Umidade retida</i>	<i>Área foliar</i>	<i>comprimento lâmina</i>	<i>comprimento pecíolo</i>
Distância (m)	1						
Ângulo foliar	0,191	1					
Ângulo nervura	0,374	-0,185	1				
Umidade retida	-0,290	-0,077	0,242	1			
Área foliar	-0,283	-0,072	0,362	0,303	1		
comprimento lâmina	-0,221	-0,038	0,249	0,249	0,953	1	
comprimento pecíolo	-0,394	-0,082	0,302	0,409	0,890	0,831	1

Tabela 10: Correlação das distâncias e parâmetros levantados para a vertente sul.

	<i>Distância (m)</i>	<i>Ângulo foliar</i>	<i>Ângulo nervura</i>	<i>Umidade retida</i>	<i>Área foliar</i>	<i>comprimento lâmina</i>	<i>comprimento pecíolo</i>
Distância (m)	1						
Ângulo foliar	0,042	1					
Ângulo nervura	-0,538	0,039	1				
Umidade retida	0,034	0,313	0,196	1			
Área foliar	-0,316	0,016	0,533	0,146	1		
comprimento lâmina	-0,243	0,022	0,376	0,134	0,926	1	
comprimento pecíolo	-0,366	0,009	0,365	0,018	0,830	0,822	1

As tabelas mostram que, tanto na vertente norte como na sul, o comprimento da lâmina foliar e o comprimento do pecíolo possuem relação direta com a área foliar, e os dois comprimentos se relacionam entre si, por ter dado uma correlação positiva ($r^2 > 0,5$), isto é, a medida que a área aumenta, os comprimentos da lâmina e do pecíolo também aumentam, sendo esta uma relação já esperada. Porém esta foi a única relação que se pode afirmar existir na vertente norte.

Já na vertente sul deve-se chamar atenção para o ângulo da nervura, que apresentou correlação positiva com a área foliar ($r^2 > 0,5$), ou seja, a medida que o ângulo aumenta a área da folha também vai aumentar, e, a outra correlação existente foi entre o ângulo da nervura e a mudança de distâncias, a diferença é que desta vez a correlação foi negativa ($r^2 > -0,5$), então, a medida que as distâncias forem aumentando, o ângulo da nervura irá diminuir. Esta relação da nervura com as diferentes distâncias também foram observadas nos resultados de regressão linear (Tabela 11), onde para este parâmetro somente a vertente sul deu significativo, podendo-se observar também, na Figura 37, o decréscimo do ângulo a medida que se aumenta a distância.

Tabela 11: Resultados da regressão linear para o parâmetro Ângulo da Nervura.

	Norte	Sul
F	3,488	9,630
P	0,0752	0,0052
Desvio para zero?	Não Significativo	Significativo

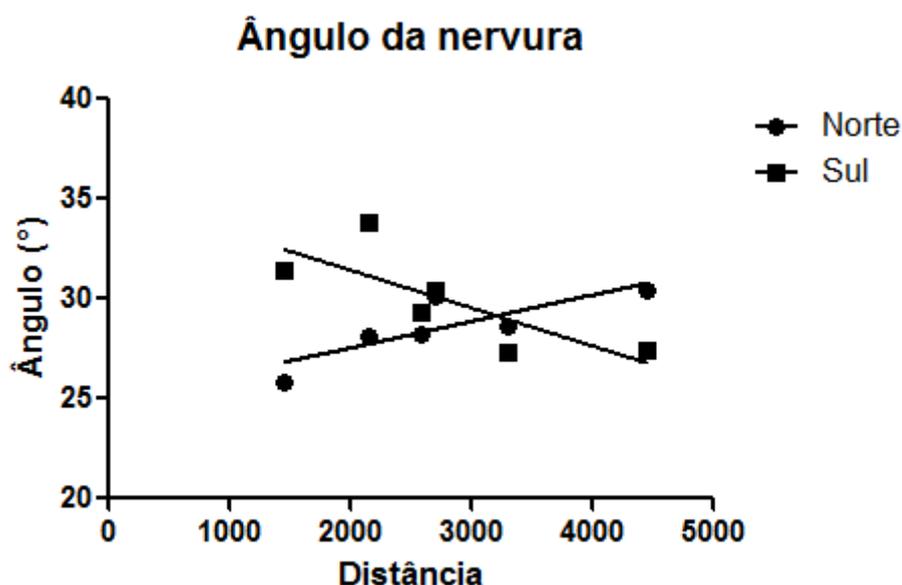


Figura 37: Gráfico de regressão linear para o parâmetro ângulo da nervura, relacionando os ângulos encontrados com as diferentes distâncias ao interflúvio.

