

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA - FACEN
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA**

**VARIAÇÃO SAZONAL NO INCREMENTO DIAMÉTRICO DE
INDIVÍDUOS ARBÓREOS EM UMA FLORESTA DE RESTINGA DO
PARQUE ESTADUAL
DA SERRA DO MAR – SP, NÚCLEO PICINGUABA.**

FERNANDA FISCHER BALLIONE

**PIRACICABA
DEZEMBRO/2009**

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA - FACEN
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA**

**VARIAÇÃO SAZONAL NO INCREMENTO DIAMÉTRICO DE
INDIVÍDUOS ARBÓREOS EM UMA FLORESTA DE RESTINGA DO
PARQUE ESTADUAL
DA SERRA DO MAR – SP, NÚCLEO PICINGUABA.**

FERNANDA FISCHER BALLIONE

**MONOGRAFIA ELABORADA PARA OBTENÇÃO
DO GRAU DE LICENCIADA EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS, SOB ORIENTAÇÃO DA DRA.
SIMONE APARECIDA VIEIRA.**

**PIRACICABA
DEZEMBRO/2009**

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – FACEN
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – LICENCIATURA

TERMO DE APROVAÇÃO

VARIAÇÃO SAZONAL NO INCREMENTO DIAMÉTRICO DE INDIVÍDUOS
ARBÓREOS EM UMA FLORESTA DE RESTINGA DO PARQUE ESTADUAL DA
SERRA DO MAR – SP – NÚCLEO PICINGUABA.

FERNANDA FISCHER BALLIONE

Orientadora: Dra. Simone Aparecida Vieira

Prof^a.Dra. Kayna Agostini

Parecer do Presidente da Banca:

Data da aprovação: __/__/__

Nota: __

DEDICATÓRIA

A meu marido, Ricardo e a minha filha, Paula, que me apoiaram em todos os momentos e que nunca deixaram que eu desistisse dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

A meu marido Ricardo, a minha filha Paula, sem a qual esse trabalho não seria possível.

Aos meus pais, João e Luzia, a minha sogra Inês, ao meu sogro, Chico pela ajuda constante e aos meus irmãos Aline, Marco e Felipe, por estarem sempre presente, me apoiando em todas as minhas decisões.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), pela oportunidade de realização do estágio.

Á meu orientador, Luiz Antonio Martinelli, à minha orientadora Simone Aparecida Vieira pelos vários esclarecimentos científicos, pela a imensa ajuda em todos os momentos, e pela amizade.

Aos professores Plínio Camargo, e Jorge Morais que me emprestaram os equipamentos para a realização deste trabalho.

À minha primeira orientadora Gabriela Bielefeld Nardoto pelas oportunidades proporcionadas.

Ao Projeto Biota – Gradiente Funcional (Temático nº 03/12595-7) e seus coordenadores Carlos A. Joly e Luiz A. Martinelli pelo apoio logístico e financeiro concedido para a elaboração desta pesquisa.

A todos do Laboratório de Ecologia Isotópica, que de alguma forma me ajudaram na realização deste trabalho: Leo, Tati, Eráclito, Luciana, Daniel, Du, Luiz Felipe, Toninha, Edmar, Urso, Joba, Susian, Natássia, Mayra e a todos os demais, obrigado pela ajuda e amizade.

Em especial: Ao Ricardo Signoretti, Fabiana Fracassi, Simoni Grilo, Elizabeth Ravagnani e Carlos E. Beduschi por todo apoio dado deste o inicio deste trabalho e pela amizade de todas as horas.

À Prof.^a Kayna Agostini, pela supervisão na realização deste trabalho.

À UNIMEP e a todos os professores pela formação e apoio.

A todos os amigos da turma de biologia, pelos momentos de tensão e descontração, Jú, Lá, Carol, Anita, Gharles, Murilão, Vitão, San, Rafael, Mayara, Mariana, Sil, Queliabe, Adriana, Evandro, Marco, Cláudio, etc...

À Juliana Kuntz Galvão de França pela amizade e por toda ajuda na graduação.

Á Laís Camargo por todos os momentos de alegria e pela amizade.

A Deus, sobre todas as coisas.

RESUMO

Embora a restinga seja um ecossistema de grande importância ecológica, estudos nestas regiões são muito escassos. A maioria dos estudos sobre crescimento e rendimento de florestas tropicais enfatiza apenas o povoamento florestal, sem levar em consideração o indivíduo arbóreo. Este trabalho tem como objetivo monitorar padrões de crescimento individual de diversas árvores que ocorrem em florestas de restinga na região nordeste do estado de São Paulo. Foram selecionados aleatoriamente, 321 indivíduos arbóreos com DAP > 4,8 cm agrupados em 4 classes de diâmetro (DAP < 10 cm; DAP entre 10 cm e 30 cm; DAP entre 30 cm e 50 cm e DAP > 50 cm). Em cada um desses indivíduos foi instalada uma banda dendrométrica, parcialmente sobrepostas e ligadas por uma mola, onde, o avanço de uma das pontas, representa o crescimento em circunferência, que foi medido mensalmente utilizando-se um paquímetro digital. Além disso, foi monitorado o nível do lençol freático, tentando determinar se o padrão de flutuação do mesmo influencia na variação radial do tronco dos indivíduos arbóreos. O trabalho foi desenvolvido no Parque Estadual da Serra do Mar, no Núcleo Picinguaba. Este objetivo foi estabelecido visando dar suporte ao projeto temático “*Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar (FAPESP 03/12595/7)*”. O aumento no diâmetro variou de acordo com a classe de diâmetro, as árvores de maior classe (DAP entre 30 e 50 cm e DAP > 50 cm) tiveram maiores aumentos que aquelas de classes menores. As classes de DAP 30-50 cm e > 50 cm tiveram um maior incremento médio mensal entre o mês de maio/2009 e setembro/2009, onde foram registrados os mais baixos níveis do lençol freático, medindo -746 mm e -773 mm respectivamente. Em outubro/2009, o nível do lençol freático foi o mais alto, medindo -111 mm da superfície do solo, podendo ter afetado o crescimento dos indivíduos da classe de DAP 10-30 cm. As espécies apresentam comportamentos diferenciados, estando sempre associados às respostas individuais.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| 3. MATERIAS E MÉTODOS..... | 7 |
| 3.1. Caracterização da Área..... | 7 |
| 3.2. Descrição da Área de Estudo..... | 7 |
| 3.3. Desenho Amostral..... | 8 |
| 3.4. Análises Físico-Químicas do Solo na Área de Estudo..... | 9 |
| 3.5. Instalação das Bandas Dendrométricas..... | 9 |
| 3.6. Coleta dos Dados..... | 11 |
| 3.7. Monitoramento dos Parâmetros Ambientais..... | 12 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 13 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 16 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 17 |
| Anexo 1..... | 20 |

1. INTRODUÇÃO

Dentre os ecossistemas mundiais, as florestas tropicais são um dos mais ameaçados pela ação antrópica (Mittermeier *et al.*, 1998). Na América do Sul, por exemplo, mais de 90% da Mata Atlântica nativa foi convertida para outro tipo de uso do solo e a derrubada da Floresta Tropical Amazônica prossegue a uma taxa que varia entre 15 e 30 mil km² por ano, de acordo com o monitoramento anual pelo programa PRODES/INPE.

