

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências – CTG
Departamento de Oceanografia – DOCEAN

Gilson Alves do Nascimento Filho

**Desenvolvimento Estrutural e Padrão de Zonação dos
Bosques de Mangue no Rio Ariquindá,
Baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.**

Dissertação apresentada ao Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Orientador: **Prof. Dr. Ralf Schwamborn**
Co-orientador: **Prof. Dr. Clemente Coelho Junior**

Recife, 2007

N244d

Nascimento Filho, Gilson Alves do.

Desenvolvimento estrutural e padrão de zonação dos bosques de mangue no rio Ariquindá, Baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. – Recife: O Autor, 2007.

xiii, 82 folhas. : il. ; fig., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Oceanografia, 2007.

Inclui bibliografia

1. Oceanografia. 2. Manguezal – Zonação. 3. Manguezal – Desenvolvimento estrutural. 4. Manguezal – Salinidade intersticial.
I. Título.

UFPE

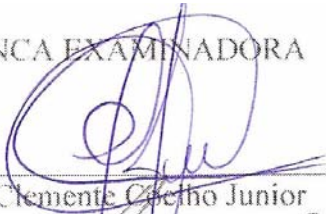
BCTG/2007 – 072

551.46 CDD (22. ed.)

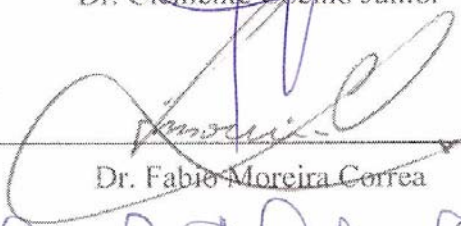
Gilson Alves do Nascimento Filho

**Desenvolvimento Estrutural e Padrão de Zonação dos Bosques de Mangue no Rio
Ariquindá, Baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.**

BANCA EXAMINADORA



Dr. Clemente Coelho Junior



Dr. Fabio Moreira Correa



Dr. Fernando Feitosa

Dedico esse trabalho ao tão sofrido meio ambiente, que agora mais que nunca esta precisando da intervenção humana, não para destruí-lo, mas sim para preservá-lo. Espero que esse trabalho tenha um impacto mais forte do que apenas conhecimento, sirva para conscientizar as pessoas.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Ralf Schwamborn por ter aceitado me orientar, permitindo com que eu obtenha o título de Mestre.

Ao Prof. Clemente Coelho Junior por muito ter me ensinado não só sobre o ecossistema manguezal, mas sobre a vida, pelas diversas oportunidades de trabalho, por disponibilizar uma biblioteca extraordinária, dar permissão e emprestar os equipamentos para trabalho de campo e principalmente pela amizade cativada ao longo desses anos, muito obrigado pela oportunidade.

Ao CEPENE por toda infra-estrutura dada para realização do presente trabalho.

Ao Dr. Fabio Moreira Correa pelo incentivo e grande ajuda nos trabalhos de campo e orientação, agradeço sua presença em campo, pois todas as coletas que tivemos juntos foram aulas para mim, além de uma amizade construída que espero continuar sempre.

Ao especialista e futuro mestre Andrei Figueiredo Prates Longo, que muito ajudou não só neste trabalho, mas em todos da vida acadêmica, uma grande amizade construída há muitos anos e que com certeza não terá hora para acabar, “tamo ai Brother e vamo bota pra quebrar dentro da área que escolhemos”.

A Antônio Wanderlei Soares, um amigo que fiz durante os trabalhos de campo, e que com toda sua experiência ajudou muito e tem uma grande parcela na realização desse trabalho.

A Juliana Melo Galvão que também está tendo o prazer de estudar esse magnífico ecossistema, os meus sinceros agradecimentos. Por muito nos ajudar durante as coletas, seja anotando ou fazendo as medições. Vai se acostumando porque se depender de Fabio Moreira Correa, você ainda vai entrar muito dentro do mangue.

A Maurício Mendes da Silva que também deu sua contribuição nos trabalhos de campo e com certeza ajudou bastante na realização dessa dissertação.

A Ângela Zaccaron da Silva que teve a paciência de nos alojar durante vários dias na sua casa, agradeço muito pela generosa estadia.

Ao Zorro por ter nos levado de barco para conhecer as áreas que foram estudadas, muito obrigado.

Ao grande amigo Felipe Gaspar de longas datas. Achou que ia escapar dos trabalhos de campo, mas no final ainda conseguimos lhe arrastar, valeu mesmo pela grande ajuda.

A coordenação de pós-graduação em oceanografia pelo grande incentivo dado na realização desse trabalho. Prof^a Lília Pereira, a Prof^a Núbia Guerra e a Mirna Medeiros Lins pelo esclarecimento dos tramites burocráticos do mestrado.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado, motivando o presente estudo.

A Prof^a Sigrid Neumam Leitão pelo encaminhamento dado, com isso gerando a possibilidade de conhecer a ser aceito como orientando pelo Prof. Ralf Schwamborn.

Ao Prof. Manuel Flores Montes por ter me aceitado como estagiário no laboratório de Oceanografia Química e pela amizade conquistada.

Aos Professores Katia Muniz e Silvio Macedo pelo acolhimento, incentivo e ensinamentos dentro e fora do laboratório.

A Iara Correia Lins, técnica do laboratório de Oceanografia Química, pela amizade, paciência e ensinamentos dados dentro do laboratório.

A Antonio Augusto e Keyla Travassos pela amizade, conversas descontraídas e ensinamento passados a mim.

Ao Prof. Fernando Feitosa pela ajuda durante sanando quaisquer dúvidas que surgiram no decorrer do mestrado, e pelas conversas agradáveis nos corredores do DOCEAN. Obrigado alvirrubro.

A todos os Professores que me passaram conhecimento ao longo do tempo em que estou no departamento, e que não foram citados, mas foram de extrema importância para chegar onde estou.

A todos os amigos conquistados durante a especialização, o mestrado e que freqüentam o departamento.

A todos os funcionários do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, que contribuem para o seu funcionamento.

E minhas sinceras desculpas as pessoas que ajudaram de forma direta ou indireta na realização desse trabalho que não foram citadas, meu grande obrigado a todos vocês.

A minha família, meus pais Gilson Alves do Nascimento e Sonia Maria Paes Alves, meu irmão Gleison Paes Alves e a minha noiva Adriana Afonso Ferreira, sem os quais não seria possível ter chegado até aqui, muito menos terminar este trabalho.

Ao meu Deus, Jesus Cristo, Divino Espírito Santo, Virgem Maria e ao Senhor morto a quem dirijo minhas preces que sempre são atendidas, amém.

RESUMO

Os manguezais são ecossistemas costeiros tropicais que ocupam a faixa do entremarés até o limite superior das preamares equinociais. Dentro do ecossistema manguezal podem ser observadas duas feições diferentes, “Mangue” exposta a lavagens diárias pelas marés, e nas porções mais internas do manguezal, encontra-se a feição “Apicum”, caracterizada por relevo mais elevado. Tais áreas banhadas somente pelas marés de sizígia, sendo em grande parte desprovidas de vegetais vascularizados, são denominadas de planícies hipersalinas. Este ecossistema é muito importante na zona costeira, dentre as suas importâncias podem-se citar indicadores biológicos das mudanças climáticas, referência para elevação do nível médio relativo dos mares, reguladores do efeito estufa, dentre outras. No presente estudo foram realizadas leitura da salinidade da água intersticial, levantamento microtopográfico das feições mangue e apicum, a fim de se reconhecer a caracterização estrutural e o tipo de zonação dos bosques das transversais da região do rio Ariquindá. Os resultados demonstram uma topografia que se eleva do rio à terra firme, recortada por alguns canais, principalmente nas franjas dos bosques. Em algumas áreas foi encontrada uma formação geológica, arenítica de antigos recifes de coral, que abre espaço nas áreas de apicum, e também marca a topografia do local. Nos bosques de mangue também foi encontrada uma zonação. Onde na franja do bosque são encontradas árvores mais altas e desenvolvidas, da espécie *Rhizophora mangle* diminuindo à medida que se penetra no interior do mesmo, chegando à feição apicum. A densidade de árvores no bosque varia de maneira inversa, diminuindo da parte mais interna para a parte mais externa, próxima ao rio. Quanto às espécies encontradas foi visto uma dominância de *Rhizophora mangle*, formando bosques monoespecíficos em quase toda extensão das transversais, salvo em algumas áreas onde foi encontrada uma dominância de *Laguncularia racemosa*. Outra espécie típica de mangue também encontrada, foi *Avicennia schaueriana*, mas essa em pequena densidade. A salinidade do local seguiu padrões diferentes, onde na transversal com feição apicum aumentou consideravelmente em quanto que na transversal sem esta feição variou pouco, devido à drenagem terrestre existente na área. Os bosques de mangue do rio Ariquindá são bosques desenvolvidos, principalmente nas áreas de franja, sendo os indivíduos encontrados muito ramificados. Possivelmente essas ramificações retratam evidências de um desenvolvimento vegetativo.

Palavras Chave: manguezal, zonação, desenvolvimento, estrutura, salinidade.

ABSTRACT

The mangroves are tropical coastal ecosystems, take up the intertidal zone. Inside the mangrove ecosystem may be observed two different features mangrove and apicum exposed to daily washes by the tides. At the inner portions of the mangrove, can be found the “apicum” feature, characterized by more elevated relief, are zones bathed only by summer tides, being in it’s most part unprovided of vascular vegetables, denominated hipersalins plains. This ecosystem is very important in the coast zone, in this importance can quote biologic indicators of climatic changes, reference from elevation of sea level, regulate of greenhouse effect, inter outers. in the present study were realized the analyzes of interstitial water salinity, microtopographycal survey of the marked transversals, structural characterization of mangrove woods studied in it’s features mangrove and apicum, alike to recognize the structural development and the zonation type of the woods in this region. The results showed a rising topography from the river to the dry land, interrupted from time to time by some canals, mainly in the woods fringes, and in some areas were found a geologic formation which open space in the apicum areas, and also marks the local topography. In the mangrove woods were also found a zonation along the Arinquindá River, where in the woods fringe were found more higher and developed species, decreasing it’s development to the measure that if penetrates in the interior of the same, reaching in some cases the apicum feature. In some parts of the woods the vegetation is poorly developed or inexistent. In relation to the development, were observed that the density of trees in the woods vary in inverse way, decreasing from the inner to the external part, next to the river. As for the species found were observed the dominancy of *Rhizophora mangle*, forming monoespecific woods in almost the whole extension of the Ariquindá River, except in some regions where were found a higher dominancy of *Laguncularia racemosa*. Other typical specie of mangrove were also found, the *Avicennia schaueriana*, but in fewer quantities. The local salinity followed different patterns, in the transversal of apicum feature considerably raised and in the other one, without this feature, the salinity maintained constant, due to the terrestrial draining in the area. The mangrove woods of Ariquindá River are developed, mainly in the fringe areas, being the individual founded very ramificated. Possibly this ramification report one of the evidences of the vegetative development.

Key Words: mangrove, zonation, development, structure, salinity.

SUMÁRIO

Dedicatória	3
Agradecimentos	4
Resumo	6
Abstract	7
Índice de figuras	10
Índice de tabelas	12
1 – Introdução	13
2 – Objetivos	22
2.1 – Objetivo geral	22
2.2 – Objetivos específicos	22
3 – Relevância	22
4 – Área de estudo	23
5 – Metodologia	26
5.1 – Escolhas das áreas de estudo	26
5.2 – Microtopografia	27
5.3 – Caracterização estrutural	28
5.3.1 – Tratamento dos dados estruturais do bosque de mangue.....	29
5.4 – Salinidade intersticial do sedimento	30
6 – Resultados	32
6.1 – Microtopografia	32
6.1.1 – Perfil AF	33
6.1.2 – Perfil AN	35
6.2 – Salinidade intersticial do sedimento	37
6.2.1 – Transversal AF	37
6.2.2 – Transversal AN	38
6.3 – Caracterização estrutural dos bosques de mangue	39
6.3.1 – Área basal	39
6.3.1.1 – Transversal AF	40

6.3.1.2 – Transversal AN	40
6.3.2 – Diâmetro médio	42
6.3.2.1 – Transversal AF	42
6.3.2.2 – Transversal AN	43
6.3.3 – Relação tronco X indivíduo	43
6.3.3.1 – Transversal AF	44
6.3.3.2 – Transversal AN	45
6.3.4 – Densidade de indivíduos	46
6.3.4.1 – Transversal AF	46
6.3.4.2 – Transversal AN	48
6.3.5 – Altura média	49
6.3.5.1 – Transversais AF e AN	50
6.3.6 – Altura do dossel	50
6.3.6.1 – Transversais AF e AN	50
6.4 – Zonação dos bosques de mangue	51
6.4.1 – Área Basal por classe de diâmetro	52
6.4.1.1 – Transversal AF	52
6.4.1.2 – Transversal AN	53
6.4.2 – Distribuição de área basal por espécie	55
6.4.2.1 – Transversal AF	55
6.4.2.2 – Transversal AN	56
6.4.3 – Dominância em área basal de espécies vivas e mortas	57
6.4.3.1 – Transversal AF	57
6.4.3.2 – Transversal AN	58
6.4.4 – Desenho esquemático da zonação de AF e AN	59
7 – Discussão	63
7.1 – Fatores abióticos (microtopografia e salinidade)	63
7.2 – Fatores bióticos (desenvolvimento estrutural e zonação)	70
8 – Conclusões	81
9 – Recomendações Finais	82
10 – Referências Bibliográficas	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Manguezal (feições mangue e apicum)	16
Figura 02: Mapa de localização da área de estudo, transversais AN e AF, Rio Ariquindá, Tamandaré, Pernambuco.....	23
Figura 03: Procedimentos para leitura de salinidade	31
Figura 04: Perfil Microtopográfico do bosque de mangue do perfil AF com a localização das parcelas AF1, AF2, AF3 e AF4, e estações de salinidade #1, #2, #3, #4, #5, #6 e #7.....	34
Figura 05: Perfil Microtopográfico do bosque de mangue do perfil AN com a localização das parcelas AF1, AF2, AF3 e AF4, e estações de salinidade #1, #2, #3, #4, #5, #6 e #7	36
Figura 06 Salinidade intersticial da transversal AF, com valores médios, máximos e mínimos.....	37
Figura 07: Salinidade intersticial da transversal AN, com valores médios, máximos e mínimos	38
Figura 08: Área basal total nas parcelas da transversal AF, onde AF1 é a parcela localizada próxima ao rio e AF4 próxima a transição com terra-firme	40
Figura 09: Área basal total nas parcelas da transversal AN, onde AN1 é a parcela localizada próxima ao rio e AN5 próxima a transição com o apicum	41
Figura 10: Foto da parcela AN5 próxima ao apicum e o tipo de indivíduos que habitam esta área	42
Figura 11: Diâmetro Médio dos indivíduos nas parcelas da transversal AF	42
Figura 12: Diâmetro médio dos indivíduos nas parcelas da transversal AN	43
Figura 13: Relação tronco X indivíduo nas parcelas da transversal AF	44
Figura 14: Relação tronco X indivíduo nas parcelas da transversal AN	45
Figura 15: Densidade de indivíduos vivos e mortos nas parcelas da transversal AF	47
Figura 16: Bosque de mangue da parcela AN3	48
Figura 17: Densidade de indivíduos vivos e mortos nas parcelas da transversal AN	49
Figura 18: Altura média e altura do dossel do bosque de mangue da transversal AF	50
Figura 19: Altura média e altura do dossel do bosque de mangue da transversal AN	51
Figura 20: Área basal por classe de diâmetro nas parcelas da transversal AF	53