Para os outros parâmetros estudados a regressão linear apresentou não significância, mostrando que somente o ângulo da nervura se relacionou com as distâncias. Ainda assim, os gráficos mostram que, mesmo não apresentando significância, ocorreram tendências a medida que a distância aumenta. Isto pode ser visto nas figuras 38, 39, 40, 41 e 42. Pode-se observar que o ângulo foliar, tanto na vertente norte como na sul, a medida que a distância aumenta os ângulos também

aumentam. Já a umidade não segue um padrão, pois na vertente norte, a medida que a distância do interflúvio aumenta, a umidade diminui, enquanto que na vertente sul a tendência é aumentar. Na área foliar tem-se uma diminuição a medida que se aumenta a distância, sendo mais acentuada na vertente sul. E os comprimentos da lâmina e do pecíolo, seguem a mesma tendência, de diminuir a medida que a distância do interflúvio aumenta, tanto na vertente norte como na sul.

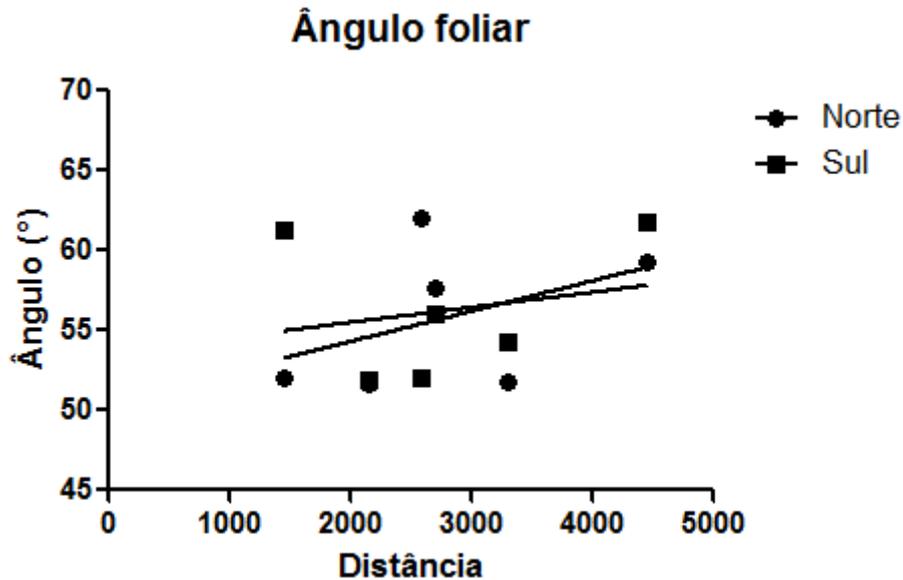


Figura 38: Gráfico de regressão linear para o parâmetro ângulo foliar, relacionando os ângulos encontrados com as diferentes distâncias ao interflúvio.