Neste cenário de desmatamentos e mudanças climáticas, o monitoramento da floresta tropical remanescente é de fundamental importância para antecipar mudanças significativas que possam ocorrer nestes ecossistemas.

Além de sua importância em função de índices extremamente elevados de riqueza de espécies e de endemismos, atualmente, as florestas tropicais são reconhecidas como biomas importantes pelo papel que exercem no ciclo do carbono, modulando as trocas entre a atmosfera e os sistemas terrestres, e no ciclo do nitrogênio, face ao aumento da deposição atmosférica deste nutriente (Brown *et al.*, 1995).

A composição e estrutura de um ecossistema dependem basicamente da taxa de recrutamento e mortalidade da comunidade vegetal, assim como da taxa de fixação de carbono. A taxa de fixação de carbono em um ecossistema, ou produção primária líquida (PPL), é o fluxo líquido de carbono da atmosfera para as plantas, e é proporcional à diferença entre a fotossíntese bruta e a respiração autotrófica dos ecossistemas, integrada ao longo do tempo (Lacher, 2000).

Dentre as fisionomias da Mata Atlântica, uma das mais ameaçadas são as Florestas de Restingas, pois se situam geralmente a beira-mar e sofrem significativa pressão imobiliária (Lâmego, 1974). Devido a este fato, sua área de abrangência tem diminuído abruptamente nas últimas décadas. Por outro lado, são sistemas florestais cientificamente muito interessantes, pois se desenvolvem sob um solo extremamente pobre em nutrientes e sofrem alagamentos periódicos (Lacerda, 1984). Ao mesmo tempo, são florestas com alta biodiversidade que pouco se conhece sobre seu funcionamento.

Portanto, para compreender o funcionamento da Mata Atlântica, em especial das Florestas de Restinga, sujeitas a inundação em alguns períodos do ano, é fundamental que se conheça a dinâmica de crescimento arbóreo destas florestas e como estas variam em função dos parâmetros ambientais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade temporal no incremento diamétrico de 321 indivíduos arbóreos em uma Floresta de Restinga situada na Mata Atlântica na região nordeste do estado de São Paulo, correlacionando esta variação com parâmetros ambientais, como precipitação e nível do lençol freático da área, visando assim, fornecer subsídios para um melhor entendimento deste ecossistema.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A Floresta Ombrófila Densa Atlântica (Mata Atlântica) se estendia desde o Cabo de São Roque, no Estado do Rio Grande do Norte, até o município de Osório, no Rio Grande do Sul. A Mata Atlântica foi o ecossistema que mais se reduziu e que se encontra com somente 7,6% de sua formação original (SOS MATA ATLÂNTICA, 1993). Atualmente, extremamente fragmentada, está reduzida a manchas disjuntas, concentradas nas regiões Sudeste e Sul, principalmente em locais de topografia acidentada, inadequada às atividades agrícolas, e nas unidades de conservação. Estes remanescentes são os testemunhos da formação florestal mais antiga do Brasil, estabelecida há cerca de pelo menos 70 milhões de anos (Leitão Filho, 1987).

A Mata Atlântica representa a segunda maior área de floresta tropical úmida da América do Sul, depois do vasto domínio da Floresta Amazônica (Oliveira-Filho & Fontes, 2000). Apesar de poucos estudos, sabe-se que esse complexo bioma contém uma grande diversidade de espécies e é caracterizado pelos altos níveis de endemismo (Brown & Brown, 1992). Em toda sua extensão, a Mata Atlântica é composta por uma série de ecossistemas cujos processos ecológicos se interligam, acompanhando as características climáticas das regiões onde ocorrem e tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos que sopram do oceano. Isso abre caminho para o trânsito de animais, o fluxo gênico das espécies e as áreas de tensão ecológica, onde os ecossistemas se encontram e se transformam (SOS MATA ATLÂNTICA, 1993).

As muitas definições encontradas para a Mata Atlântica na literatura podem ser classificadas, ainda, em duas principais visões chamadas de *sensu stricto* (ss) e *sensu lato* (sl) (Oliveira-Filho & Fontes, 2000). Estritamente falando, Floresta Atlântica *sensu stricto* compreende apenas a Floresta Atlântica Pluvial que se estende até 300 km para o centro do país a partir da costa brasileira, onde as chuvas são localmente impulsionadas pelos ventos oceânicos. Como exemplo das muitas definições, surge novamente o sistema de classificação para o sistema de vegetação brasileira do IBGE (Veloso *et al.*, 1991) que inclui toda a Floresta Atlântica na categoria “Floresta Ombrófila Densa”. Na Floresta Atlântica *sensu lato* estão inseridas a floresta semi-decídua e as florestas mistas de Araucárias, adjacentes à floresta pluvial, 700 km para o interior do país a partir do litoral (Fernandes & Bezerra, 1990).

A Floresta Ombrófila Densa da Mata Atlântica encontra-se subdividida em quatro faciações (Veloso *et al.*, 1991) ordenada segundo a hierarquia topográfica, e que refletem

fisionomias e composições diferentes, de acordo com as variações das faixas altimétricas e latitudinais. Essa divisão em faciações altitudinais não é somente importante em termos fisionômicos, mas também em termos de funcionamento. Assim, tem-se: a) Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas – 5 a 50 m de altitude sobre o solo de restinga; b) Floresta Ombrófila Densa Submontana – no sopé da Serra do Mar, com altitude variando entre 50 e 500 m; c) Floresta Ombrófila Densa Montana – 500 a 1.200 m; d) Floresta Ombrófila densa Altimontana – no topo da Serra do Mar, acima dos limites estabelecidos para a formação Montana, onde a vegetação praticamente deixa de ser arbórea, pois predominam os campos de altitude.