Figura 21: Área basal por classe de diâmetro nas parcelas da transversal AN	54
Figura 22: Distribuição de área basal por espécies nas parcelas da transversal AF	55
Figura 23: Distribuição de área basal por espécies nas parcelas da transversal AN	56
Figura 24: Dominância em área basal de troncos vivos e mortos por espécies nas parcelas da transversal AF.....	57
Figura 25: Dominância em área basal de troncos vivos e mortos por espécie nas parcelas da transversal AN	58
Figura 26: Desenho esquemático da zonação do bosque de mangue da transversal AF e respectivo gradiente ambiental. Rio Ariquindá, Tamandaré	61
Figura 27: Desenho esquemático da zonação do bosque de mangue da transversal AN e respectivo gradiente ambiental. Rio Ariquindá, Tamandaré	62
Figura 28: Floramento, do mesmo tipo encontrado na transversal AN	65
Figura 29: Franja dos bosques do rio Ariquindá	72

Legenda: AN: Ariquindá nascente
 AF: Ariquindá foz

INDICE DE TABELAS

Tabela 01: Salinidade média, máxima e mínima da transversal AF	38
Tabela 02: Salinidade média, máxima e mínima da transversal AN	39
Tabela 03: Número de troncos, indivíduos e sua relação nas parcelas da transversal AF	44
Tabela 04: Número de troncos, indivíduos e sua relação nas parcelas da transversal AN	46
Tabela 05: Valores de área basal, densidade total, densidade de indivíduos vivos e mortos, altura média, altura do dossel e diâmetro médio nas transversais AF e AN.....	51
Tabela 06: Valores de área basal por classe de diâmetro nas parcelas da transversal AF	53
Tabela 07: Valores de área basal por classe de diâmetro nas parcelas da transversal AN	54
Tabela 08: Valores de área basal por espécies nas parcelas da transversal AF	55
Tabela 09: Valores de área basal por espécies nas parcelas da transversal AN	56
Tabela 10: Valores de área basal por espécies vivas e mortas nas parcelas da transversal AF	58
Tabela 11: Valores de área basal por troncos vivos e mortos nas parcelas da transversal AN	59

Legenda: AN: Ariquindá nascente
AF: Ariquindá foz

1- INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas costeiros tropicais, cuja cobertura vegetal coloniza depósitos sedimentares formados por vasas lamosas, argilosas ou arenosas, ocupando a faixa do entremarés até o limite superior das preamares equinociais. A esse ambiente halófilo associa-se cobertura vegetal típica, com desenvolvimento de flora especializada, caracterizada por espécies arbóreas que lhe conferem fisionomia peculiar. Alcançam o seu maior desenvolvimento na faixa intertropical, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, (23° 27'N e 23° 27'S) onde o desenvolvimento estrutural máximo é observado próximo à linha do Equador (Schaeffer-Novelli, 1987).

Os manguezais encontram seu maior grau de desenvolvimento nas seguintes condições: temperatura média do ar do mês mais frio superior a 20 °C e amplitude térmica anual maior que 5 °C, sedimentos com predominância lodosa, ricos em matéria orgânica, áreas abrigadas contra tormentas, presença de água salgada – as espécies arbóreas típicas são halófitas facultativas – e grande amplitude de marés com reduzida declividade topográfica, permitindo a penetração de águas marinhas a grandes distâncias (Walsh, 1974).

No Brasil ocorrem do Amapá até Laguna, no estado de Santa Catarina, limite austral desse ecossistema no Atlântico Sul Ocidental (Yokoya, 1995).

De acordo com Schaeffer-Novelli *et al* (1990) o litoral brasileiro apresenta sete unidades fisiográficas com características peculiares (relevo, tipo de solo, cobertura vegetal, temperaturas médias anuais, evapotranspiração potencial, amplitudes médias das marés) em cada uma dessas áreas. Quanto as suas características as áreas em questão são:

1 - Unidade I: (04° 30'N-01°42'N), do Oiapoque ao Cabo Norte, litoral do Amapá. Segmento caracterizado por manguezais cuja cobertura vegetal é dominada pela *Avicennia schaueriana* e *germinans* com indivíduos medindo de 15 a 30 metros de altura.

2 - Unidade II: (01° 42'N- 00° 36'S), do Cabo Norte a Ponta Coruçá, litoral do Pará (Golfão Amazônico). Manguezais limitados à parte mais externa do Delta, por conta da influencia das águas do Rio Amazonas. Espécies do gênero *Avicennia* estão associadas a substratos mais elevados, enquanto que *Rhizophora spp.* Ocorrem nos substratos mais salinos.

3 - Unidade III: (00° 36'S- 02°15'S), de Ponta Coruçá a Ponta Mangues Secos, no litoral do Maranhão. As franjas dos bosques são dominadas por *Rhizophora spp.* com

20 metros de altura, sendo que *Avicennia* e *Laguncularia* ocupam as porções mais elevadas dos terrenos.

4 - Unidade IV: (02° 15'S- 05°08'S), da Ponta Mangues Secos ao Cabo Calcanhar, Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Ocorrem manguezais pouco desenvolvidos associados aos estuários dos rios perenes.

5 - Unidade V: (05°08'S-13°00'S), do Cabo Calcanhar ao Recôncavo Baiano. Com manguezais associados aos estuários, com os gêneros *Rhizophora* e *Laguncularia* como pioneiros. Nas partes mais internas, indivíduos de *Avicennia* e *Laguncularia* formam bosques mistos com mais de 10m de altura.

6 - Unidade VI: (13°00'S-23°00'S), do Recôncavo Baiano ao Cabo Frio. Os três gêneros de mangue são encontrados, ora formando bosques monoespecíficos ora formando bosques mistos.

7 - Unidade VII: (23°00'S-29°20'S), de Cabo Frio a Torres. É a unidade mais estudada do ponto de vista da cobertura vegetal dos manguezais. Apresenta um gradiente estrutural, com indivíduos mais altos margeando estuários, canais e a jusante de alguns rios. Com os três gêneros formando bosques monoespecíficos e mistos.

Vale ressaltar, entretanto no que se referem às características acima citadas os manguezais pernambucanos pertencem a Unidade Fisográfica V.

De acordo com Cintrón e Schaeffer-Novelli (1985) a arquitetura do bosque de mangue é uma expressão do resultado da interação entre as características de crescimento das espécies arbóreas, seus requisitos fisiológicos e as forças ambientais que operam no ecossistema.

Os manguezais são considerados como importante zona úmida costeira tropical, onde as marés permitem um constante intercâmbio de água, nutrientes, sedimentos e organismos com as regiões costeiras adjacentes, sendo de grande valor ecológico para as áreas que extrapolam a do próprio ecossistema, providenciando bens e serviços que atendem diretamente e indiretamente seres humanos e organismos costeiros (Lugo & Snedaker, 1974).

As marés constituem o mecanismo principal da penetração das águas salgadas no interior da costa, sendo, o agente de formação e manutenção do substrato dos manguezais, aptos a serem colonizados pelas espécies tolerantes ao sal (halófitas) e na formação do ecossistema. O limite do manguezal coincide com a distância máxima até onde a água salgada atinge (Lugo & Cintrón, 1975).

A amplitude das marés determina o fluxo e refluxo, renovando as águas superficiais e intersticiais, evitando a acumulação de gases nocivos (como H_2S) e sais, mantendo as condições físico-químicas favoráveis à colonização das espécies típicas do ecossistema (Coelho - Jr., 2003).

A estrutura dos bosques de mangue é reflexo de sua maturidade ou idade (Cintrón, 1983). Durante o desenvolvimento do bosque ocorrem trocas que alteram drasticamente sua fisionomia. O processo de desenvolvimento pode ser descrito segundo o modelo abaixo proposto por Jimenez (1985):

1º Período de colonização – onde a taxa de ocupação do substrato é função da disponibilidade de propágulos menos a perda provocada pela mortandade e dispersão. As perdas por dispersão são condicionadas ao grau de exposição a ondas e correntes.

2º Período de desenvolvimento – é a fase que se caracteriza pela forte competição por espaço e pela mortandade das árvores menos aptas. Durante essa fase o bosque apresenta seu maior desenvolvimento em termos de incremento diamétrico e altura.

3º Período de maturidade – a taxa de crescimento reduz durante esse período e a mortandade se limita às árvores que morreram durante a competição ou por recrutamento tardio. O bosque apresenta seu maior desenvolvimento em termos de altura.

4º Senescência – etapa alcançada quando os bosques diminuem sua densidade. As mortes das árvores abrem clareiras no dossel (permitindo a entrada de luz e conseqüentemente beneficiando os indivíduos novos) fazendo com que o bosque tenha uma queda considerável em área basal.

Dentro do ecossistema manguezal podem ser observadas duas feições diferentes. A feição “Mangue”, mais externa, é exposta as lavagens diárias pelas marés, exporta material particulado (folhas, galhos, e outras estruturas), a ser decomposto nos corpos d’água adjacentes (rios, estuários, águas costeiras). Nas porções mais internas do manguezal, pode ser encontrada a feição “Apicum”, caracterizada por relevo mais elevado, em áreas banhadas somente pelas marés de sizígia, sendo em grande parte desprovidas de vegetação vascularizada, denominadas de planícies hipersalinas. A serapilheira produzida na feição mangue acaba sendo decomposta também na feição apicum, propiciando exportação de matéria orgânica dissolvida, de grande valor ecológico para o ecossistema como um todo (Schaeffer-Novelli, 2002).

No litoral brasileiro são encontradas feições apicuns associadas a feições mangue desde a Ilha de Santa Catarina até o Estado do Pará (Pellegrini, 2000).



Fonte: Arquivo pessoal, Clemente Coelho Junior, Ilha de Itamaracá.

Figura 01: Manguezal (feições mangue e apicum)

Pires (1994) estudou o apicum na área de proteção ambiental de Guapimirim, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, onde foi visto que o mesmo ocupava a região mais interna do manguezal. Segundo Schaeffer-Novelli *et al.* (1994) foi registrada uma grande área de apicum no limite superior de um bosque de franja em Barra do Tomba, município de Caravelas, sul do estado da Bahia. Estudos mais aprofundados de planícies hipersalinas ainda são escassos no Brasil.

De acordo com Lebigre (1994 *apud*, Coelho-Jr 2003) foram identificados apicuns nas áreas úmidas da Baía de São Marcos, estado do Maranhão, nos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, através da análise da imagem do satélite SPOT 710-355, com a maior extensão de apicuns no trecho entre o Delta do Parnaíba e o litoral ocidental do estado do Rio Grande do Norte, região mais seca do litoral brasileiro.

Além desses trabalhos acima citados, outras áreas foram estudadas, como no Maranhão (Santos *et al.*, 1996), Sergipe (Nascimento *et al.*, 1993), Bahia (Reitermajer *et al.*, 1998) e Rio de Janeiro (Soares, 1997).

De acordo com Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986), a costa brasileira apresenta 6 espécies típicas de mangue, pertencentes a 3 gêneros, sendo elas: *Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*, *Avicennia schaueriana*, *A. germinans* e *Laguncularia*

racemosa. Apresentando ainda uma espécie de transição entre a terra firme e o ecossistema manguezal, *Conocarpus erecta* (Tomlinson, 1986).

No litoral de Pernambuco são encontrados os três gêneros típicos de manguezal e o gênero considerado de transição, sendo as suas características principais as seguintes:

Gênero *Rhizophora*, mangue vermelho ou gaiteiro, encontra-se nas franjas em contato com o mar, ao longo de canais, na boca de alguns rios e também em bacias interiores onde a salinidade não é muito alta. Este gênero tolera salinidade de 55, mas cresce melhor quando a salinidade se aproxima a do mar ou é um pouco mais baixa. Distingui-se facilmente pela ramificação peculiar das raízes de sustentação (raízes escora ou rizóforos), ramificadas, curvas e arqueadas que permitem que as árvores se estabeleçam em ambientes com grande energia, água salgada ou salobra de pouca profundidade (Schaeffer-Novelli & Cintrón *op. cit.*). Sobre as raízes escora existem as lenticelas (estruturas responsáveis pelas trocas gasosas), dispõem-se de modo a minimizar a pouca oxigenação do substrato, desenvolveu a capacidade de exclusão de sais (processo pelo qual filtra a água salina a nível das raízes, absorvendo-a com a concentração de sais requerida). São vivíparas, com propágulos de grande tamanho e reserva nutritiva (Hutchings & Saenger, 1987).