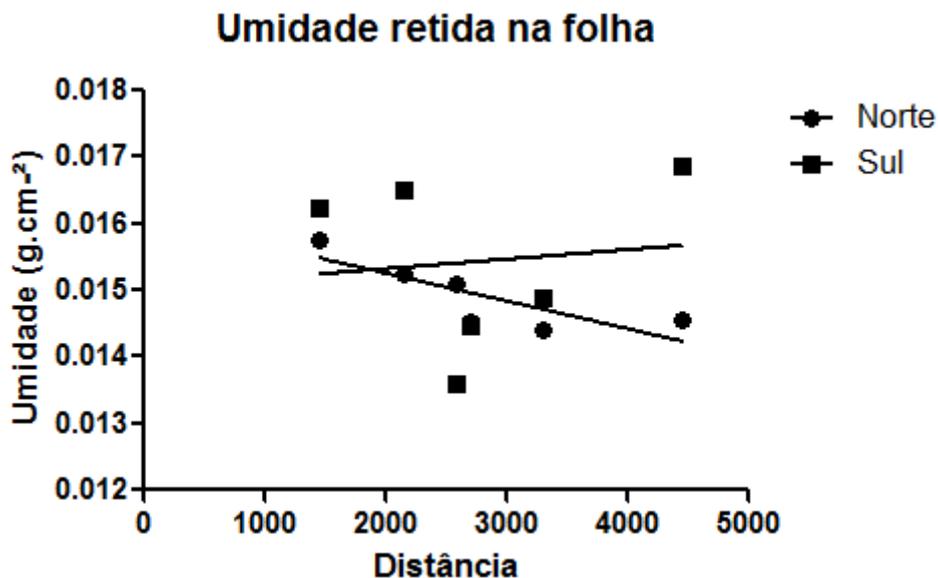


Figura 39: Gráfico de regressão linear para o parâmetro umidade retida na folha, relacionando as umidades encontradas com as diferentes distâncias ao interflúvio.

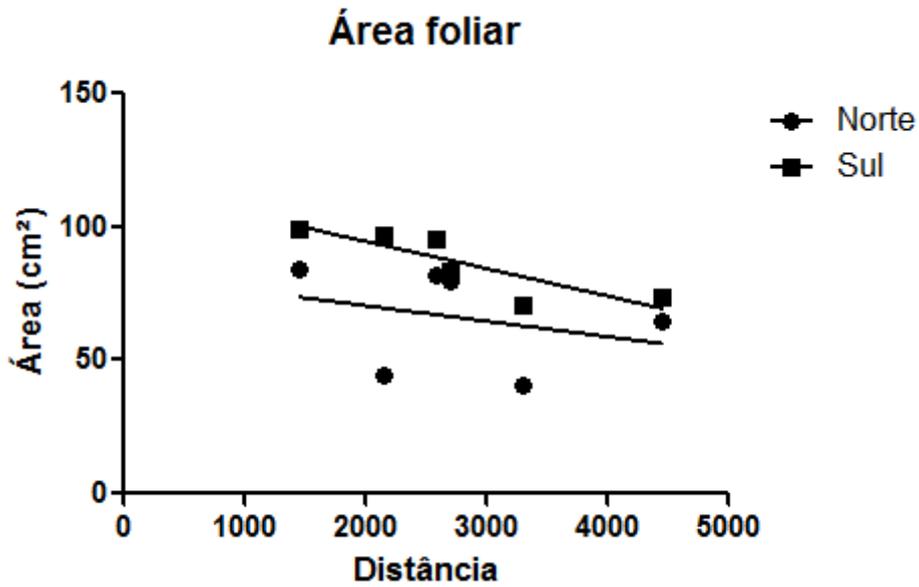


Figura 40: Gráfico de regressão linear para o parâmetro área foliar, relacionando as áreas encontradas com as diferentes distâncias ao interflúvio.