O termo restinga, encontrado na literatura desde 1785 é utilizado por geólogos, historiadores, botânicos ou ecólogos, designando elementos diferentes (Suguio & Tessler, 1984). A restinga é ambiente geologicamente recente e as espécies que a colonizam são principalmente provenientes de outros ecossistemas (Mata Atlântica, Tabuleiros e Caatinga), porém com variações fenotípicas devido às condições diferentes do seu ambiente original (Freire, 1990). As plantas colonizam a areia logo à linha de maré alta, amenizando, no caso de planícies arenosas, a ação dos agentes erosivos sobre o ecossistema, protegendo o substrato principalmente da ação dos ventos, importante agente modificador da paisagem litorânea (Lamêgo, 1974).

A "vegetação de restinga" corresponde a um conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente muito distintas entre si, que ocorrem em áreas com grande heterogeneidade ecológica, sob influência marinha e flúvio-marinha, e que se distribuem na forma de mosaicos, sendo caracterizado por ocorrer em solos arenosos, bem ou mal drenados, sujeitos as elevadas temperaturas, pobres de nutrientes e com diferentes teores de salinidade, e que são classificados como comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima (Rizzini, 1963; Lacerda & Araújo, 1984).

A produtividade de um ecossistema florestal está relacionada diretamente com o consumo de dióxido de carbono, pois este é o elemento que movimenta o processo de absorção das plantas. A assimilação do dióxido de carbono (CO₂) ocorre através de uma absorção passiva por meio dos estômatos das folhas, cuja abertura é regulada principalmente pela intensidade de luz, pelo regime hídrico interno da planta, quantidade de nitrogênio disponível nas folhas para atividade enzimática e clorofila que estão envolvidas neste processo. A produtividade primária de um sistema ecológico pode ser definida como sendo a taxa na qual a energia radiante é convertida pela atividade fotossintética em substâncias orgânicas (Odum, 1983).

A quantidade de matéria seca, produzida por uma associação vegetal que cobre certa área, pode ser definida como Produção Primária Líquida (PPL) da comunidade vegetal. A produção primária é maior, quanto maior for a capacidade de assimilação das espécies que compõe a comunidade vegetal; quanto maior for a quantidade de radiação interceptada e absorvida pelas superfícies assimiladoras; e quanto maior for o período de um balanço positivo das trocas gasosas (Lacher, 2000).

A produtividade primária bruta representa a taxa global de fotossíntese, incluindo a matéria orgânica usada na respiração durante o período de medição, também chamada de fotossíntese total ou assimilação total (Amthor *et al.*, 2001). A aquisição de matéria seca durante o período de crescimento ou durante o ano é definida como o Rendimento da Produção Primária (RPP), também denominada de PPL (Lacher, 2000). A avaliação da PPL em uma escala regional ou global é sempre difícil e incerta, e as estimativas feitas por diversos autores podem diferir consideravelmente (Taiz *et al.*, 1998).

A biomassa, ou densidade de biomassa, quando expressa em peso seco por unidade de área, é uma variável útil para comparar os atributos estruturais e funcionais dos ecossistemas em uma amplitude de condições ambientais (Brown *et al.*, 1995), além de ser essencial para estimar os estoques de carbono em florestas tropicais (Phillips *et al.*, 1998; Chambers *et al.*, 2001).

Lambers *et al.*, (1998) citam que o crescimento das plantas é uma consequência da interação de muitos processos como a fotossíntese, transporte a longa distância de água, fluxo de massa, carboidratos e outros solutos, respiração, relações de água e nutrição mineral.

As árvores processam seu crescimento ou desenvolvimento em diâmetro em larga escala às expensas dos produtos correntes da fotossíntese, sendo sensível às condições do meio, e especialmente às disponibilidades hídricas. O acréscimo diamétrico varia significativamente entre e dentro das espécies arbóreas e de acordo com a idade, estações do ano e condições microclimáticas. Muitas espécies de florestas tropicais geralmente apresentam comportamentos bastante diferenciados, estando sempre associados às respostas individuais de cada espécie, família, ou até mesmo cada indivíduo observado (Ferri, 1979).

Nas análises existentes sobre a relação entre a umidade do solo e o crescimento, considera-se que este último não é um fator diretamente controlado pela umidade do solo, mas pelo equilíbrio hídrico da planta que, por sua vez, é regulado pelas intensidades relativas de absorção e de transpiração; sendo, por esta razão, afetado não só pelas condições de umidade do solo como também pelas condições atmosféricas (Angelocci *et al.*, 2004).

A quantidade de crescimento, determinada por duas medições, uma no início de um

período e a outra ao final desse período, se denomina incremento. O incremento determina o rendimento e pode visualizar-se como a taxa de acumulação de um produto e que é a taxa de acumulação do rendimento (Alder & Synnott, 1992).

Em florestas temperadas, as árvores apresentam anéis anuais de crescimento bem definidos, podendo, assim, reconstruir o desenvolvimento da árvore através da análise de tronco. No entanto, em florestas tropicais os anéis de crescimento não são facilmente distinguidos, por causa da diversidade e complexidade das espécies arbóreas além das estações do ano não serem bem definidas. Para estimar a idade e também o incremento em diâmetro, alguns estudos utilizam a técnica da dendrocronologia, no entanto, está técnica tem um custo elevado, por isso, uma metodologia mais acessível para monitorar o crescimento em diâmetro é a utilização de bandas dendrométricas (Vetter & Wimmer, 1999 e Tomazello & Cardoso, 1999).

Segundo Keeland & Sharitz (1993), o uso de bandas (ou fitas) dendrométricas permanentes para monitorar o crescimento em diâmetro foi introduzido por Hall (1944), em floresta temperada, mostrando desde o início, um padrão de respostas convincentes em medições repetidas. Desde então, essas fitas têm sido amplamente utilizadas em florestas temperadas, o que não se repete em florestas tropicais. Na Amazônia brasileira, como em Manaus, Santarém e Belém, tais bandas têm sido utilizadas com relativo sucesso (Silva, 2001; Vieira, 2003).

As vantagens observadas na utilização de fitas dendrométricas são: (1) facilidade na instalação e leitura; (2) custo baixo e (3) não acarretam danos no caule e no câmbio (Keeland & Sharitz, 1993). Por outro lado, a principal desvantagem observada por Bower & Blocker (1966) e confirmada por Cameron & Lea (1980), é o fato que no primeiro ano de observações, as medições com bandas podem tender a subestimar o crescimento em diâmetro de algumas plantas. Entretanto, Keeland & Sharitz (1993) concluíram que, em regiões onde as estações do ano são bem definidas, a subestimação das medidas do diâmetro pode ser atribuída à falta aparente de crescimento, que provoca o relaxamento dos encaixes (molas) de instalação das bandas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da Área

Com quase 315.000 ha, numa extensão que vai desde a divisa de São Paulo com o Rio de Janeiro até Itariri, no sul do estado, o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), criado em 1977 através do Decreto Estadual nº 10.251,17 de 30 de agosto de 1977 (posteriormente alterado pelo Decreto Estadual nº 13.313 de 06 de março de 1979), representa a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica do Brasil. No seu limite norte, o PESM apresenta uma pequena sobreposição com o Parque Nacional da Serra da Bocaina. Devido às suas dimensões, o PESM é administrado por Núcleos, que são bases instaladas em áreas de domínio do estado. No presente trabalho a área de estudo fica situada no Núcleo Picinguaba.