Gênero *Avicennia*, mangue preto ou siriúba, ocupa terrenos geralmente na parte interna dos bosques de mangue, em águas salgadas, ao longo das áreas lamacentas ou arenosas. *Avicennia* tolera salinidades do sedimento muito mais altas que as outras espécies de mangue, cerca de 90. Excretando esse excesso pelas folhas, possuem raízes de dois tipos: as que penetram no substrato com uma porção aérea (Pneumatóforos), e outras muito ramificadas, apenas submergidas, horizontais, são extremamente esponjosas e fibrosas interiormente, chamadas raízes nutritivas, (Schaeffer-Novelli & Cintrón *op. cit.*).

Gênero *Laguncularia*, mangue branco, mangue manso ou bravo encontra-se em costas de baixa salinidade e ao longo de canais de água salobra. Também se encontram nos bordos de praias arenosas de costas de baixa energia, sozinhas ou misturadas com *Conocarpus*. Tolerar salinidade um pouco maior que a *Rhizophora*, mas aparenta competir mais efetivamente em áreas de baixa salinidade, excretando o excesso de sais pelas folhas. Ao invés de raízes aéreas, possuem expansões das raízes nutritivas, com geotropismo negativo, que são estruturas para respiração (Pneumatóforos). Como esses órgãos não são muito numerosos, nem alcançam grandes elevações, a *Laguncularia* não

tolera locais com grandes flutuações no nível do mar (Schaeffer-Novelli & Cintrón *op. cit.*).

Gênero *Conocarpus*, ou mangue de botão, é considerado uma espécie de transição entre o manguezal e a terra firme, cresce em locais não pantanosos, como praias de areia e costas rochosas. Encontrado em terras elevadas e secas atrás do mangue propriamente dito, podendo ser encontrado na zona sob influência da água do mar (Schaeffer-Novelli & Cintrón *op. cit.*).

Segundo (Coelho, 1965/66) os bosques de mangue em Pernambuco apresentam uma zonação em relação à duração da emersão e a salinidade da água. A camada externa do manguezal é formada em sua maior parte por *R. mangle* (mangue vermelho), em menor proporção encontra-se a *A. schaueriana* (mangue siriuba) e *L. racemosa* (mangue branco). A vegetação de transição com a terra firme é formada por *Conocarpus erectus* (mangue de botão) e outros vegetais como *Annona glabra*, juncos e gramíneas.

A trajetória da dinâmica e desenvolvimento estrutural da vegetação é limitada e alicerçada pelas características geomorfológicas e climáticas e modificadas pelas interações ecológicas que ocorrem dentro dos bosques de mangue (Twilley & Day, 1999).

Segundo Smith III (1992), para compreender os padrões de zonação é preciso conhecer o gradiente físico-químico que ocorre no entremarés. Frequentemente a inundação pelas preamares é o mais óbvio parâmetro, variando ao longo do gradiente, em função da topografia e da variação da amplitude das marés. Contudo, a ação da maré introduz dois outros gradientes: a salinidade da água intersticial e a quantidade de água no sedimento.

O padrão da salinidade intersticial, ao longo da zona do entremarés, é influenciado pela salinidade da água, chuva, drenagem terrestre e penetração da água no sedimento. Nas zonas mais baixas, a salinidade é praticamente a mesma da água das marés, podendo chegar a 35 (água do mar) ou abaixo desse valor em sistemas que atuam com forte descarga fluvial (Bunt *et al.*, 1982).

Há outros fatores físico-químicos que variam ao longo do gradiente ambiental do ecossistema manguezal, dentre estes se destacam os nutrientes, como nitrogênio e fósforo (Boto & Wellington, 1984), potencial oxi-redução (Makee, *et al.*, 1988) e pH (Giglioli & Thornton, 1965).

Day *et al.* (1989, *apud* Twilley & Day, 1999) descrevem a zonação em três diferentes escalas espaciais. No nível mais amplo há a divisão em zonas latitudinais, onde o clima desempenha o papel principal delineando os padrões distribucionais. A escala intermediária está relacionada à drenagem das bacias hidrográficas costeiras, onde a salinidade média da água e a geomorfologia costeira são importantes na determinação dos padrões de zonação. E por último, a zonação estritamente local, que ocorre ao longo dos canais mareais, como resultado de mudanças no nível e na variação das amplitudes das marés que penetram adentro dos manguezais, ou na microtopografia que modifica as seqüências de inundação. Tal zonação fornece indícios de como as diferentes espécies são adaptadas ao gradiente ambiental ou como modificam o mesmo.

De acordo com Odum (1967) os manguezais também possuem uma assinatura energética, como outros ecossistemas, que são os fatores que operam sobre os mesmos, influenciando suas funções. Os manguezais são subsidiados por energias externas como: disponibilidade de corrente de água, fluviais ou trazidas pela maré, quantidade de nutrientes trazidos pelo estuário e pela drenagem superficial. Segundo Cintrón & Schaeffer-Novelli (1985) o desenvolvimento estrutural alcançado por um bosque é função dos níveis de periodicidade das energias subsidiárias, como da natureza e intensidade dos tensores antrópicos ou naturais presentes como períodos de secas prolongados, tormentas, tsunamis etc.

Trabalhando no sistema de Lugo & Snedaker (1974), de classificação dos manguezais com base nas características fisiográficas, assumindo que estes são reflexos de sua assinatura energética, Cintrón *et al.* (1980) classificaram os bosques de mangue através de características estruturais, reconhecendo três tipos fisiográficos principais: bosques ribeirinhos, bosques de bacia e bosques de franja e ilha. Existindo também dois subtipos especiais, de bosque de bacia descritos como anão e arbustivo classificados como bacia pelos autores.

Nos bosques ribeirinhos os fluxos de água são intensos, pois se desenvolvem as margens dos rios, possuindo uma grande quantidade de nutrientes, conduzindo a um bom desenvolvimento estrutural, apresentando geralmente nas margens uma predominância de *R. mangle*, seguida por *L. racemosa*, *A. schaueriana* e uma pequena participação de *C. erectus* (Schuler *et al.*, 2000).

Os bosques de franja e ilha se desenvolvem ao longo das margens de costas protegidas, caracterizam-se pelo recebimento diário das marés, inundando-os por completo, tendo como espécie dominante a *R. mangle*. As características estruturais

dependem da quantidade de nutrientes nas águas que banham o bosque e da energia cinética a que estão expostos (Souza & Sampaio, 2000).

Os bosques de bacia se estabelecem nas partes mais internas, atrás do ribeirão ou de franja, possuem a renovação das águas muito lenta, dominado normalmente por *L. racemosa* e *A. schaueriana*, onde é visto uma pequena ciclagem de nutrientes e maiores concentrações salinas.

Associado aos bosques de franja os subtipos anão e arbustivo, estão localizados na porção interna, como subtipos de bosque de bacia, mas diferem um do outro por apresentarem baixo desenvolvimento estrutural sob condições ambientais extremas ou alta salinidade (anão) ou regiões oligotróficas (arbustivos) (Schaeffer-Novelli, *et al* 2000).

Manguezais podem ser considerados ambientes naturalmente estressados, devido às condições ambientais severas em que estão submetidos, tais como as altas salinidades do sedimento que dificulta a obtenção de água doce, fluxo das marés que removem energia potencial armazenada na forma de detritos orgânicos, processos geomorfológicos costeiros que podem causar erosão e/ou deposição de sedimentos e tempestades, furacões ou tsunamis que podem causar perda de componentes estruturais do sistema (Lugo, 1980).

Os manguezais são geralmente sistemas jovens uma vez que a dinâmica da área onde se encontram produz constantes modificações dos terrenos, resultando numa sequência de avanços e recuos (Schaeffer-Novelli, 1987).

Em nível global, as perturbações induzidas pelo homem, principalmente à conversão de áreas de manguezais em fazendas de carcinicultura, áreas para agricultura, através de aterros, usos urbanos, industriais (e seus respectivos efluentes), desvios e/ou aprisionamento de leitos de rios e os grandes derramamentos de óleo, estariam entre as mais importantes formas de perturbação para este ecossistema, alterando sua zonation e muitas vezes chegando até a extinguir bosques ou o próprio ecossistema na área de atuação desses tensores (Menghini, 2004).

Um dos grandes tensores naturais que estressam as áreas de manguezal são os períodos de seca prolongados, provocando déficit hídrico (alta taxa de evaporação e baixa precipitação), baixa penetração das marés em áreas mais elevadas, fazendo com isso que em algumas regiões surjam planícies hipersalinas, os chamados apicuns.

Os estuários atuam como verdadeiros berçários, habitat e local para desova e acasalamento de várias espécies de grande importância econômica e alimentar, tais

como espécies representantes dos filos Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Molluca, Arthropoda, Echinodermata e Chordata (Coelho & Santos, 1989). Servem também para descanso na rota de aves migratórias, e nidificação para outras aves, e locais de desova para répteis aquáticos (Coelho & Torres, 1982). Os estuários, devido à presença dos manguezais, além da produtividade trazem consigo uma grande importância ecológica (Santos, 2001).

2- OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

Caracterizar os padrões de zonação e o desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue do Rio Ariquindá, Baía de Tamandaré (PE), definindo os fatores determinantes de sua zonação.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Caracterizar a estrutura dos bosques de mangue (Medidas de DAP – diâmetro a altura do peito, área basal, altura média, altura do dossel, diâmetro médio, densidade absoluta e relativa) e sua relação com o gradiente de inundação pelas preamares;
- Identificar o tipo de zonação dos bosques do Rio Ariquindá;
- Obter informações sobre o gradiente ambiental (grau de inundação e salinidade) dos bosques estudados.

3- RELEVÂNCIA

Por ser importante fonte de recursos naturais, o ecossistema manguezal chama atenção para sua conservação, pois são espaços para diversas atividades como: ecoturismo, pesca sustentável, além de proporcionar acesso igualitário aos recursos, manutenção das funções dos ecossistemas e dos valores naturais associados às zonas úmidas costeiras tropicais (Ramsar, 2000).

O estudo da zonação dos bosques de mangue busca compreender os mecanismos de funcionamento, dinâmica interna do bosque, caracterização e identificação dos compartimentos ecossistêmicos.

A maioria dos trabalhos que abordam impactos ambientais, com intuito de contribuir na gestão ambiental, não leva em consideração as alterações nas características naturais e consequências oriundas dessas modificações, levando a decisões políticas equivocadas, com a substituição das áreas de manguezais por atividades degradantes. Tal fato, pode acelerar processos erosivos costeiros, perda da produtividade primária, eliminação das áreas de refúgio de fauna e flora típicos ou associados a esse ecossistema.

Com isso torna-se extremamente importante à adoção de metodologias que dêem uma visão mais ampla do ecossistema. Técnicas que avaliam a caracterização estrutural

potencializa a investigação do ambiente, podendo ser complementada com ferramentas como geoprocessamento, dinâmica sedimentar e monitoramento dos processos internos bióticos e abióticos. Contemplando dessa forma, as interações bióticas, com a geomorfologia e a oceanografia (Coelho-Jr, 2003).

4- ÁREA DE ESTUDO

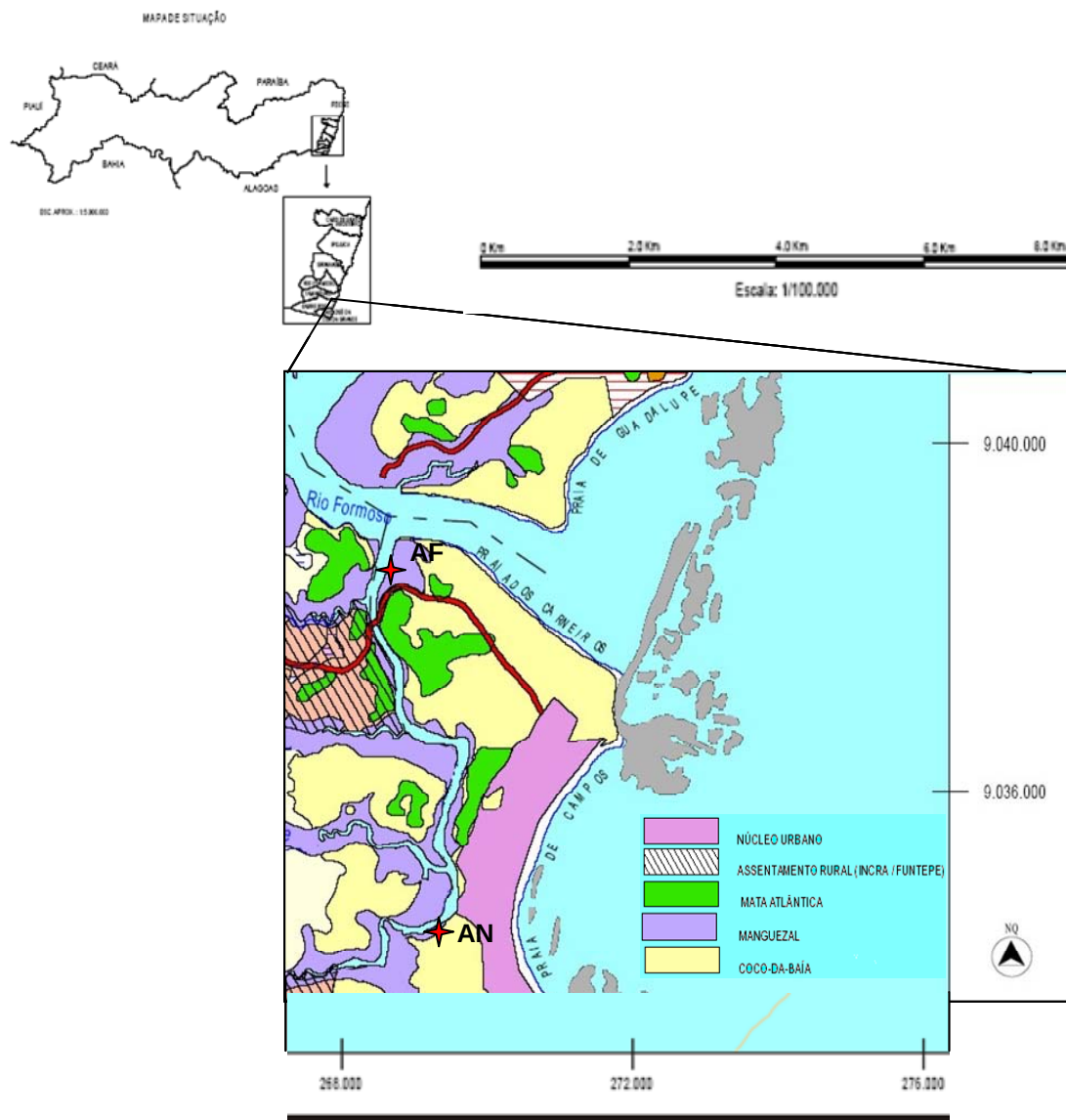


Figura 02: Mapa de localização da área de estudo, transversais AN e AF, Rio Ariquindá, Tamandaré, Pernambuco. Fonte: CPRH (1999)

O município de Tamandaré, elevado a esse nível desde 1995, localiza-se no extremo sul do litoral de Pernambuco a 110 Km (Br-101, sul) da cidade do Recife, entre

os municípios de Barreiros e Rio Formoso, compreendido nas coordenadas geográficas de paralelos 008° 45' 36" Lat. S e 008° 47' 20" Lat S e meridianos 035° 05' 45" Long. W e 036° 06' 45" Long. W (Galvão, 1996).