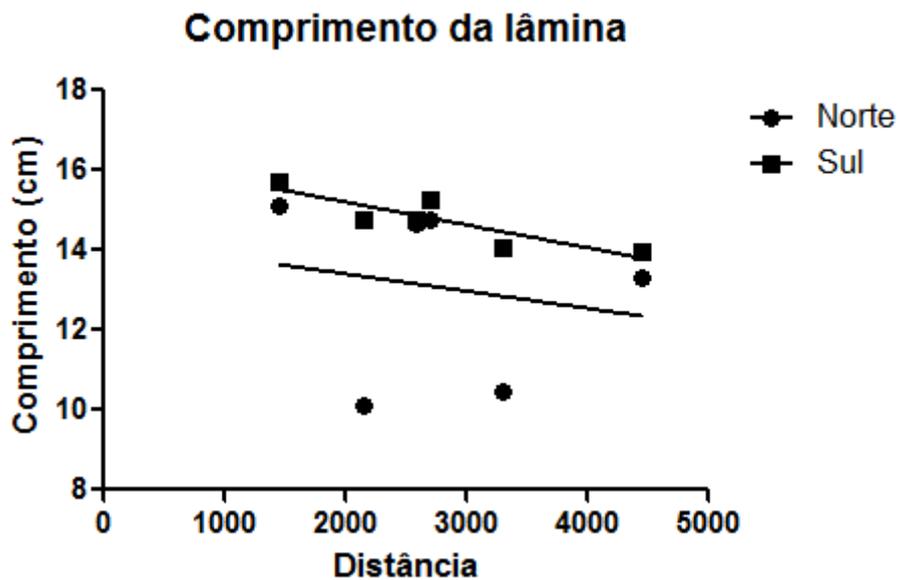


Figura 41: Gráfico de regressão linear para o parâmetro comprimento da lâmina foliar, relacionando os comprimentos encontrados com as diferentes distâncias ao interflúvio.

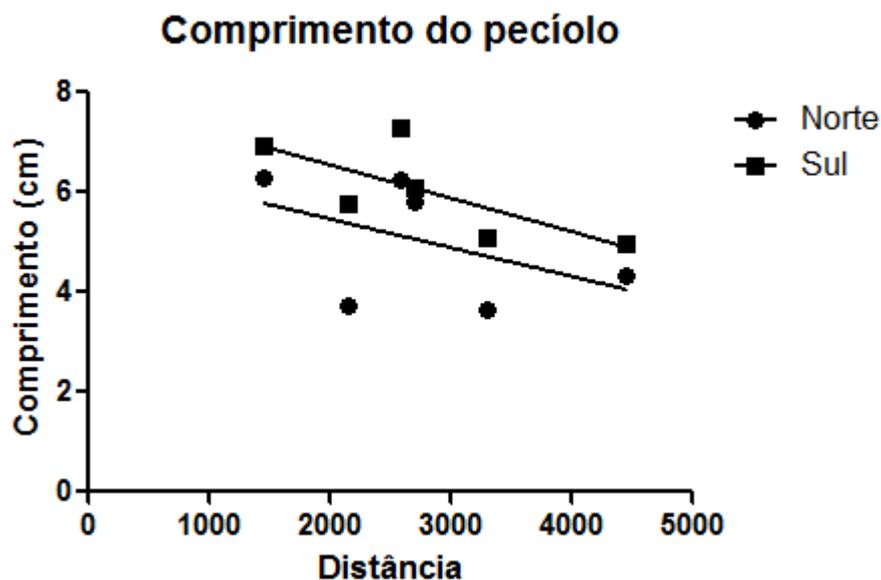


Figura 42: Gráfico de regressão linear para o parâmetro comprimento do pecíolo, relacionando os comprimentos encontrados com as diferentes distâncias ao interflúvio.

Através da discussão feita percebe-se que o ambiente realmente influencia nas características apresentadas pelas plantas. O quanto o ambiente vai influenciar no vegetal pode variar, de acordo com a espécie que está sofrendo esta influência e com as condições do ambiente em si, que está atuando sobre os indivíduos. Estudos com outras espécies e em condições ambientais distintas confirmam esta afirmação.

FERMINO JÚNIOR (2004) estudou a espécie *Guapira opposita* em restinga e em Floresta Ombrófila Densa, para analisar sua variação morfológica. O autor viu que a forma da lâmina e do ápice apresentam diferenciações. Em folhas de indivíduos da restinga, a forma da lâmina, além dos tipos oblongo e elíptico, que também ocorrem em folhas de indivíduos da Floresta Ombrófila Densa, apresenta-se obovada. As folhas também apresentam valores de área foliar distintos, quando comparados aos indivíduos dos dois ecossistemas. Os maiores valores ocorrem em folhas de indivíduos localizados na Floresta Ombrófila Densa e os menores valores ocorreram nas folhas de indivíduos da restinga.