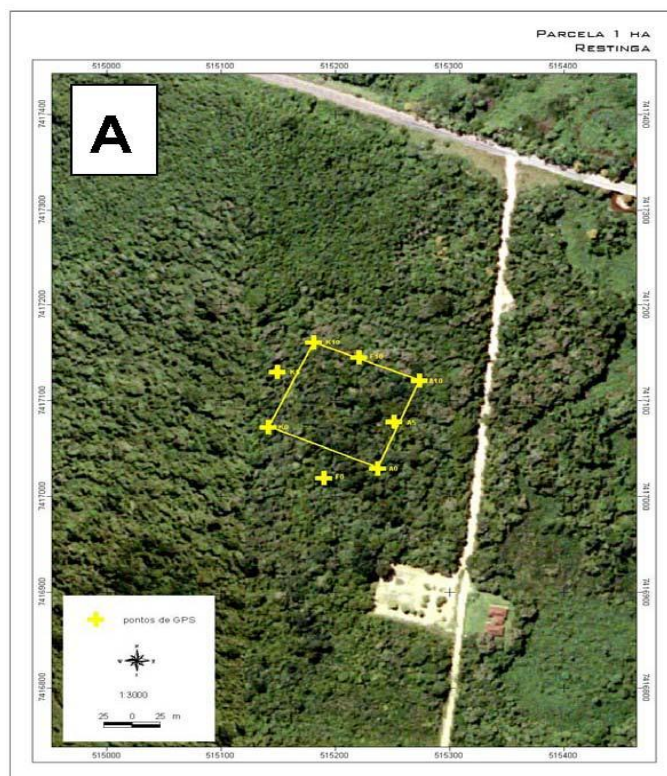
3.2. Descrição da área de estudo

O Núcleo Picinguaba (23°31' a 23°34' S e 45° 02' a 45° 05' W) é situado no município de Ubatuba e os cerca de 47.500 ha o Núcleo Picinguaba é a única porção do Parque Estadual da Serra do Mar que atinge a orla marinha (SMA, 1996). Conseqüentemente, o núcleo apresenta um mosaico vegetacional que inclui Formações Pioneiras com Influência Marinha (Dunas); Formações Pioneiras com Influência Fluvial (Caxetal); Formações Pioneiras com Influência Flúvio-Marinha (Mangue), Floresta Ombrófila Densa de terras baixas (Mata de Restinga), Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Ombrófila Densa Montana (Assis, 1999).

O relevo da região é dominado pela Planície Costeira, passa pelos morros isolados e serras alongadas da Murraria Costeira, atingindo no seu limite interior as escarpas, festonadas ou com espigões digitados, da Serraria Costeira (Ponçano *et al.*, 1981). As altitudes no Núcleo Picinguaba variam do nível do mar a 1.340 metros. O clima regional é tropical úmido, sem estação seca (Setzer, 1966), com uma precipitação média anual superior a 2.200 mm. Mesmo nos meses mais secos, junho a agosto, a precipitação média mensal nunca inferior a 80 mm.

3.3. Desenho Amostral

A Floresta de Restinga foi estabelecida como parcela única, em cotas aproximadas de 10 metros de altitude. A parcela constitui unidade de 1 ha (100x100m) subdividida em 100 sub-parcelas de 10x10m. Essas foram delimitadas por equipe especializada de topografia, utilizando-se de instrumentos de alta precisão, como teodolito e nível digitais, altímetro e GPS. O limite externo das parcelas foi delimitado colocando-se estacas de 1,2 metros de tubo de PVC de ¾ de polegada a cada 10 metros. A cada 50 metros foi colocada uma estaca de tubo de PVC de 5 polegadas, georeferenciada de forma a permitir a plotagem da parcela em imagens de satélite e ortofotos. A partir desta delimitação externa a parcela foi subdividida em sub-parcelas de 10x10m, tendo uma estaca em cada um dos vértices. Em cada ponto correspondente à posição das estacas foi registrado o nível altimétrico, que permitiu a elaboração precisa do mapeamento topográfico da parcela. A floresta de restinga localiza-se junto à Praia da Fazenda, próxima à base do Núcleo Picinguaba, em cotas aproximadas de 10m de altitude (Figura 1).



Fonte: Joly, 2005

Figura 1 – Mata de Restinga, Praia da Fazenda, Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar.

3.4. Análises Físico-Químicas do Solo na Área de Estudo

Os dados das análises dos solos foram obtidos a partir do relatório científico da doutoranda Susian Martins apresentado à Fapesp (processo n° 05/57950-4), dados não publicados, o qual esta integrado ao projeto temático Biota Gradiente.

O solo estudado foi classificado como Neossolo Quartzarênico hidromórfico típico (EMBRAPA, 1999), apresentando, em todas as profundidades, uma textura arenosa e acidez muito alta ($\text{pH} \leq 4,3$). Pode-se dizer que o solo na área de estudo possui baixa fertilidade tendo sua maior reserva nutricional nos primeiros centímetros do solo.

Os valores de carbono (C) variaram de 31,8 a 1,0 g kg^{-1} no perfil do solo sob vegetação de restinga. A concentração de C vai diminuindo de acordo com o aumento da profundidade, isto ocorre devido a maior concentração de matéria orgânica, raiz e material em decomposição na superfície, principalmente até os 20 cm de profundidade. Os valores de nitrogênio (N) variaram de 1,8 a 0,1 g kg^{-1} . Seguindo a mesma tendência do C, a concentração de N vai diminuindo de acordo com o aumento da profundidade.

3.5. Instalação das bandas dendrométricas

A escolha das árvores para instalação das bandas dendrométricas foi realizada de acordo com os dados de inventário florestal da equipe do projeto Biota “Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, Estado de São Paulo Brasil”.