O clima da região é do tipo As' (quente e úmido) de acordo com a classificação de Koppen, apresentando precipitação pluviométrica muito elevada em torno de 2000 mm com temperaturas médias superiores a 24° C. Possuindo estações bem definidas: seca (setembro a dezembro) e chuvosa (janeiro a julho) (Duarte, 1993). A temperatura do ar flutua entre 25 e 30 °C e sofre influência dos ventos alísios (Moura & Passavante, 1995). Os ventos apresentam velocidades médias de 6,1 a 9,3 nós (3,1 a 4,7 m/s), vindos principalmente de E-SE, no período de abril a setembro e de E-NE de outubro a março (CPRH, 1997).

Os sedimentos encontrados ao longo da costa são: areia terrígena (contribuição continental), areia biodetrítica (contribuição marinha) e vasa (mistura de materiais marinhos e terrígenos) (Hickson, 1980). O relevo é caracterizado por morros de topos suaves, medindo de 50 a 60 m de altitude, por uma faixa costeira estreita, com apenas 2 Km de largura e por falésias mortas, constituídas por depósitos terciários e uma planície costeira (Vieira, 2000).

A região costeira de Tamandaré segundo a classificação de tipos de litorais (Santos-Filho, 1969) é do tipo Atlântico, porque possui uma extensa plataforma continental continuada por uma planície abissal. Sendo ainda visualizados na região barrancos, morros elevados e enseadas, assim como recifes e/ou cordões de arenito ao longo da linha da costa (Lima, 1997).

A área costeira de Tamandaré corresponde a aproximadamente 9 Km, divididos em 3 baías: Praia de Carneiros, Praia de Campas e Baía de Tamandaré. O Complexo Recifal de Tamandaré é uma das feições mais características do local, composta por 3 linhas recifais paralelas a praia (Maida e Ferreira, 1997).

A primeira linha recifal, formada por estruturas arenosas, encontra-se entre a desembocadura do rio Formoso e os recifes da praia de Campas (medindo cerca cinco quilômetros) A segunda situa-se a aproximadamente quinhentos metros da linha de costa atual e a terceira linha é constituída pelo crescimento de colunas isoladas, expandidas lateralmente e coalescentes no topo, criando uma estrutura com uma rede complexa de cavernas interconectadas, de grande extensão, sendo a mais afastada da costa (Duarte, *op. cit.*).

Com relação à rede hidrográfica, os rios existentes são: Formoso, Calhetas, Una, Mamucaba e Ilhetas. O rio mais expressivo quanto à pesca na região é o Rio Formoso, situado no extremo norte, destacando-se os seguintes contribuintes: rios Ariquindá, União, Porto do tijolo, Porto alegre, Cabrobró. Todos rios perenes com nascente no próprio litoral do estado (Duarte, op. cit.).

Na baía de Tamandaré são encontradas grandes áreas de manguezais na planície alagada, dos estuários. Esses manguezais são de extrema importância neste local, principalmente pela existência dos recifes de corais de Tamandaré que fazem parte da APA “Costa dos Corais”, criada no decreto de 23 de outubro de 1997 (Pereira, 2001). Fazendo com que ocorra um intercâmbio entre esses dois ecossistemas, e aumentando a produtividade, quanto às espécies, principalmente se tratando dos peixes recifais. Intercâmbio esse denominado conectividade (Nascimento-Filho, 2004).

A área estuarina é recoberta em toda sua extensão por mangues das espécies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans* e *Conocarpus erectus*. Sendo encontrados em alguns trechos do Rio Ariquindá floramentos recifais na parte mais externa dos manguezais, caracterizando assim apicuns condicionados ao tipo de solo. Ao sul, a área estuarina está delimitada por uma restinga que se estende por cerca de 3 km (Vieira, op. cit.).

Tamandaré é uma típica cidade de veraneio, com aproximadamente 16.100 habitantes, sendo 6.550 localizados no perímetro urbano e 9.550 no perímetro rural (CONDEPE, 2000). Nos períodos de alta estação (dez-jan-fev) o município recebe nos finais de semana cerca de 40 mil pessoas. Nos últimos anos houve uma grande expansão imobiliária por conta dessa elevada demanda de turistas no verão (Tropical Net, 2006). Não possui centro comercial ou industrial significativos, além da agroindústria (cana-de-açúcar e álcool). Na pecuária apenas um pequeno rebanho de bovinos que fornecem carne e leite a pequenos estabelecimentos comerciais e para a população local. A pesca se destaca na região, realizada nos estuários e nas proximidades dos recifes até a distância máxima de 27 milhas da costa, por cerca de mil homens e quarenta embarcações entre jangadas e barcos motorizados (Vieira, op. cit.). Entre os principais produtos citados estão peixes, crustáceos (camarão, lagosta e caranguejo) e moluscos (polvo e bivalvos) (Botelho *et al*, 1999).

Segundo Lima (1997) foram encontradas 103 espécies de peixes pertencentes a 43 famílias. Dentre os peixes de importância econômica se destacam: *Epinephelus sp*.

(garoupa), *Thunnus sp.* (albacora), *Strongylura sp.* (agulha branca), dentre outros. Existem ainda na região viveiros de cultivo intensivo de peixes (Moura, 1991).

Quanto aos crustáceos os mais comuns estão representados por *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (guaiaumum), *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 (caranguejo-uça), *Uca Tayere* Rathbun, 1900, dentre outros. Além desses, a pesca de camarão se destaca como uma das fontes de renda da população da região, com as espécies *Penaeus schimitti* Burkenroad, 1936 (vila franca), *Penaeus subtilis* Perez Farfante, 1967 (camarão rosa) e *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1962 (sete barbas). Há também cultivo semi-intensivo de camarões na região (IBAMA, 1989), com espécie exótica *Litopenaeus vanammei*, colocando em risco a integridade do ecossistema manguezal.

5- METODOLOGIA

5.1. ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo a metodologia para estudo de áreas de manguezal proposta por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986), a melhor maneira para se definir os pontos de estudo são as seguintes:

1. A interpretação fotográfica tem como propósito identificar tipos de bosques com base nas tonalidades e nas texturas. Devido ao pequeno número de espécies arbóreas presentes nos manguezais do Novo Mundo e à tendência desses em formar bosques monoespecíficos bem extensos, a interpretação aerofotográfica torna-se mais simples. Contudo a ferramenta Google earth tem sido de grande valia para escolha da área de estudo, além do conhecimento prévio dos pesquisadores do CEPENE a respeito da região.

2. Após a obtenção de um mapa preliminar procede-se a seleção das áreas de estudo devendo-se comprovar no campo as características correspondentes a cada substrato ou unidade de classificação. É preciso que, dentro de cada unidade, as áreas de estudo sejam escolhidas aleatoriamente. Essa amostragem consiste em posicionar dentro de cada estrato o número de amostras adequados para determinar o valor médio dos atributos considerados. O número de amostras é função do quão homogêneos são esses atributos e o grau de precisão que se deseja para o estudo.

3. Deve-se ter em mente que, os critérios ou especificações usados para o planejamento dos trabalhos de reconhecimento de grandes áreas são menos rigorosos que aqueles empregados para o estudo de áreas de pequena extensão. O esforço

investido em uma amostragem, devido ao seu custo, deve estar de acordo com o tipo de informação que se deseja obter.

4. A etapa de delineamento experimental deve ser acompanhada por levantamento bibliográfico, a fim de que se disponha do material básico para o início do trabalho.

Após o reconhecimento preliminar procede-se à seleção das áreas para estudos detalhados, considerando-se os seguintes critérios:

- 1) Representatividade: a área selecionada deve, idealmente, ser semelhante às demais de modo que os resultados possam ser utilizados para a interpretação das demais áreas.
- 2) Áreas prioritárias: em alguns casos, o critério principal será a seleção de áreas especiais devido a seu reconhecido valor científico ou biológico. O critério de seleção pode basear-se na proximidade do local de estudo a certas áreas de desenvolvimento ou com desenvolvimento já programado. Também poderá ser escolhido devido sua proximidade a fontes de contaminação ou sujeitas a futuras alterações do ambiente devido a obras de expansão imobiliária, industrial, etc. No presente estudo foi levado em consideração para a escolha da área, a existência de trabalhos realizados ou em andamento por pesquisadores do CEPENE.
- 3) Acessibilidade: é preciso que o local estudado seja razoavelmente acessível para reduzir os custos do estudo. Sempre que for possível, devem ser escolhidos bosques de fácil acesso por estradas ou rios, sem ter que consumir muito tempo caminhando por terrenos pouco transitáveis. A escolha da área de estudo se deu em função das condições ambientais e contando com o apoio de embarcação cedida pelo CEPENE ou o acesso aos locais de trabalho foram feitos por terra, com automóvel particular. Fato que deu mais agilidade ao trabalho devido a acessibilidade das áreas escolhidas.

5.2. MICROTOPOGRAFIA

Os perfis foram traçados com visada em bússola, mediante obtenção previa de coordenadas geográficas por meio de GPS. A orientação dos perfis acompanharam o gradiente de inundação pelas preamares.

A metodologia adotada para o levantamento topográfico foi realizada com equipamento fundamentado no princípio físico dos vasos comunicantes. Esse método

permite estimar com maior precisão a microtopografia, podendo gerar informações precisas. O método é também adotado pelos laboratórios BIOMA – Mini-centro de ensino e informação sobre zonas úmidas costeiras, com ênfase no ecossistema manguezal, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, e NEMA – Núcleo de Estudos em Manguezais, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

A partir de um valor e de um ponto de referência, fixou-se a régua base pela leitura do nível da água na mangueira, associado a um valor na régua, em seguida fixou-se a outra no local a ter seu nível determinado, distante 2 m do primeiro (em média, podendo esse valor ser mudado para 1 m em áreas que necessitem de uma definição maior). O ponto de referência foi estabelecido a partir da primeira árvore dos bosques estudados em contato com o estuário. O valor de referência na régua-base é restabelecido, e é feita a leitura na segunda régua, com precisão de 0,5 cm. A variação dos valores na segunda régua corresponde, em ordem inversa, às elevações ou depressões do terreno. Esse método foi utilizado nos estudos de Pellegrini (2000) e Cunha-Lignon (2001), para os manguezais de Cananéia, São Paulo.

5.3. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

Para o estudo estrutural dos bosques de mangue foi utilizada a metodologia padronizada por Cintrón & Schaeffer-Novelli (1984) e Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986).

Ao longo dos perfis foram demarcadas parcelas sempre orientadas segundo o gradiente de inundação (Schaeffer-Novelli & Cintrón, *op. cit.*).

Medidas de DAP – diâmetro à altura do peito (1,30m) – e altura total, da base da árvore à extremidade superior da copa, foram tomadas para todas as árvores acima de 1 m de altura. Foi utilizada para medir o DAP uma trena graduada que transforma unidades de π (3,14159) em centímetros, permitindo obter medidas diretas do diâmetro do tronco (Modelo Forestry Suppliers, Inc – 10m).

As medidas de altura do bosque foram feitas com telêmetro óptico (Modelo Ranging Opti-Meter 120, de 2 à 30 m de alcance) ou vara telescópica, dependendo da estatura das árvores. Vale destacar que a vara telescópica citada foi adaptada para modelo caseiro com uso de tubos de PVCs encaixáveis, devidamente marcados, construída por técnicos do CEPENE.

5.3.1 TRATAMENTO DE DADOS ESTRUTURAIS DO MANGUEZAL

As medidas foram organizadas em planilhas por classe de DAP, $< 2,5$ cm, $\geq 2,5$ cm, e ≥ 10 , para cálculo de área basal, dominância de área basal, diâmetro médio, densidade absoluta e densidade relativa do bosque.

Para cálculo de área basal, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$A.B. = 0,00007854 (DAP)^2 \quad \text{Onde: } AB - \text{área basal em m}^2$$

DAP – diâmetro à altura
do peito (cm)

A área basal total do bosque é a soma das áreas basais de todos os troncos medidos, em cada parcela. A área total por parcela foi convertida para um hectare.

Foi calculada a média aritmética da altura de todos os indivíduos, e a altura do dossel, tomando-se os cinco indivíduos mais altos, descartando o indivíduo emergente (mais alto de todos). Esse procedimento leva em conta que os indivíduos do dossel de um determinado bosque tendem a pertencer a uma mesma classe etária, por isso possuem um tamanho médio igual e este indivíduo emergente pode ser um resquício de bosque mais velho ou do primeiro pulso de colonização do substrato.

O diâmetro médio é definido como sendo o diâmetro da árvore de área basal média. O diâmetro médio (DM) não é igual à média aritmética dos diâmetros. É uma medida descritiva, que permite a comparação entre bosques. Para o cálculo utiliza-se a seguinte fórmula:

$$DM = \frac{\sqrt{(A.B.) (12732, 39)}}{n}$$

Onde, **A.B.** é a área basal média

n é o número de indivíduos por ha.