Ao comparar a plasticidade morfológica de *Miconia sellowiana*, BIU (2008) encontrou que, as folhas de Floresta Ombrófila Mista apresentaram o maior valor médio de massa seca, enquanto o menor valor ocorreu nas folhas de Floresta Ombrófila Alto Montana. Os valores de volume do pecíolo foram maiores em Floresta Ombrófila Mista e menores em Floresta Ombrófila Alto Montana e Estepe Gramíneo-Lenhosa, mas os pecíolos foram maiores em comprimento nas folhas de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa Montana. A área foliar foi maior e significativamente diferente nas folhas de Floresta Ombrófila Mista em relação as demais fitofisionomias. Os ângulos foliares da Estepe Gramíneo-Lenhosa foram similares aos ângulos das folhas da Floresta Ombrófila Densa Montana e maiores do que os ângulos das folhas da Floresta Ombrófila Mista. As folhas de Floresta Ombrófila Alto Montana apresentaram os menores valores e significativamente diferentes das demais fitofisionomias.

Observa-se então que a variação morfológica ocorre, mas cada ambiente favorece mais a determinadas características das folhas, ou seja, a diferenciação de cada

parâmetro fenotípico das folhas, seja ele a massa foliar, a área ou o tamanho, cada um se altera de formas diferentes em ambientes diferentes.

Mantuano *et al.* (2006) examinou a anatomia foliar de *Erythroxylum ovalifolium* em locais que diferiam em precipitação e estrutura da vegetação, sendo uma localidade seca e aberta; uma localidade úmida e densamente vegetada e uma localidade intermediária quanto a estes parâmetros. Com seus resultados o autor sugeriu que a variação anatômica entre populações, relacionada ao estresse hídrico, e a variação anatômica dentro de populações, relacionada ao uso da luz, são indicativas de plasticidade ecológica e podem explicar a alta abundância de *E. ovalifolium* nas localidades estudadas. Logo, pode-se observar que não somente a luminosidade que interfere na plasticidade das plantas, mas também as questões hídricas.

Além de o ambiente influenciar no comportamento do vegetal no espaço, este influencia diretamente na interceptação horizontal de acordo com sua disposição e inserção no local. Um exemplo foi o fato de se ter encontrado as menores folhas na vertente norte dos morros. Isto atua de forma que, com as folhas menores, as copas destas vertentes serão mais volumosas, interceptando mais os ventos úmidos, sendo uma alternativa de maior interceptação e captação de água numa vertente a qual não chega tanta umidade como na vertente oposta. Os outros parâmetros também podem influenciar diretamente a interceptação horizontal, como o ângulo foliar e da nervura, atuando no direcionamento da água interceptada na folha até chegarem aos ramos e troncos, fazendo com que haja uma menor perda de água.

5. CONCLUSÃO

A região de cabeceira da bacia do rio Grande se encontra em estágio avançado de sucessão por apresentar um número elevado de espécies secundárias tardia e clímax.

A espécie *Alchornea triplinervia* apresenta alta plasticidade ecológica e coabita ambientes com diferentes atributos ambientais. Ela apresenta características dos troncos, casca e copa compatível com os seus ambientes originários, além de apresentar alta plasticidade morfológica das suas folhas, até mesmo em ambientes semelhantes, como nas vertentes de um mesmo morro.

O parâmetro ângulo foliar não é influenciado pelas condições causadas pela distância do interflúvio e pelas vertentes. Já ângulo da nervura é influenciado pelas condições ambientais causada pela interação da distância do interflúvio com a vertente.

A maior umidade encontrada nas folhas foi na vertente sul, mostrando que esta é realmente a vertente mais úmida.

Os locais que se mostraram mais úmidos foram nos morros 2 e 6, mostrando a influência do posicionamento na várzea e a influência da radiação solar ao compor diferentes ambientes.

Na vertente norte foram encontradas as menores folhas, formando copas mais volumosas, influenciando diretamente na dinâmica de interceptação horizontal.

O ângulo das nervuras é influenciado pelas diferentes condições promovido pelo distanciamento do interflúvio da serra, sendo esta influência negativa, mostrando que, à medida que se aumenta a distância o ângulo diminui, sendo este fenômeno observado na vertente sul.