Dentro de uma parcela permanente de 1 ha instalada pelo projeto supra citado, foram selecionados de forma aleatória, 321 indivíduos arbóreos com diâmetro a altura do peito (DAP) igual ou superior a 4,8 cm para a implantação de bandas dendrométricas de aço inoxidável feitas à mão (Keeland & Sharitz, 1993) (Figura 2). As bandas foram instaladas a uma altura de 1,30 m do solo. Caso o indivíduo arbóreo tivesse irregularidades a esta altura (sapopemas, nós, calosidades ou podridão), a banda foi instalada em outro ponto, livre de defeitos, o mais próximo possível da altura de 1,30 m.

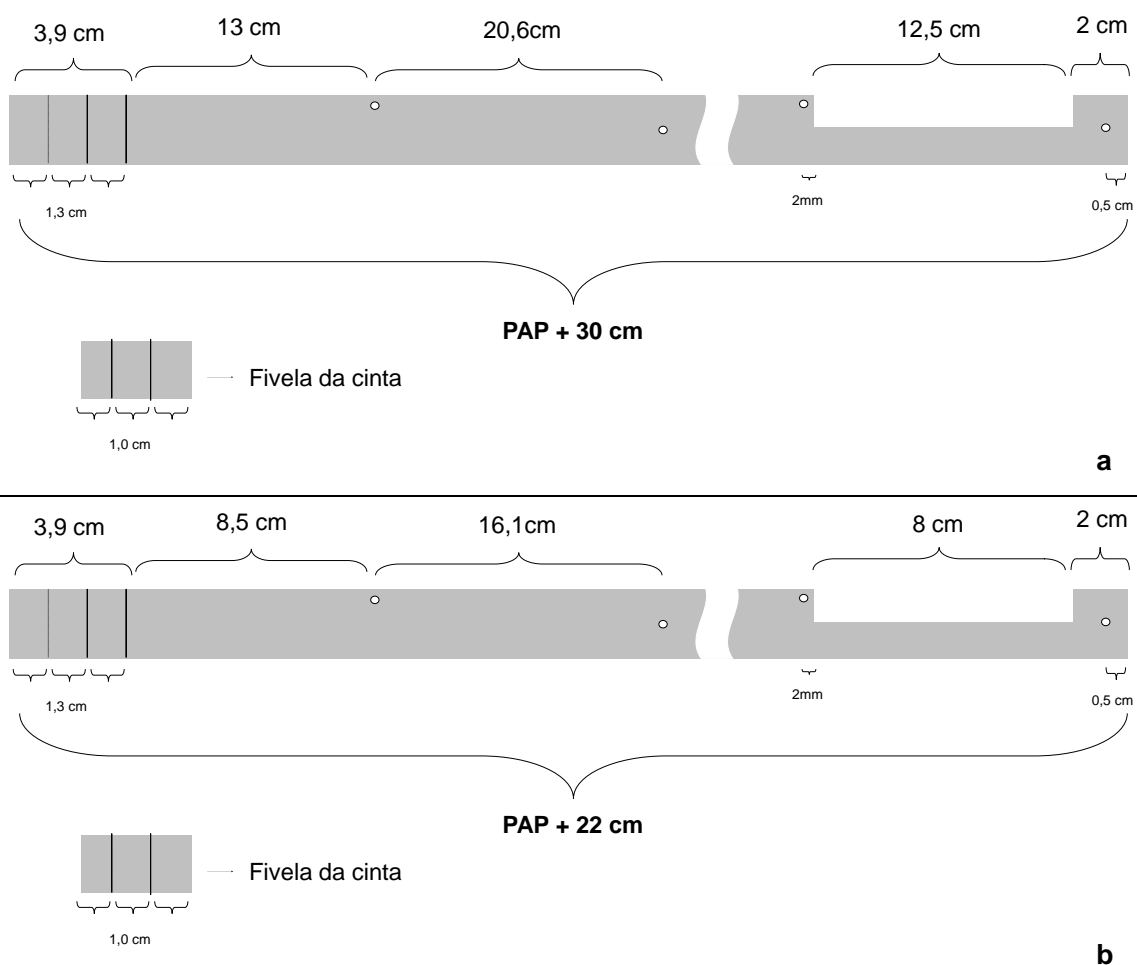


Figura 2 - Diagrama para confecção de Bandas dendrométricas para árvores com DAP > 15 cm (a) e com DAP < 15 cm (b).

Para a seleção dos indivíduos arbóreos onde foram instaladas as bandas, foram tomados os dados do inventário inicial, agrupando os indivíduos de acordo com o seu DAP, em 4 classes diamétricas: classe 1 – indivíduos com DAP entre 4,8 cm e 10 cm; classe 2 – indivíduos com DAP entre 10 cm e 30 cm; classe 3 – indivíduos com DAP entre 30 cm e 50 cm e classe 4 – indivíduos com DAP > 50 cm. A quantidade de indivíduos sorteados em cada uma das classes acompanhou a frequência dos indivíduos observados na área (Quadro 1).

Quadro 1 - Número de indivíduo por classe de DAP contendo bandas dendrométricas na Floresta de Restinga.

| Número de indivíduos por classe de DAP | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| < 10 cm | 10 - 30 cm | 30 - 50 cm | > 50 cm |
| 152 | 122 | 44 | 3 |

3.6. Coleta de Dados

As medidas das bandas foram realizadas mensalmente por um período de dez meses, de janeiro/2009 a outubro/2009, utilizando-se um paquímetro digital. O paquímetro é ajustado entre as duas aberturas denominadas "janelas" que foram cortadas nas duas extremidades da banda dendrométrica. As "janelas" são sobrepostas em torno do fuste tendo as extremidades da banda interligadas por uma mola que promove o deslocamento e o conseqüente movimento na posição das janelas, fornecendo a variação das medidas mensais (Figura 3). Os resultados foram anotados em ficha de campo e posteriormente foram armazenadas em arquivos específicos em computador para análise das informações obtidas.



Foto: Simone Aparecida Vieira.

Figura 3 – Imagem da banda dendrométricas instalada (a), detalhe do ponto de tomada de medida (b) e detalhe da tomada de medida com o paquímetro digital (c).

3.7. Monitoramento dos parâmetros ambientais

Foram abertos três poços cilíndricos com trado tipo caneco (diâmetro de 10 cm) ao longo da parcela permanente instalada pelo projeto Biota Gradiente Funcional. Após atingir 1,5 metros de profundidade, colocou-se um tubo de PVC medindo 1,8 metros de comprimento e 10 cm de diâmetro, ficando 30 cm na parte superior do solo. Nas laterais do tubo, foram realizados cortes transversais intercalados a cada 1 cm, para entrada da água. O nível da água foi monitorado mensalmente utilizando-se uma trena acoplada com um lastro de peso variável.