Os dados obtidos com a análise estrutural permitiram a construção de gráficos e tabelas, com a finalidade de identificar possíveis diferenças ao longo da transversal.

A determinação da estrutura empregando parcelas permitiu considerar vários parâmetros que se revelam úteis para descrever uma determinada comunidade, como densidade absoluta dos indivíduos vivos e mortos por espécie e as densidade e

dominância relativa (ou percentagem em área basal) dos indivíduos vivos e mortos por espécie.

Todas as variáveis adotadas respondem a diferentes forçantes ambientais (climáticas, geológicas, oceanográficas, etc), sendo amplamente utilizadas em estudos de caracterização e funcionamento do ecossistema manguezal. Trata-se de variáveis biológicas fáceis de serem mensuradas em campo, assim como qualquer estrutura morfológica (biométricas) de animais e plantas que por ventura são utilizadas em estudos oceanográficos, botânicos, zoológicos e/ou ecológicos.

5.4. SALINIDADE INTERSTICIAL DO SEDIMENTO

Para o estudo de salinidade intersticial, foram retiradas amostras de sedimento a 30 cm de profundidade com o auxílio de um tubo de PVC e/ou escavador de terra (figura 03-A). As amostras de sedimento para medida da salinidade foram acondicionadas em saquinhos feitos com lenço de papel, envoltos por tecido de confecção de rede de fitoplâncton com 20 micrômetros (figura 03-B). Cada amostra foi levada a um espremedor de aço inox e sob leve pressão extraiu-se a água intersticial do sedimento (figura 03-C e 03-D). Com o auxílio de um refratômetro óptico (Modelo Instrutherm, escala 0 a 100, ± 1 UPS) foi efetuada a leitura da salinidade (figura 03-E). Esse método foi primeiramente utilizado no Brasil nos estudos de Coelho - Jr (1998), sobre zonação de bosques de mangue de Cananéia, São Paulo.



Fonte: Arquivo pessoal, Clemente Coelho Junior.
Figura 03: Procedimentos para leitura de salinidade

6. RESULTADOS

6.1. MICROTOPOGRAFIA

Os perfis topográficos foram traçados em áreas ao longo do rio Ariquindá, em locais estratégicos de modo que se consiga uma maior representatividade. As transversais (marcações perpendiculares ao rio) foram feitas na margem direita (onde se encontram os bosques de mangue mais extensos). Os perfis respeitaram o gradiente de inundação, da margem do rio até a borda externa do manguezal (direção rio – terra firme). E foram marcadas as coordenadas: transversal AF ($8^{\circ} 42' 58''$ S e $35^{\circ} 04' 50,3''$ W) e transversal AN ($8^{\circ} 43' 53,7''$ S e $35^{\circ} 06' 07,7''$ W). A escolha das transversais se deu de forma que fosse obtida uma idéia do desenvolvimento e zonação dos bosques de mangue das regiões mais próximas a nascente e as mais próximas à foz do rio em questão.

Os locais onde as transversais foram marcadas obedeciam as forças ambientais de cada local. A primeira foi marcada mais próxima à foz do rio Ariquindá com a praia de Carneiros (AF), onde não foi observada a feição apicum, sendo um bosque típico com sua parte exterior, bastante entrecortada por canais mareais, e com uma estrutura mais plana em sua parte interior (direção à terra firme). A segunda transversal (AN) foi traçada mais próxima a nascente do rio. Nesta transversal o bosque de mangue apresenta um contínuo de feições, mostrando assim que a feição mangue é continuada pela feição apicum com uma área bastante trabalhada por canais mareais em sua parte externa. Mostrando também em sua parte interna, muitos desníveis, devido ao afloramento recifal existente no fim da transversal.

Nas figuras de topografia foram consideradas como penetração máxima das marés, o final dos bosques de mangue em transição com a terra firme e planície hipersalina ou apicum. Com isso o ponto zero do eixo X de cada gráfico equivale à primeira árvore de mangue de cada bosque. O zero do eixo Y não representa o zero da maré, e sim o valor mais baixo da maré de sizígia onde foram medidas as primeiras árvores dos bosques de cada transversal. O grande desnível nos gráficos das transversais (aclives e declives) se deve ao motivo de realçar as depressões encontradas ao longo das duas transversais, para com isso explicar a sua importância no gradiente ambiental.

6.1.1-Perfil AF:

A figura 04 representa o perfil microtopográfico da região AF, que mede 134 metros de comprimento e foi marcado em um ângulo de visada de 140°. Esse perfil foi feito de dois em dois metros, salvo nas partes onde foi necessário um maior detalhamento, daí a medindo-se metro em metro. Uma dessas áreas que pediu um maior detalhamento foi a do canal mareal registrado na primeira estação de coleta AF1 (entre 06 e 26 metros, logo após um banco de sedimento) sendo esse canal um mecanismo de penetração das marés no bosque de mangue dessa área. Outras áreas onde a leitura foi mais minuciosa (de metro em metro) foram às estações AF3 e AF4 (de 72 a 134 metros de distância do rio), por haver uma grande densidade de indivíduos e uma heterogeneidade de espécies no terreno.

Segundo o perfil microtopográfico AF é visto uma inclinação típica do rio para a terra firme, com um aumento topográfico.

Na estação AF3, que já se encontra em uma elevação considerável (acima de 40 cm da primeira árvore) a lavagem das marés é mais esporádica que nas duas primeiras estações e não está em contato com nenhum aporte de água que possa diluir a salinidade do solo.

A depressão vista no gráfico após a estação AF4 (cerca de 60 cm acima do nível do rio) corresponde a um talude de restinga trabalhado pela entrada da maré, visto que após o manguezal existe uma vegetação típica de terra firme, “capim luca”, chamado assim popularmente.

Distante 40 metros, aproximadamente, desse ponto encontra-se uma formação de morro, coberta por vegetação de Mata Atlântica em estágio secundário.

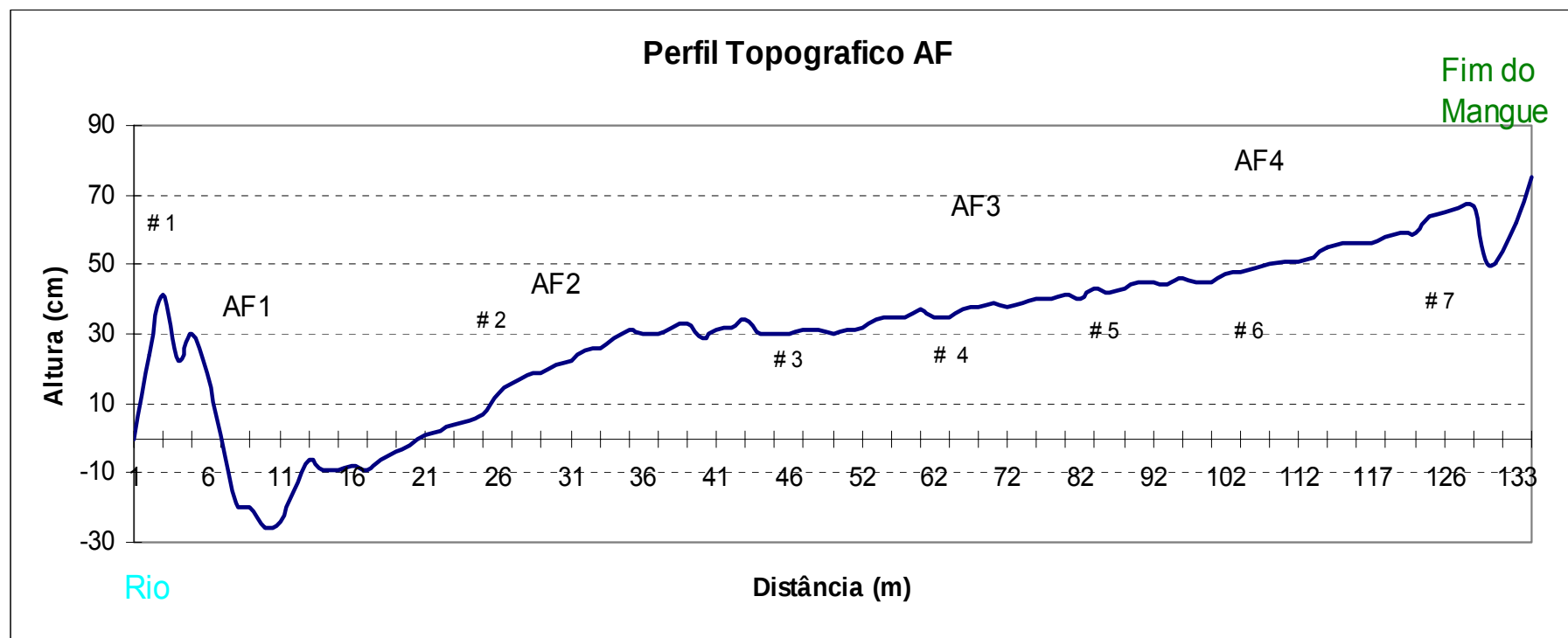


Figura 04: Perfil Microtopográfico do bosque de mangue do perfil AF com a localização das parcelas AF1, AF2, AF3 e AF4, e estações de salinidade #1, #2, #3, #4, #5, #6 e #7.

6.1.2-Perfil AN:

A figura 05 representa o perfil microtopográfico da região AN, que mede 116 metros e foi marcado a um ângulo de visada de 160°. Esse perfil foi feito em sua grande parte de dois em dois metros, salvo nas partes onde foi necessário um maior detalhamento com medições de metro em metro.

De acordo com o gráfico é visto um grande aumento no terreno do mangue, ocorrendo entre os 5 primeiros metros (limite com o leito do rio) com diferença 60 centímetros, entre as primeiras árvores e o restante do terreno, causando com isso um desnível na linha de topografia.

Ao longo do terreno nas parcelas AN1 e AN2 não foi visto nenhum desnível significativo, apenas pequenos entrecortes provocados por microcanais mareais, com diferenças de menos de 10 centímetros.

Seguindo ao longo do perfil observa-se uma maior diferença no relevo do terreno logo após a parcela AN3 (após os 85 metros), diferença essa causada pelo afloramento recifal presente nesta área fazendo com que ocorra um desnível de até 30 centímetros no terreno. Neste trecho a leitura da altura foi feita de maneira mais minuciosa, realizada de metro em metro, para se obter um maior detalhamento da área.

Nas áreas onde são encontradas as parcelas AN4 e AN5 é visto uma considerável elevação do terreno, local esse onde a feição mangue da transversal dá espaço à feição apicum. Nesta parte do gráfico destaca-se uma área quase plana lavada apenas pelas marés altas de sizígia.

Após o termino do bosque de mangue é encontrado um antigo viveiro de peixes que funcionava no local, ficando com isso os bosques de mangue bastante modificados devido aos aterros que foram realizados no passado. Essa área foi descartada dos estudos.

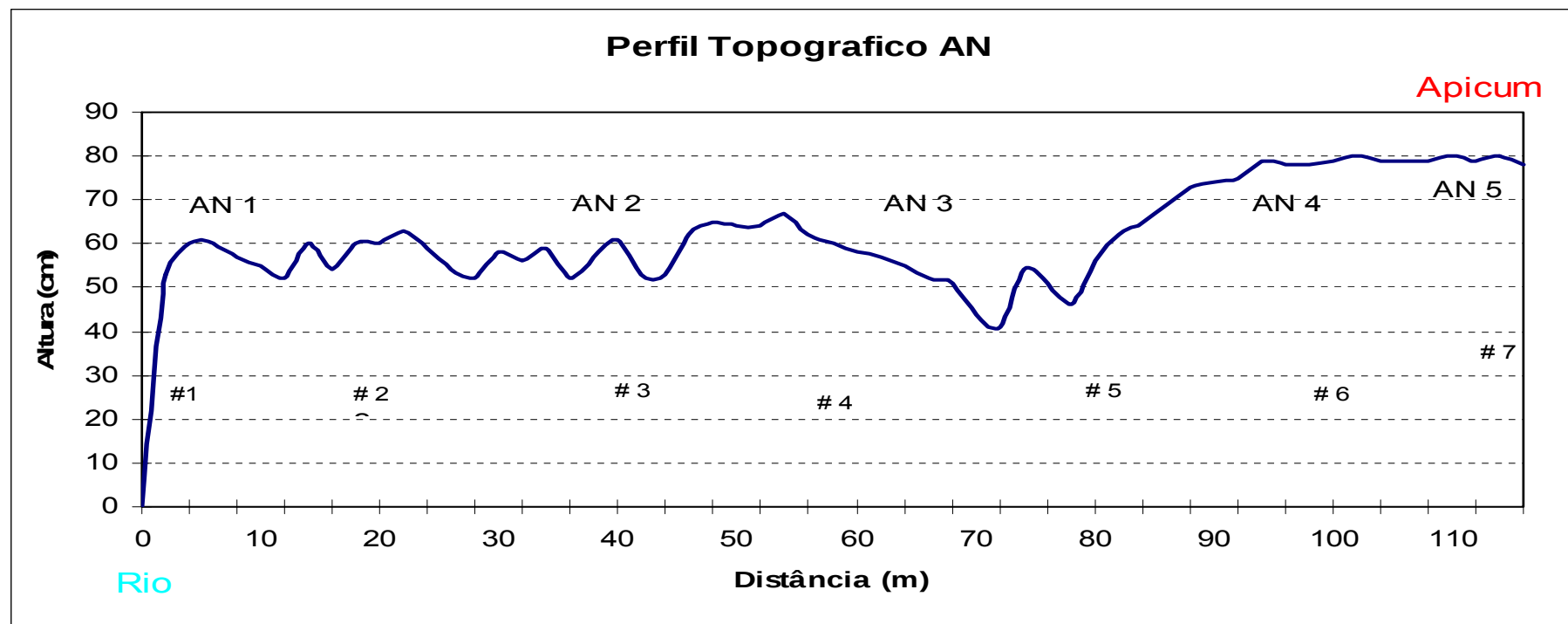


Figura 05: Perfil Microtopográfico do bosque de mangue do perfil AN com a localização das parcelas AN1, AN2, AN3, AN4, e estações de salinidade #1, #2, #3, #4, #5, #6 e #7.