No geral, as plantas são influenciadas pelas diferentes condições ambientais, alterando suas características fenotípicas para melhor se adaptarem ao ambiente em que se encontram.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. 1992. 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. P.12-23. Campinas.
- ALMEIDA, F.F.M.; CARNEIRO, C.D.R. Origem e Evolução da Serra do Mar. In: **Revista Brasileira de Geociências**, 28(2): 135-150, junho de 1998.
- ARANDA, I.; BERGASA, L.F.; GIL, L. & PARDOS, J.A. 2001. Effects of relative irradiance on the leaf structure of *Fagus sylvatica* L. seedlings planted in the understory of a *Pinus sylvestris* L. stand after thinning. *Annals Forestry Sciences*, 58: 673-680. In: FERMINO JÚNIOR, P.C.P. **Anatomia ecológica comparada de folhas de *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae) na vegetação de restinga e na Floresta Ombrófila Densa**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 69 p.
- ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V.; ROCHA, P.A.B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por florestas de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – SP. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.
- BARBOZA, R.S. **Interceptação Vertical na Serra do Mar do Rio de Janeiro, Nova Friburgo - RJ**. Seropédica: UFRRJ, 2004. 47 p. (Monografia de término de graduação).
- BARBOZA, R.S. **Caracterização das Bacias Aéreas e Avaliação da Chuva Oculta nos Contrafortes da serra do Mar**. 2007. Seropédica, Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- BARROS, F. A. de. 2006. **Efeito de borda em fragmentos de floresta Montana, Nova Friburgo- RJ**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- BIU, C.C. **Arquitetura foliar comparativa de *Miconia sellowiana* (Dc.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias**. 2008. 49 p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Botânica), UFPR, Paraná.
- BOEGER, M. R. T.; PIL, M. W. B. O.; BELEM FILHO, N. Arquitetura foliar comparativa de *Hedychium coronarium* J. Koenig (Zingiberaceae) e de *Typha domingensis* Pers (Typhaceae). **IHERINGIA, Ser. Bot.**, Porto Alegre, v. 62, n. 1-2, p. 113-120, jan./dez. 2007
- BRUIJNZEEL, L.A. 2000. 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.
- CARVALHO, P.E.R. 2003. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas. 1039p.
- CHURCHILL, S.P.; BALSLEV, H.; FORERO, E.; LUTEYN, J.L. **Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests**. NYBG. New York. 1995.
- CICCIO, V.; ARCOVA, F.C.S.; SHIMOMICHI, P.Y.; FUJIEDA, M. Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de Mata Atlântica – SP. **Silvicultura em São Paulo**, v. 20/22, p. 25-30, 1986/1988.

COLMAN, E.A. Vegetation and watershed management: an appraisal of vegetation management in relation to water supply, flood control, and soil erosion. New York: The Ronald Press Company, 1953. In: LINHARES, C. A., SOARES, J. V., BATISTA, G. T. Influência do desmatamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do Ji-Paraná. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil. **Anais**. 16-21 abril 2005, INPE, p. 3097-3105.

COTTAM, G.; CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**, New York, 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**.

EHLERINGER, J.R.; WERK, K.S. 1986. Modifications of solar radiation absorption patterns and implications for carbon gain at the leaf level. In: GIVNISH, T.J. On the economy of plant form and function. Cambridge: Cambridge University Press. p. 57-82. In: BOEGER, M. R. T.; PIL, M. W. B. O. & BELEM FILHO, N. Arquitetura foliar comparativa de *Hedychium coronarium* J. Koenig (Zingiberaceae) e de *Typha domingensis* Pers (Typhaceae). **IHERINGIA, Ser. Bot.**, Porto Alegre, v. 62, n. 1-2, p. 113-120, jan./dez. 2007

EMATER-RJ. **Levantamento da microbacia de São Lourenço: Nova friburgo, RJ**. Mimeografado, 1994.

FERMINO JÚNIOR, P.C.P. **Anatomia ecológica comparada de folhas de *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae) na vegetação de restinga e na Floresta Ombrófila Densa**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 69 p.

FUIGUEIRA, C.; PRADA, S.; SEQUEIRA, M.; PERESTRELO, A.; SILVA, M.O. Estudo da Precipitação Oculta em dois tipos de vegetação da ilha da Madeira. **Anais**. 8º Congresso da Água – Água, sede e sustentabilidade, Figueira da Foz, Portugal, p.10, 2006.

GARCIA-SANTOS, G.; MARZOL, M.V.; ASCHAN, G. 2004. Water dynamic in laurel montane cloud forests in the Garadonay National Park (Canary Island, Spain). **Hydrology and Earth System Science**, 8(6): 1065-1075.