Em abril, instalou-se no poço localizado no centro da parcela, um sensor automático (Figura 4) que permite a coleta de dados do nível do lençol freático de segundo em segundo. Para este projeto, o sensor foi programado para coletar as informações da variação do nível do lençol freático, em intervalos de 1 hora. Os dados obtidos foram armazenados em arquivos específicos para posterior análise dos mesmos.

Os dados de precipitação foram obtidos pelo site www.iac.sp.gov.br.



Figura 4 - Imagem do sensor automático instalado no centro da parcela.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados abaixo apresentam a variação diamétrica média mensal dos indivíduos arbóreos entre o período de janeiro/2009 a outubro/2009 e a variação do nível do lençol frático de abril/2009 a outubro/2009, sendo que, esta última foi a principal variável ambiental utilizada para a comparação com o crescimento diamétrico dos indivíduos arbóreos.

Observou-se que o aumento no diâmetro variou de acordo com a classe de diâmetro, as árvores de maior classe (DAP entre 30 e 50 cm e DAP >50 cm) tiveram maiores aumentos que aquelas de classes menores (Figura 6). Esta característica talvez seja explicada pelo maior acesso à luz pelos maiores indivíduos, aumentando a atividade fotossintética (Hubbell *et al.* 1999). Outra explicação para esse fato seria a consideração feita por Felipe (1979) quanto a maturidade dessas árvores. Uma vez estabelecidas, teoricamente, a distribuição de energia pode ser direcionada para seu crescimento e sua fixação ao solo.

As classes de DAP 30-50 cm e >50 cm tiveram um maior incremento médio mensal entre o mês de maio e setembro, onde foram registrados os mais baixos níveis do lençol freático, medindo -746 mm e -773 mm respectivamente. Em outubro, o nível do lençol freático foi o mais alto, medindo -111 mm da superfície do solo, podendo ter afetado o crescimento dos indivíduos da classe de DAP 10-30 cm. (Figura 6).

De acordo com a literatura, provavelmente, este fato se deva a saturação hídrica do solo. Com o solo saturado, as raízes permanecem em ambientes anaeróbios, impossibilitando a respiração e levando a planta a um stress hídrico que diminui a fotossíntese. (Vieira, 2003).

Tribuzy (1998) afirma que o excesso de água, tanto quanto o estresse hídrico, dificulta a fotossíntese e o crescimento dos vegetais. Porém, é importante ressaltar-se que florestas tropicais são sistemas complexos e que a interação entre fatores bióticos e abióticos influenciam no seu funcionamento e desenvolvimento. Portanto, é difícil estabelecer-se causas únicas para a variação no crescimento das árvores

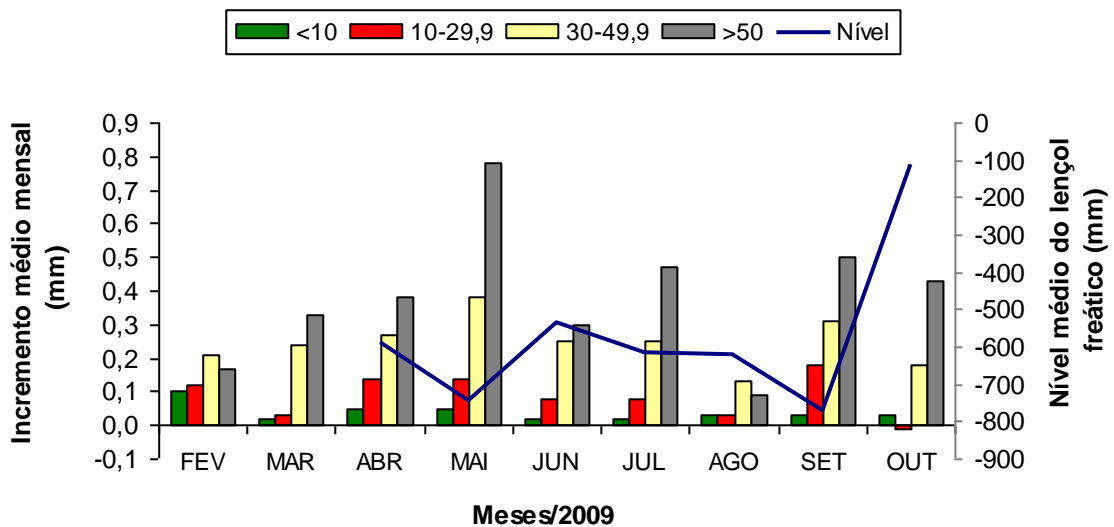


Figura 5 - Incremento médio mensal em indivíduos arbóreos contendo bandas dendrométricas e variação média do nível do lençol freático na Floresta de Restinga.

Na Figura 6 encontram-se os dados de crescimento médio mensal das espécies que apresentam no mínimo 20 indivíduos contendo bandas dendrométricas.

As espécies *Gomidesia schaueriana* e *Alchornea triplinervia* aumentaram o diâmetro em todos os meses do estudo, tendo um maior crescimento nos meses onde as variações do nível do lençol freático foram mais baixas. A espécie *Myrcia acuminatissima* foi a única espécie que no mês de outubro diminuiu seu diâmetro quando o nível do lençol estava próximo a superfície do solo. A espécie *Pera glabrata* não cresceu no mês de agosto, mostrando que não há correlação entre a variação do nível do lençol freático, o mesmo ocorreu com a espécie *Euterpe edulis* que nos meses de maio e julho diminuiu seu diâmetro. Segundo Ferri (1979), o crescimento diamétrico varia entre e dentro das espécies arbóreas e de acordo com a idade, estações do ano e condições microclimáticas. Muitas espécies de florestas tropicais geralmente apresentam comportamentos bastante distintos, estando sempre associados às respostas individuais de cada espécie, família, ou até mesmo cada indivíduo observado. Hamp (1991) ressaltou que a sobrevivência e o crescimento de algumas espécies em condições de solos inundados devem-se ao desenvolvimento de estruturas morfoanatômicas e/ou adaptações metabólicas; isto permite encontrar estruturas distintas entre indivíduos de uma mesma espécie. Pois, é bem estabelecido que as árvores processam seu crescimento ou desenvolvimento em diâmetro a expensas dos produtos correntes da

fotossíntese, sendo sensível às condições do meio, e especialmente às disponibilidades hídricas (Ferri, 1979).