6.2. SALINIDADE INTERSTICIAL

A salinidade intersticial é um parâmetro de grande importância ecológica, pois condiciona a zonação dentro dos manguezais, principalmente em ambientes de elevada evapotranspiração. As condições de hipersalinidade são provocadas também, pela inundação esporádica das marés que deixam de lavar sempre as áreas mais elevadas acumulando sais no sedimento. Nestas áreas podem se desenvolver condições desfavoráveis ao crescimento das plantas de mangue. Com aumento de salinidade a estrutura do bosque de mangue geralmente se reduz.

As estações de salinidade foram marcadas ao longo das transversais. Estas estações foram feitas numa distância de 20 em 20 metros uma da outra, com duas repetições, em média, em cada coleta, às vezes sendo preciso mais, devido ao detalhamento que seria dado a área. As coletas foram realizadas em marés de sizígia durante o período da baixamar.

6.2.1-Transversal AF:

Na transversal AF não é encontrada nenhuma grande variação de salinidade ao longo do bosque de mangue, ficando os valores de salinidade em média com 40, chegando ao seu máximo a 45 na estação 7, a parte mais interna do manguezal. Os valores de salinidade se mantiveram quase que constantes nesta transversal, mostrando uma pequena diferença nos valores obtidos (tabela 01). Em estações como 3 e 4 todos os valores (repetições) deram a mesma leitura de salinidade, com 40 (figura 06).

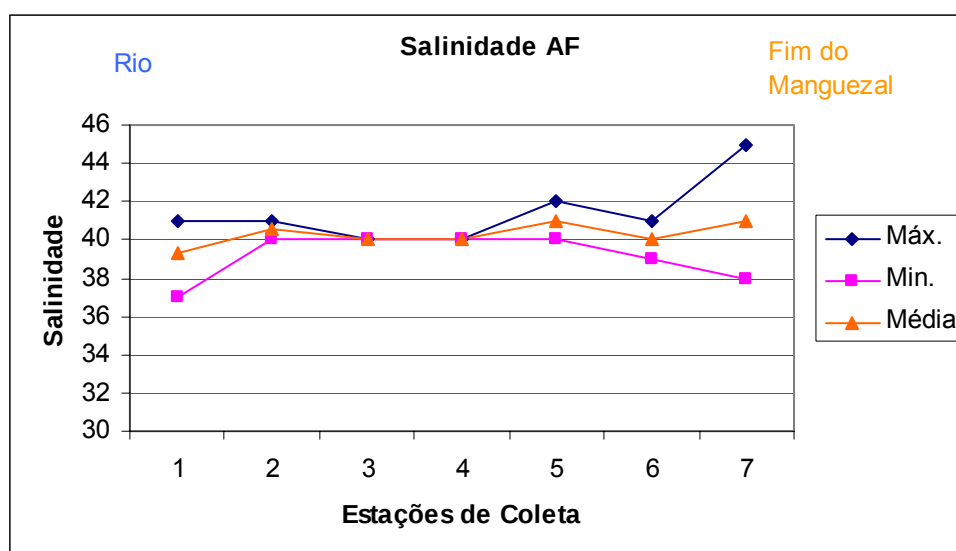


Figura 06: Salinidade intersticial da transversal AF, com valores médios, máximos e mínimos.

A tabela 01 mostra a salinidade média, máxima e mínima nas estações da transversal AF.

Tabela 01: Salinidade média, máxima e mínima da transversal AF.

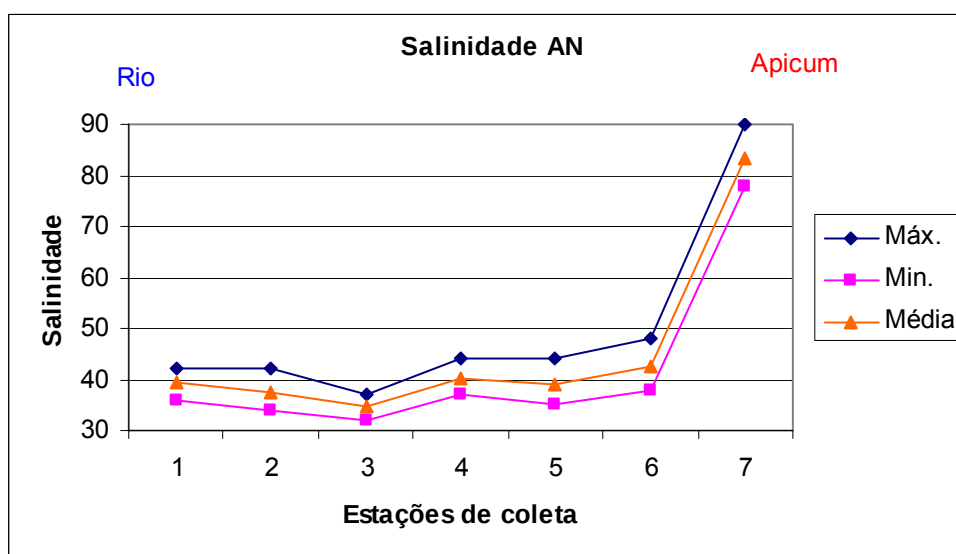
Estações	Máx.	Min.	Média
1	41	37	39,3
2	41	40	40,6
3	40	40	40
4	40	40	40
5	42	40	41
6	41	39	40
7	45	38	41

6.2.2-Transversal AN:

Os valores de salinidade encontrados na transversal AN variaram bastante ao longo da transversal, indo de valores de 40 até valores de 90. As informações da figura 07 e tabela 02 mostram que ao longo de quase todo o bosque a salinidade se manteve constante, variando pouco na marca de 40 de salinidade, mas a partir do momento em que se chega ao final da feição mangue e início da feição apicum (estações 6 e 7) os valores de salinidade aumentam significativamente, devido ao acúmulo de sal no terreno.

A nível de registro, na estação 6, onde ocorre o afloramento recifal, foram retiradas amostras de água intersticial da formação para medida da salinidade. Os resultados apontam para leituras muito baixas, na marca dos 15 de salinidade, fato dado provavelmente pelo motivo da estação de coleta ter sido feita no centro do afloramento, surgindo uma filtração da água pelo carbonato.

Na estação 7 da transversal foram obtidas leituras de salinidade bastante superiores a média da salinidade local, fato explicado pela leitura ter sido feita em regiões descampadas de áreas de apicum (tabela 02).

**Figura 07:** Salinidade intersticial da transversal AN, com valores médios, máximos e mínimos.

A seguir tabela mostrando a salinidade média, máxima e mínima da transversal AF.

Tabela 02: Salinidade média, máxima e mínima da transversal AN.

Estações	Máx.	Min.	Média
1	42	36	39,3
2	42	34	37,3
3	37	32	34,6
4	44	37	40,3
5	44	35	39
6	48	38	42,6
7	90	78	83,3

6.3. CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DOS BOSQUES DE MANGUE

A caracterização estrutural dos bosques de mangue foi feita ao longo das mesmas transversais estudadas, quanto à microtopografia e salinidade, com o intuito de desvendar o desenvolvimento e a zonação dos bosques de mangue ao longo do gradiente ambiental.

Os estudos estruturais dos bosques foram feitos através de parcelas marcadas nas transversais, seguindo a orientação rio/terra firme, com tamanhos variáveis. O tamanho das parcelas é de extrema importância para o estudo, pois devem ser considerados os vários fatores que influenciam a sua marcação, como: orientação da transversal estudada, número de indivíduos na parcela, zonação dentro do bosque, densidade de indivíduos dentro de cada zona, além de considerar os clarões existentes nos locais escolhidos (canais, clareiras, lacunas dos apicuns).

É importante destacar que as parcelas não ficaram justapostas, podendo em alguns casos existirem espaços entre essas. Em áreas de transição, onde não houve marcação de parcelas, foram coletados dados estruturais (diâmetro e altura) de alguns indivíduos para uma posterior discussão.

6.3.1 Área Basal

Os valores de área basal foram obtidos através das medidas de DAP (diâmetro a altura do peito), que forneceu informações quantitativas sobre a estrutura do bosque.

A área basal é definida como sendo a área ocupada por um tronco de um dado diâmetro. A área basal do bosque é a soma de todos os troncos por unidade de área. Expressa em termos de m^2 (metro quadrado) de tronco por ha.

6.3.1.1-Transversal AF:

Os valores de área basal observados ao longo da transversal AF mostram que há uma diminuição da área basal à medida que se penetra no bosque (direção rio/terra firme), onde na parcela AF1 é encontrado o maior valor (25,39 m²/ha), devido ao desenvolvimento do bosque de franja, seguido pela parcela AF2 (16,74m²/ha) que ainda possui as mesmas características de bosque de franja. Na parcela AF3, sendo tipicamente de bacia, com troncos menos desenvolvidos, a área basal foi de 12,71 m²/ha. E finalmente a parcela AF4, a última da transversal, na interfase mangue com terra firme, a área basal foi de 7,84 m²/há, sendo a de menor desenvolvimento estrutural no bosque de bacia (Figura 08).

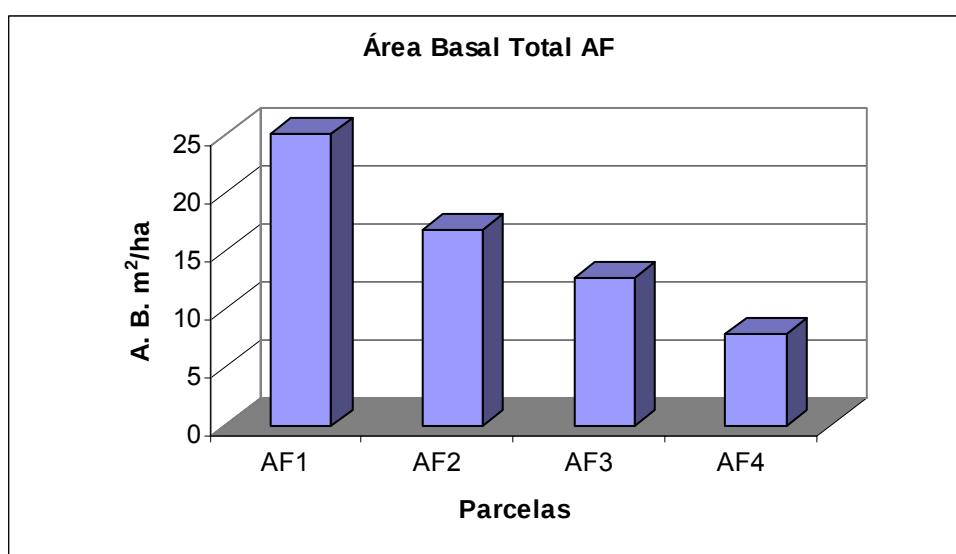


Figura 08: Área basal total nas parcelas da transversal AF, onde AF1 é a parcela localizada próxima ao rio e AF4 próxima a transição com terra-firme.

6.3.1.2-Transversal AN:

Analisando-se a figura 09 da transversal AN, não é vista uma diminuição uniforme como a encontrada na transversal AF, mas nesta transversal também é observada uma diminuição da área basal na medida em que se penetra no bosque de mangue.

Na parcela AN1 que se encontra em contato com o rio é observado um considerável valor de área basal (19,06 m²/ha), devido ao grande diâmetro dos seus troncos, sendo uma área de bosque de franja. Na parcela AN2 ocorre uma pequena diminuição no valor de área basal (15,63 m²/ha), mas ainda é uma área onde os troncos são bastante desenvolvidos, obedecendo às características fisiográficas de bosque de franja. Na parcela AN3 ocorre um aumento considerável da área basal (21,07 m²/ha),

superando até a primeira parcela, pois está é uma área de depressão, onde é encontrada uma grande quantidade de indivíduos, o que não ocorre nas duas primeiras parcelas que são encontrados indivíduos de maneira mais esparsa. O aumento no valor de área basal na parcela AN3 se deve ao grande número de indivíduos encontrados nesta faixa, recebendo um considerável aporte de água.

Os valores de área basal da parcela AN3, que correspondem a uma transição de bosque de franja para bosque de bacia são superiores aos da parcela AN4, esse último corresponde a um subtipo anão. Esses valores tão baixos de área basal de 8,49 m²/ha, são devido também a os clarões nesta parcela provocados pelo afloramento recifal encontrado na área.

Por último, a parcela AN5 encontrada no final da transversal, e localizada numa região em contato com o apicum, possui indivíduos de pequeno desenvolvimento e bastante esparsos nos existentes espaços vazios. Por isso a medição de área basal foi feita na base de cada um dos indivíduos, utilizando-se paquímetros, e não fita métrica graduada para a altura do peito como descrito na metodologia de Pellegrini 2000. Por conta do local onde foram medidas as espécies e as condições aí encontradas acarretou valores muito baixos de área basal, com 7,3 m²/ha.

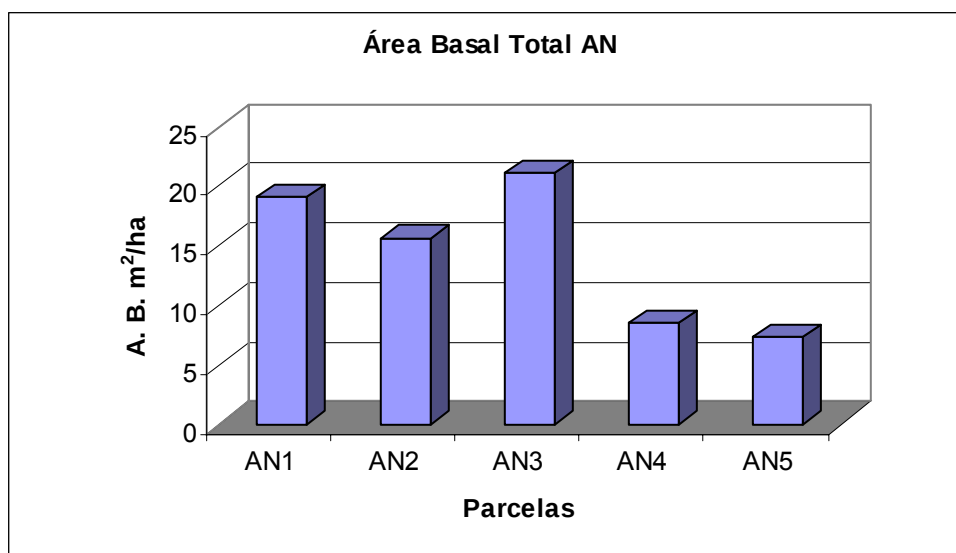


Figura 09: Área basal total nas parcelas da transversal AN, onde AN1 é a parcela localizada próxima ao rio e AN5 próxima a transição com o apicum.