GEO BRASIL 2002. **O estado das atividades nos ambientes marinhos e costeiros**. O estado do meio ambiente no Brasil, p. 118-131, 2002.

GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. São Paulo. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007, 416 p.

HOLDER, C. D. – “Fog precipitation in the Sierra de las Minas Biosphere Reserve, Guatemala”. *Hydrol. Process.* 17, 2003, pp. 2001-2010. In: FUIGUEIRA, C.; PRADA, S.; SEQUEIRA, M.; PERESTRELO, A.; SILVA, M.O. Estudo da Precipitação Oculta em dois tipos de vegetação da ilha da Madeira. **Anais**. 8º Congresso da Água – Água, sede e sustentabilidade, Figueira da Foz, Portugal, p.10, 2006.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos – Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas –Possibilidade de aproveitamento sustentável**. Eschborn, 1990. 343p.

LAWG. **Manual of leaf architecture – morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperm by leaf architecture.** Smithsonian Institute, 1999.65 p

LIMA, W.P.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, n. 24, p. 43-46, ago. 1983.

LIMA, W.P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas.** 2ª edição. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Florestais Piracicaba – São Paulo. P. 245, 2008.

LINHARES, C.A.; SOARES, J.V.; BATISTA, G.T. Influência do desmatamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do Ji-Paraná. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil. **Anais.** 16-21 abril 2005, INPE, p. 3097-3105.

LINO, C.F.; DIAS, H. Subsídios para uma política de gestão integrada de recursos hídricos e florestais da Mata Atlântica. **Programa Água e Florestas da Mata Atlântica**, mar. 2003.

MANTUANO, D.G.; BARROS, C.F.; SCARANO, F.R. Leaf anatomy variation within and between three "restinga" populations of *Erythroxylum ovalifolium* Peyr: (Erythroxylaceae) in Southeast Brazil. **Rev. bras. Bot.** 2006, vol.29, n.2, pp. 209-215.

MARQUES, O.; VALCARCEL, R.; TEIXEIRA, I.J.L. Evolução dos Fragmentos Florestais em Microbacias Instáveis e seus Significados Ambientais na Mata Atlântica. **Revista da Universidade Rural – Série Ciências da Vida, UFRRJ**, v. 23, n. 2, p. 77-82, 2003.

MATA, A.P. **Legislação ambiental e uso atual do solo: o caso da micro-bacia do Córrego de São Lourenço – Nova Friburgo, RJ.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal Fluminense, 2006. 89 p.

MOURA, A.E.S.S.; CORREA, M.M.; SILVA, E.R.; FERREIRA, R.L.C.; FIGUEIREDO, A.C.; POSSAS, J.M.C. Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da Mata Atlântica na Bacia do Prata, Recife, PE. **Rev. Árvore**, vol.33, no.3, p. 461-469, Viçosa-MG, 2009.

NAVAS, M-L.; GARNIER, E. Plasticity of whole plant and leaf traits in *Rubia peregrina* in response to light, nutrient and water availability. *Acta Oecologica*, v.23, p.375-383, 2002. In: BIU, C.C. **Arquitetura foliar comparativa de *Miconia sellowiana* (Dc.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias.** 2008. 49 p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Botânica), UFPR, Paraná.

NEVES, H.C. A vegetação de altitude e a recarga hídrica potencial no conselho do Funchal. **VII Congresso das Águas.** Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. 2004.

NIMER, E. Clima da região Sudeste. In: **Geografia do Brasil. Rio de Janeiro/IBGE**, 1971 Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

OLIVEIRA, R.R.; ZAÚ, A.S.; LIMA, D.F.; SILVA, M.B.R.; VIANNA, M.C.; SODRÉ, D.O. e SAMPAIO, P.D. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, vol.01, p.523-541. 1995.

PACTO MATA ATLÂNTICA. **Diversidade.** Disponível em: <http://www.pactomataatlantica.org.br/diversidade.aspx?lang=pt-br> acessado em 20 de dezembro de 2010.

PATRÍCIO, M.S.; GONÇALVES, A.C.; DAVID, J.S. Intercepção Horizontal do Nevoeiro pela Vegetação. **Silva Lusitana**, p. 247-256, 1998.