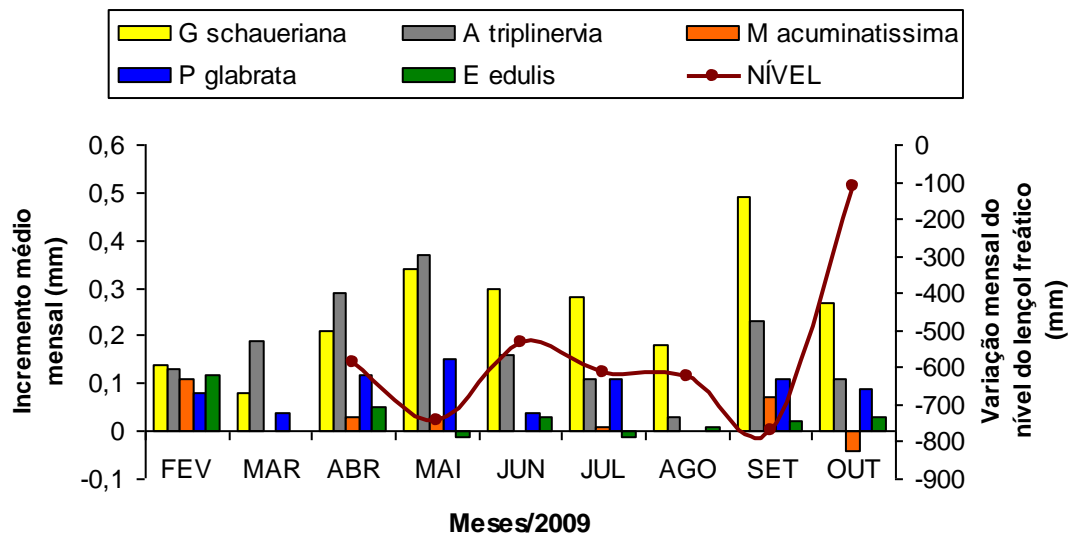


Figura 6 - Incremento médio mensal em cinco espécies contendo bandas dendrométricas e variação média mensal do nível do lençol freático na Floresta de Restinga.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos, observou-se que não há um padrão coerente entre as condições hídricas e a variação no crescimento em diâmetro dos indivíduos arbóreos. Devido a poucos meses de coletas não foi possível correlacionar como os indivíduos arbóreos presentes na área estudada se comportam com a saturação hídrica do solo.

Mostra-se necessário a continuidade desse trabalho, pois os níveis hidrológicos tenderão a subir devido ao período chuvoso, podendo assim fornecer melhores subsídios para o entendimento desse ecossistema.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDER, D.; SYNNOTT, T. J. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Oxford Forestry Institute. **Tropical Forestry Pap.** 25. 124 p. 1992.

AMTHOR, J.S.; BALDOCCHI, D.D. **Canopy photosynthesis: history, measurements, and models.** In: Roy, J.; Saugier, B.; Mooney, H.A (Eds). *Terrestrial Global Productivity.* p. 09-32. 2001.

ANGELOCCI, L. R.; MARIN, F. R.; OLIVEIRA, R. F.; RIGHI, E. Z. Transpiration, leaf diffusive conductance, and atmospheric water demand relationship in an irrigated acid lime orchard. **Brasilian Journal Plant Physiology**, v.16, n.1, p.53-64, 2004.

ASSIS, M. A. Florística e caracterização das comunidades vegetais da Planície Costeira de Picinguaba, Ubatuba/SP. Tese de doutoramento, Instituto de Biologia, UNICAMP. 1999.

BOWER, D.R.; BLOCKER, W.W. Accuracy of bands and tape for measuring diameter increments. **J. For.** 64: 21-22. 1966.

BROWN, I.F.; MARTINELLI, L.A.; WAYT THOMAS, W.; MOREIRA, M.Z.; CID FERREIRA, C.A.; VICTORIA, R.L. Uncertainty in the biomass of Amazonian forest: an example from Rondônia, Brasil. **Forest Ecology and Management**, v.75, p.175-189, 1995.

BROWN, K.S.J.; BROWN, C.G. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. In: Whitmore, T.C.; Sayer, J.A. **Tropical deforestation and species extinction.** London: Chapman and Hall, 1992. p. 119-142.

CAMERON, R.J.; LEA, R. Band dendrometers or diameter tapes? **J. For.** 78: 277-278. 1980.

CHAMBERS, J.Q.; HIGUCHI N.; TRIBUZY, E.S.; TRUMBORE, S.E. Carbon sink for a century. **Nature**, v.410, n.6827, p.429-429, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa. 412p.

FELIPPE, G.M. 1979. Desenvolvimento dos Vegetais. In: **Fisiologia Vegetal.** Editora Pedagógica, v.2, capítulo 1, segunda edição. São Paulo, p.1-37.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil.** Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990. 205 p.

FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal.** Editora Pedagógica, v.2, segunda edição. São Paulo, 401p. 1979.

FREIRE, M. S. B. 1990. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal, **Acta Botânica Brasilica** 4: 41-59.

HALL, R.C. 1944. A vernier tree growth band. **J. For.** 42: 742-743.

HAMP, R.S. A study of the factors effecting the productivity of açai palm (*Euterpe oleracea* Mart.) on Combu Island, near Belém, Northern Brazil. 1991. 30 f. Dissertation (*Master of Science*). Birkbeck College, University of London. 1991.

HUBBEL, S.P.; FOSTER, R.B.; O'BRIEN, S.T.; HARMS, K.E.; CONDIT, R.; WECHSLER, B.; WRIGHT, S.; LOO DE LAO, S. 1999. Light-Gap Disturbances, Recruitment Limitation, and Tree Diversity in a Neotropical Forest. **In Science**, vol.283, pp.554-557.

KEELAND, B.D.; SHARITZ, R.R. Accuracy of tree growth measurements using dendrometer bands. **Can J. For. Res.** Vol.23:2454-2457. 1993.

LACERDA, L.D. & ARAÚJO, S.D.S. (orgs.) (1984) **Restinga: Origem, Estrutura. Processos**, CEUFF, Niterói, 320p.

LACHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Editora Rima, São Carlos. 532p. 2000.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F. S.; PONS, T. L. **Plant Physiological Ecology**. Springer-Verlag New York, USA. p. 299. 1998.

LAMÊGO, A. R. 1974. **O Homem e a Restinga**. 2a ed. Editora Lidador, Rio de Janeiro.

LEITÃO FILHO, H. DE F. 1987. **Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil**. IPEF, Piracicaba, 35: 41-46.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; THOMSEN, J. B.; FONSECA, G. A. B. & OLIVIERI, S. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness area: approaches to setting conservation priorities. **Conservation Biology**. 12: 516-520.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Editora Guanabara Koogan S.A. 434p. 1983.

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

PHILLIPS, O.L.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N.; LAURENCE, W.F.; NÚÑEZ, P.V.; VÁSQUEZ, R.M.; LAURENCE, S.G.; FERREIRA, L.V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. Change in the carbon balance of tropical forest: Evidence from long-term plots. **Science**, v.282, p.439-442, 1998.

PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRADINI, F.L. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981.

RIZZINI, C.T. (1963). Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia** 25(1):3-64.

SETZER, J. **Atlas climatológico do estado de São Paulo**. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Paraguai. CESP, São Paulo.1966.

SILVA, R. P. Padrões de crescimento de árvores que ocorrem em diferentes toposseqüências na região de Manaus-AM. Dissertação de Mestrado. INPA/UA. Manaus-AM. 60pp. 2001.

SMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. Parte 1. Litoral. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente & CESP. 1996.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período 1985-1990**. São Paulo. Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.1993.

SUGUIO, K. & TESSLER, M. G. 1984. **Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil**: Origem e nomenclatura. Pp. 15-26. In: L. D. Lacerda; D. S. D.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 792p. 1998.

TOMAZELLO, M.; CARDOSO, N.S. Seasonal Variations of the Vascular Cambium of Teak (*Tectona grandis* L.) in Brazil. **In: Tree-Ring Analysis: Biological, Methodological and Environmental Aspects**, (Eds.) R. Wimmer e R.E. Vetter. CABI Publishing, pp. 147-154. 1999.

TRIBUZY, E. S. 1998. Metabolismo do Carbono e do Nitrogênio em Plantas de Ingá (*Ingá vera* Willd.) Submetidas a Diferentes Alturas e Tempos de Submersão. Dissertação de Mestrado, UFLA-Lavras, 64 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal**. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

VETTER, R.E.; WIMMER, R. Remarks on the Current Situation of Tree-Ring Research in the Tropics. **In: Tree-Ring Analysis: Biological, Methodological and Environmental Aspects**, (Eds.) R. Wimmer e R.E. Vetter. CABI Publishing, pp. 131-137. 1999.

VIEIRA, S.A. Mudanças globais e taxa de crescimento arbóreo na Amazônia. Tese de doutorado. CENA/ USP. Piracicaba-SP. 133p. 2003.

Anexo 1.Quantidade de indivíduos com bandas dendrométricas: família botânica e nomes científicos.

| Família | Espécie | Autor | Nº de indivíduo |
|-----------------|---|---------------------------------------|------------------------|
| Anacardiaceae | <i>Tapirira guianensis</i> | Aubl. | 3 |
| Annonaceae | <i>Guatteria gomeziana</i> | A.St.-Hil. | 10 |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex cf theezans</i> | Mart. | 1 |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex integerrima</i> | Reiss. | 1 |
| Araliaceae | <i>Schefflera angustissima</i> | (Marchal) Frodin. | 5 |
| Arecaceae | <i>Euterpe edulis</i> | Mart. | 54 |
| Bignoniaceae | <i>Jacaranda puberula</i> | Cham. | 16 |
| Celastraceae | <i>Maytenus litoralis</i> | Carv.-Okano. | 10 |
| Clusiaceae | <i>Garcinia gardneriana</i> | (Planch. & Triana) Zappi. | 2 |
| Clusiaceae | <i>Kielmeyera petiolaris</i> | Mart. | 5 |
| Clusiaceae | <i>Calophyllum brasiliensis</i> | Cambess. | 6 |
| Euphorbiaceae | <i>Alchornea triplinervia</i> | (Spreng.) Müll. Arg. | 22 |
| Euphorbiaceae | <i>Pera glabrata</i> | (Schott) Poepp.ex Baill. | 38 |
| Fabaceae | <i>Ormosia arborea simplex var. grandiflora</i> | (Vell.) Harms. | 1 |
| Fabaceae | <i>Swartzia grandiflora</i> | (Sw.) Spreng. (DC.) Barneby & J.W. | 1 |
| Fabaceae | <i>Abarema brachystachya</i> | Grimes. (DC.) Barneby & J.W. | 1 |
| Fabaceae | <i>Balisia pedicellaris</i> | Grimes. | 1 |
| Fabaceae | <i>Inga edulis</i> | Mart. | 2 |
| Fabaceae | <i>Inga subnuda</i> | Salzm. ex Benth. | 3 |
| Fabaceae | <i>Andira fraxinifolia</i> | Benth. | 4 |
| Lacistemaceae | <i>Lacistema pubescens</i> | Mart. | 1 |
| Lauraceae | <i>Nectandra oppositifolia</i> | Ness | 12 |
| Malpighiaceae | <i>Byrsonima ligustrifolia</i> | A.Juss. | 1 |
| Melastomataceae | <i>Miconia cinnamomifolia</i> | (DC.) Naudin. | 1 |
| Melastomataceae | <i>Miconia dodecandra</i> | Cogn. | 1 |
| Melastomataceae | <i>Miconia rigidiuscula</i> | Cogn. | 3 |
| Meliaceae | <i>Guarea macrophylla</i> | Vahl. | 13 |
| Myrsinaceae | <i>Rapanea umbellata</i> | (Mart.) Mez. | 4 |
| Myrtaceae | <i>Sizygium jambos</i> | (L.) Alston. | 1 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia speciosa</i> | Andr. | 1 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia cf handroana</i> | D. Legrand. | 1 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia fallax</i> | (Rich.) DC. | 2 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia umbelliflora</i> | O. Berg. | 3 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia brasiliensis</i> | Lam. | 4 |
| Myrtaceae | <i>Calypttranthes concina</i> | DC. | 4 |
| Myrtaceae | <i>Marlierea tomentosa</i> | Cambess. | 6 |
| Myrtaceae | <i>Eugenia riedeliana</i> | O. Berg. | 6 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia multiflora</i> | (Lam.) DC. | 7 |
| Myrtaceae | <i>Gomidesia schaueriana</i> | O. Berg. | 19 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia acuminatissima</i> | O. Berg. | 29 |
| Nyctaginaceae | <i>Guapira opposita</i> | (Vell.) Reitz. | 3 |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba glaziovii</i> | Lindau. | 1 |
| Proteaceae | <i>Roupala brasiliensis</i> | Klotzsch. | 1 |
| Proteaceae | <i>Euplassa cantareirae</i> | Sleumer. | 5 |
| Rubiaceae | <i>Genipa infundibuliformis</i> | Zappi & Semir. | 1 |

| | | | | |
|-------------|------------------|--------------------|-------------------|---|
| Rubiaceae | <i>Amaioua</i> | <i>intermedia</i> | Mart. | 1 |
| Sapindaceae | <i>Matayba</i> | <i>elaegnoides</i> | Radlk. | 1 |
| Urticaceae | <i>Coussapoa</i> | <i>microcarpa</i> | (Schott) Rizzini. | 3 |