Fonte: Arquivo pessoal, Clemente Coelho Junior.

Figura 10: Foto da parcela AN5 próxima ao apicum e o tipo de indivíduos que habitam esta área.

6.3.2 Diâmetro Médio

O diâmetro médio de um bosque é o diâmetro da árvore de área basal média, a média dos diâmetros é sempre menor que o diâmetro da árvore de área basal média.

O diâmetro médio não é igual à média aritmética dos diâmetros, é uma medida descritiva de grande utilidade, pois permite a comparação entre os bosques, além de poder correlacionar essa variável com outras medidas estruturais.

6.3.2.1-Transversal AF:

O diâmetro médio da transversal AF diminui à medida que se penetra no bosque como o descrito área basal (Figura 11). Essa medida estrutural também obedece ao grau de inundação proporcionando um diferente nível de desenvolvimento dos bosques, reduzindo nas áreas com menor frequência de inundação (topograficamente mais elevadas).

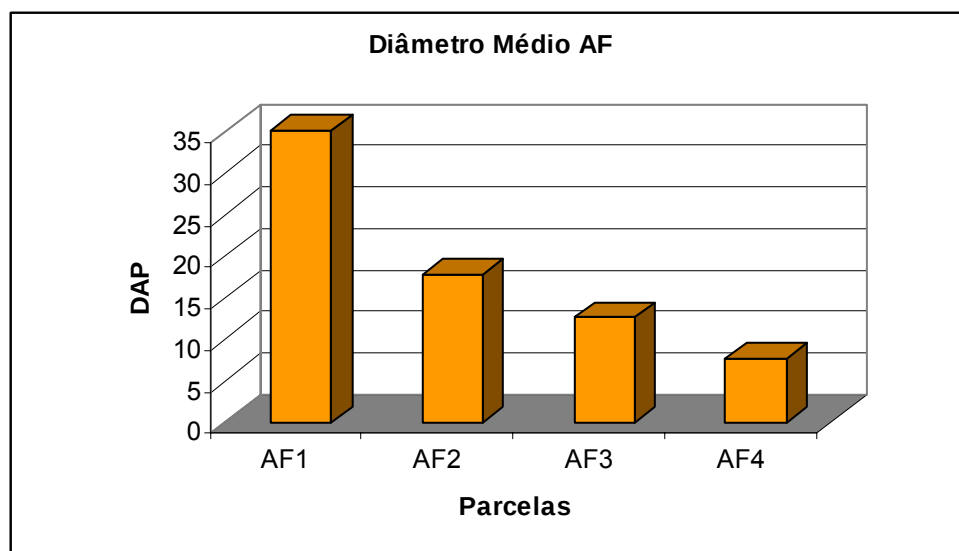


Figura 11: Diâmetro Médio dos indivíduos nas parcelas da transversal AF.

Transversal AN:

Analisando a figura 12 da transversal AN é visto que não ocorre um decréscimo linear no desenvolvimento do bosque ao longo do gradiente, tendo em vista um maior desenvolvimento na parcela AN2 (24,78) ao invés da parcela AN1 (15,39) que se encontra diretamente em contato com o estuário.

Na parcela AN2 são encontrados indivíduos com troncos mais desenvolvidos que em AN1, motivo pelo qual a diferença entre os resultados de área basal e diâmetro médio nas duas parcelas.

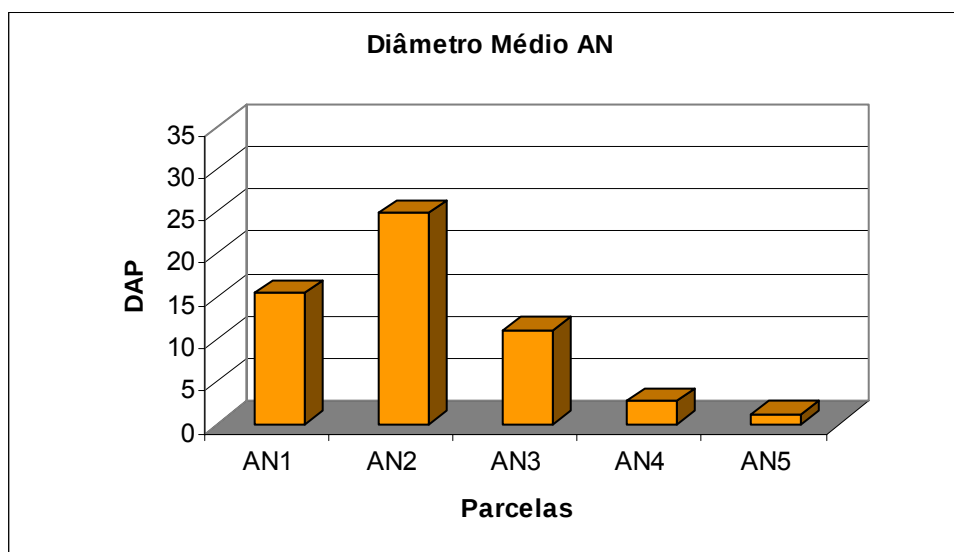


Figura 12: Diâmetro Médio dos indivíduos nas parcelas da transversal AN.

6.3.3 Relação Tronco X Indivíduo

Antes de comentar sobre a densidade das áreas estudadas, se faz necessário mostrar uma relação importante para a área de estudo, que é a de troncos X indivíduos, pois os bosques do rio Ariquindá são bastante ramificados.

Outro fato encontrado nos bosques de mangue do rio Ariquindá é a evidência de desenvolvimento vegetativo visto no local, onde indivíduos através de desmembramento dão origem a outros. Diminuindo, portanto, a relação tronco X indivíduo, principalmente nos bosques mais desenvolvidos, de maior área basal, induzindo a crença no desenvolvimento vegetativo, fato este notado pelo desmembramento de troncos e galhos apoiados por raízes escoras.

6.3.3.1-Transversal AF:

Ao longo da transversal AF é visto uma ramificação grande nas parcela e um aumento dessa ramificação à medida que se afasta do rio, indo da região mais desenvolvida para a menos desenvolvida (Figura 13).

Há uma pequena diferença entre as parcelas AF1 e AF2 (respectivamente 4,5 e 4 da relação tronco X indivíduo), que pela posição que se encontram no estuário era de se esperar a relação sendo mais próximo de um na primeira, mas o que acontece é uma maior ramificação na parcela AF1, seguida pela AF2. Já o que ocorre nas parcelas AF3 e AF4 é uma ramificação maior principalmente na AF3 que corresponde a uma transição de bosque de franja para bacia, com valores da relação de 6,81 e 6,51, respectivamente (figura 13 e tabela 03).

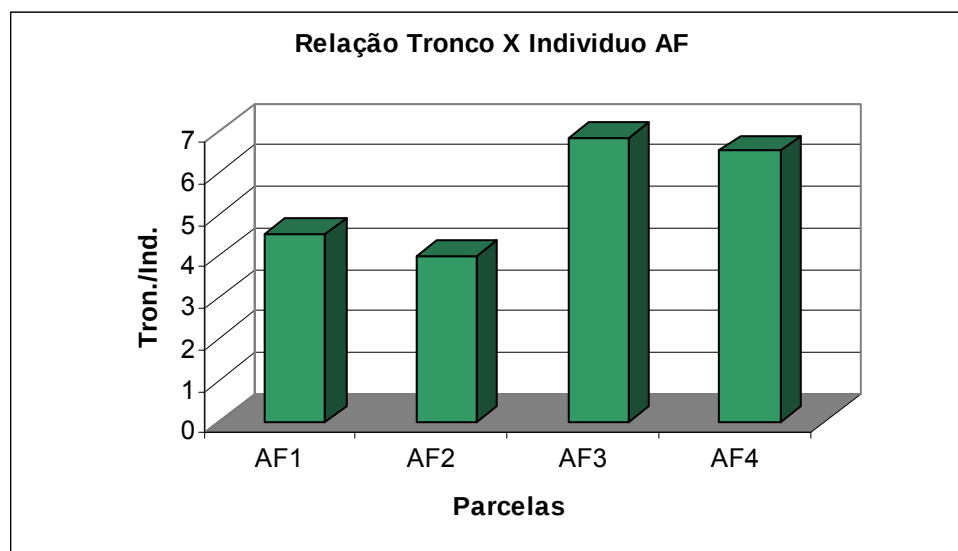


Figura 13: Relação Tronco X Indivíduo nas parcelas da transversal AF.

A seguir uma tabela mostrando o número de troncos, indivíduos e a relação entre estes encontrada nesta transversal.

Tabela 03: Densidade de troncos, indivíduos e sua relação nas parcelas da transversal AF.

Parcelas	Densidade de troncos	Densidade de indivíduos	Relação Troncos X Indivíduos
AF1	1.152	256	4,5
AF2	2.600	650	4,0
AF3	14.534,0	2.133,4	6,8
AF4	17.800,8	2.733,4	6,5

6.3.3.2-Transversal AN:

Quase que inversamente proporcional a transversal AF, a transversal AN possui uma ramificação muito grande principalmente em suas parcelas que se encontram próximas ao rio, caindo essa ramificação progressivamente, à medida que se penetra no bosque até chegar ao apicum, onde a ramificação é baixa (Figura 14).

A parcela AN1 é muito ramificada com valor de 4,59, mas a parcela que realmente chama atenção é a AN2 com o valor da relação bastante elevado de 6,94, sendo o maior da transversal. Nessa parcela chegou-se a encontrar indivíduos com 20 troncos, ocupando área considerável na parcela. Outro valor interessante é o visto na área próxima ao apicum AN5, com pequena ramificação de apenas 1,19, em decorrência da metodologia adaptada, lendo o DAP na base das árvores.

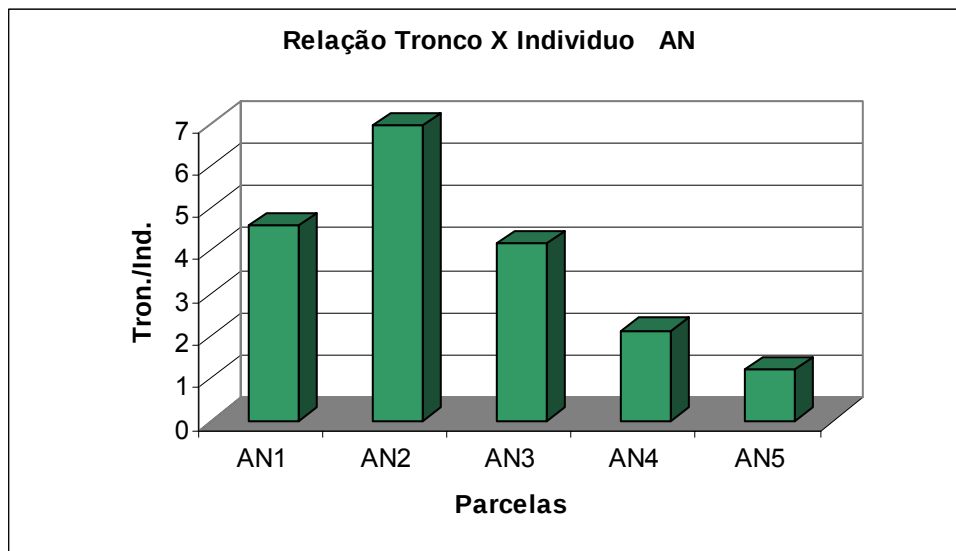


Figura 14: Relação Tronco X Indivíduo nas parcelas da transversal AN.

A seguir uma tabela mostrando o número de troncos, indivíduos e a relação entre estes encontrada nesta transversal.

Tabela 04: Densidade de troncos, indivíduos e sua relação nas parcelas da transversal AN.

Parcelas	Densidade de tronco	Densidade de indivíduos	Relação Troncos X Indivíduos
AN1	4.899,5	1.066,5	4,6
AN2	12.500	1.800	6,9
AN3	78.400	18.800	4,2
AN4	25.600	12.100	2,1
AN5	7.950	6.675	1,2

6.3.4 Densidade de indivíduos

A densidade é o número de indivíduos por unidade de área, expressa normalmente em termos de indivíduo por hectare (ind./ha), quando as árvores encontradas no bosque são retas com poucas ramificações. No caso dos bosques de mangue estudados no presente trabalho do rio Ariquindá essa relação para troncos por hectare (tron. /ha), devido a grande ramificação de troncos existente nas áreas estudadas, metodologia essa também adotada por Coelho Jr, (2003).

Foi usada além da densidade total a densidade de indivíduos vivos e mortos para separar os troncos de cada parcela das transversais, para com isso gerar um maior detalhamento e entendimento das condições que regem o ambiente.

6.3.4.1-Transversal AF:

A densidade total encontrada nas parcelas da transversal AF segue um padrão inverso à área basal, aumentando na medida em que se penetra no bosque de mangue, mas está inversamente ligada ao desenvolvimento dos indivíduos em cada parcela.

Na parcela AF1 é encontrada a menor densidade, por isso é a que possui menor número de indivíduos, e com isso menor número de troncos, cerca de 1.152 troncos /ha, pois nesta área a ramificação dos indivíduos é menor. As árvores existentes nesta região são bastante desenvolvidas. Seguida pela parcela AF2 que também possui uma pequena densidade com 2.600 troncos/ha, e as mesmas características da parcela AF1 (figura 15).

A parcela AF3 encontrada na transição entre os bosques de franja e de bacia possui uma densidade bem elevada, com aproximadamente 14.534 troncos/ha, pois nessa área são encontrados um grande número de indivíduos, bastante ramificados e com pequeno desenvolvimento. Sendo superada em valores de densidade pela parcela AF4, com aproximadamente 17.800 troncos/ha, onde são encontrados um grande número de indivíduos, ramificados e ainda menos desenvolvidos que a parcela AF3 (Figura 15).