RIBEIRO, J.E.L.S.; HOPKINS, M.J.G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G., ASSUNÇÃO, P.A.C.L.; PEREIRA, E.C., SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R., PROCÓPIO, L.C. 1999. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus, INPA. 816p.

REINHARDT, D.; KUHLEMEIER, C. Plant Architecture. **EMBO reports** v.3, n.9, p. 846-851, 2002.

RÔÇAS, G.; BARROS, C.F.; SCARANO, F.R. Leaf anatomy plasticity of *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) under distinct light regimes in a Brazilian montane Atlantic rain forest. **Springer-Verlag**, 11: 469 -473, 1997.

RÔÇAS, G.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F. Leaf anatomical variation in *Alchornea triplinervia* (Spreng) Mull. Arg. (Euphorbiaceae) under distinct light and soil water regimes, **Botanical Journal of the Linnean Society**, 2001, 136: 231–238.

RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. Macrozoneamento Florístico da Área de Proteção Ambiental da Guaraqueçaba: APA – Guaraqueçaba. Curitiba: FUPEF (Série técnica, n. 15). In: BARROS, F. A. de. 2006. **Efeito de borda em fragmentos de floresta Montana, Nova Friburgo- RJ**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Universidade Federal Fluminense, Niterói.

RODRÍGUEZ, A.B.M.; SCHNABEL, S. Medición de la interceptación de las precipitaciones por la encina (*Quercus rotundifolia* lam.): metodología e instrumentalización / Measurement of rainfall interception by oak trees (*Quercus rotundifolia* lam.): methodology and instrumentation. **NORBA Journal of Geography** 10: 95–112, 1998.

SATTERLUND, D.R. **Wildland Watershed Management**. 1972. United States of America. Ed. John Wiley & Sons, Inc. 370 p.

SILVA, A. S. Investigação da Interação entre os ventos da escala sinótica e a circulação de Mesoescala no Estado do Rio de Janeiro usando o RAMS. In: **Congresso Brasileiro de meteorologia**, 11, 2000, Rio de Janeiro. CD, Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000.

SMITH, W.K.; BELL, D.T.; SHEPHERD, K.A. 1998. Associations between leaf structure, orientation and sunlight exposure in five western Australian Communities. *American Journal of Botany*, v. 85, n. 1, p. 56-63. In: BOEGER, M. R. T.; PIL, M. W. B. O. & BELEM FILHO, N. Arquitetura foliar comparativa de *Hedygium coronarium* J. Koenig (Zingiberaceae) e de *Typha domingensis* Pers (Typhaceae). **IHERINGIA, Ser. Bot.**, Porto Alegre, v. 62, n. 1-2, p. 113-120, jan./dez. 2007

STANHILL, O. The water flux in temperate forests: precipitation and evapotranspiration. *Analysis of Temperate Forest Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlim, 1973. p. 242-255. In: LIMA, W. P., NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, n. 24, p. 43-46, ago. 1983.

STEWART, J .B. Evaporation from forest. XVII IUFRO World Congress, Division I,

Japan, 1981. p. 129-138. In: LIMA, W. P., NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. **IPEF**, n. 24, p. 43-46, ago. 1983.

SULTAN, S.E. Phenotypic plasticity and plant adaptation. *Acta Botanica Neerlandica*, v.44, Special Plants and Evolution Jubilee issue, p.363-383, 1995. In: BIU, C.C. **Arquitetura foliar comparativa de *Miconia sellowiana* (Dc.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias**. 2008. 49 p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Botânica), UFPR, Paraná.

VELÁZQUEZ-ROSAS, N.; MEAVE, J.; VÁZQUEZ-SANTANA, S. Elevational Variation of Leaf Traits in Montane Rain Forest Tree Species at La Chinantla, Southern México. **Biotropica**, 34(4): 534–546. 2002

VERNIMMEN, R.R.E.; BRUIJNZEEL, L.A.; ROMDONI, A.; PROCTOR, J. Rainfall interception in three contrasting lowland rain forest types in Central Kalimantan, Indonesia. **Journal of Hydrology**, v. 340, n. 3-4, p. 217-232, 2007.