Com a análise da figura 15 é visto que quanto maior o desenvolvimento do bosque menor, e menor número de troncos mortos encontrado em cada zona.

Nas parcelas AF1 e AF2 que são as mais desenvolvidas da transversal, é visto que a densidade de troncos mortos é bem pequena, com 304 e 525 troncos mortos/ha, enquanto a densidade de troncos vivos é de 848 e 2075 troncos vivos por hectare respectivamente. Salientando que as densidades nestes locais também são pequenas, nestas áreas os indivíduos são mais desenvolvidos.

Nas parcelas AF3 e AF4 são encontrados um maior número de troncos mortos, cerca de 5.733 e 2.000 troncos mortos/ha, por conta das condições do meio. Na figura 15 ainda é visto que na parcela AF3 o número de troncos mortos é bem maior que em todas as outras parcelas, mesmo até a AF4 que se encontra em local com baixa frequência de inundação, mas com aporte de água doce terrígeno, como mencionado na descrição dos perfis topográficos. Dando com isso melhores condições para o desenvolvimento das espécies em AF4 do que em AF3.

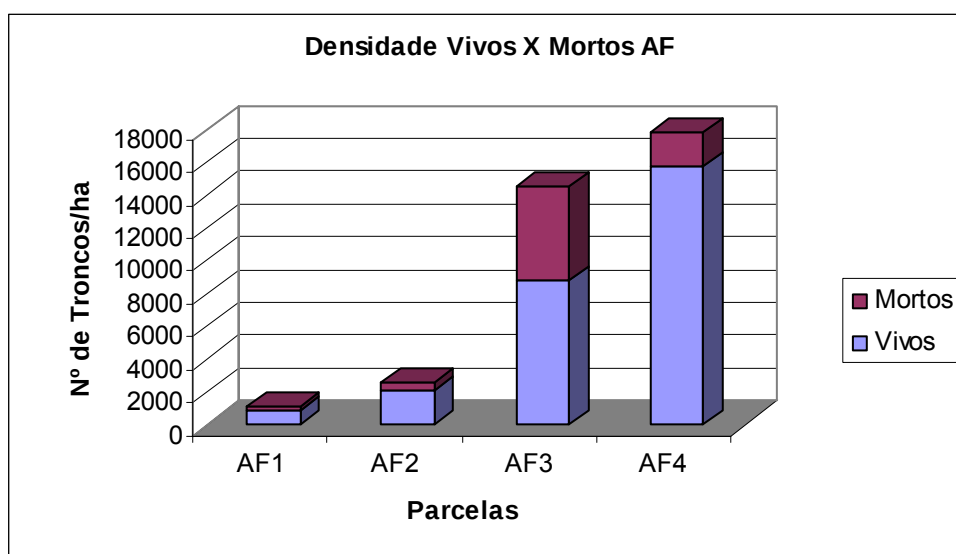


Figura 15: Densidade de indivíduos vivos e mortos nas parcelas da transversal AF.

6.3.4.2-Transversal AN:

A transversal AN segue um padrão em que os valores de densidade aumentam do rio para a terra firme, limite com o bosque próximo ao apicum. Nas duas últimas parcelas a densidade de troncos volta a cair (Figura 17).

Na parcela AN1 o valor de densidade é baixo devido ao reduzido número de troncos dos indivíduos que colonizam essa região, cerca de 4.899 troncos/ha, indivíduos bem desenvolvidos e pouco ramificados, característico de um bosque de franja. Na parcela AN2 ocorre o mesmo que na AN1 sendo que os indivíduos são um pouco menos desenvolvidos e com maior ramificação, por isso a densidade ser maior, de 12.500 troncos/ha.

A parcela AN3 possui uma grande densidade, sendo a mais densa encontrada nas duas transversais do rio Ariquindá, com 78.400 troncos/ha. Possui um grande número de indivíduos, com um pequeno desenvolvimento e bastante ramificados, sendo uma área muito densa, correspondendo a uma área de transição entre bosque de bacia e bosque de franja (figura 16).



Fonte: Arquivo pessoal, Clemente Coelho Junior.

Figura 16: Bosque de mangue da parcela AN3

Na parcela AN4 é observada uma grande ramificação nos exemplares aí encontrados, só que com um grau de desenvolvimento baixo, e com um número considerável de troncos, cerca de 25.600 troncos/ha, fato que se deve as condições pouco favoráveis existentes no local, devido a isso um valor de densidade menor que AN3.

Nas duas transversais estudadas no rio Ariquindá esta última parcela AN5 foi à única representando a transição com um apicum, e como foi dito anteriormente nessa parcela as condições de sobrevivência das espécies são mais difíceis, devido à inundação da maré não ser constante e haver um acúmulo de sais no sedimento desta

área, representado por um pequeno número de indivíduos, pouco desenvolvidos, espaçados, razão pela qual a densidade de troncos chegou a com 7.950 troncos/ha.

Nas parcelas AN1 e AN2 assim como na AN5 são vistos poucos troncos mortos, cerca de 1.598, 2.500 e 1.250, respectivamente, mesmo que essas se encontrem em condições totalmente diferentes. As duas primeiras fazem parte da área mais desenvolvida da transversal, enquanto a última se encontra em uma região próxima ao apicum (figura 17).

Nas áreas de transição entre as feições bosque de mangue de bacia e apicum, que são as parcelas AN3 e AN4, são encontrados valores um pouco maiores de indivíduos mortos, com 16.400 e 5.200, respectivamente. A parcela AN3 contribui a maior densidade de troncos mortos entre as duas transversais estudadas (tabela 05).

Mas analisando-se os resultados em termos de valores relativos é visto que o percentual de indivíduos mortos nas parcelas referidas acima é baixo, cerca de 20% do total.

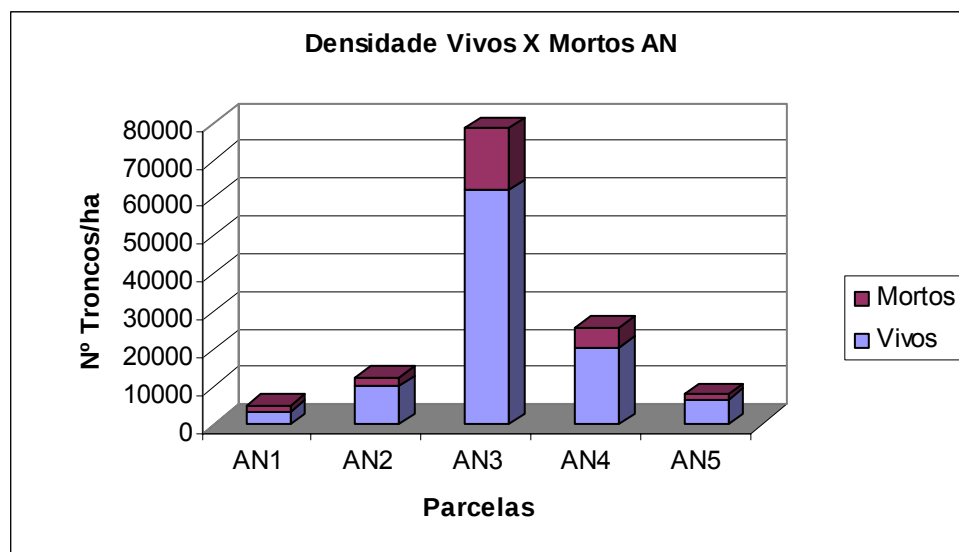


Figura 17: Densidade de indivíduos vivos e mortos nas parcelas da transversal AN.

6.3.5 Altura Média

A altura é uma variável estrutural indispensável e fundamental utilizada na descrição das condições ecológicas do meio.

6.3.5.1-Transversais AF e AN:

Os resultados mostrados pelas figuras de altura média 18, 19 e tabela 05, das parcelas AF e NA, seguem praticamente o mesmo padrão, diminuindo da parte exterior do bosque (próximo ao rio) a parte interior (próxima à terra firme).

A altura encontrada nas parcelas mostra a diferença entre os diferentes estágios de desenvolvimento dos bosques, indo de valores elevados, como nas parcelas AF1, AF2, AN1, AN2, com 8,89, 7,43, 7,62 e 5,56 metros de altura média respectivamente. Tais parcelas estão localizadas nos bosques de franja. Valores intermediários localizam-se em áreas de transição, como na parcela AN3, com 2,52 metros de altura. Valores menores, são encontrados nos bosques de bacia, AF3, AF4, AN4 e AN5, com 3,32, 2,45, 1,03 e 0,41 metros de altura em média.

6.3.6 Altura do Dossel

Essa altura é a média dos cinco maiores indivíduos existentes no bosque, onde o indivíduo emergente é retirado do calculo, pois pode representar indivíduos de antigas gerações.

6.3.6.1 Transversais AF e AN:

Os valores estampados nas figuras 18 e 19 da altura do dossel, seguem os mesmos padrões da altura média nas transversais AF e AN, diminuindo à medida que se penetra no bosque, indo da área mais desenvolvida para a menos desenvolvida.

A maior média do dossel foi encontrada na parcela AF1 com 11,14 metros e a menor na parcela AN5, com 1,42 metros (tabela 05).

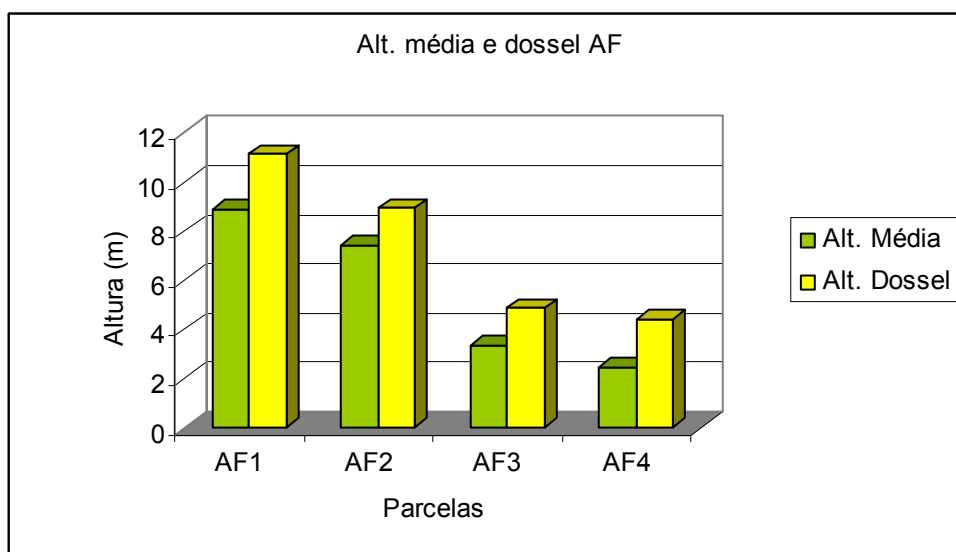


Figura 18: Altura média e altura do dossel do bosque de mangue da transversal AF.

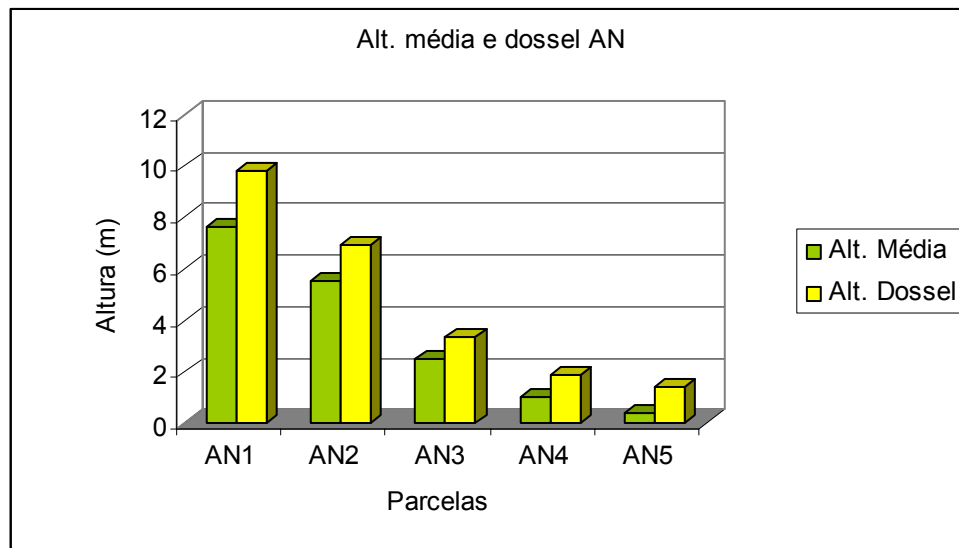


Figura 19: Altura média e altura do Dossel do bosque de mangue da transversal AN.

A seguir é mostrada uma tabela com os resultados estruturais obtidos no estudo:

Tabela 05: Valores de área basal, densidade total, densidade de indivíduos vivos e mortos, altura média, altura do dossel e diâmetro médio nas transversais AF e AN.

		Densidade total					
Parcelas	AB Total	Vivos	Mortos	Alt. Média	Desv.Pad.	Alt.Dossel	DAP
AF1	25,4	848	304	8,9	2,88	11,1	35,5
AF2	16,7	2075	525	7,4	1,71	8,9	17,7
AF3	12,7	8800,4	5733,6	3,3	1,36	4,8	12,5
AF4	7,8	15800,8	2000,1	2,4	1,24	4,4	7,7
AN1	19,0	3301,1	1598,4	7,6	2,28	9,8	15,4
AN2	15,6	10000	2500	5,5	1,40	6,9	24,8
AN3	21,1	62000	16400	2,5	0,71	3,3	11,0
AN4	8,5	20400	5200	1,0	0,47	1,8	2,7
AN5	7,3	6700	1250	0,4	0,29	1,4	1,1

6.4 ZONAÇÃO DOS BOSQUES DE MANGUE

Utilizando-se dados estruturais obtidos nos bosques de mangue estudados foi possível encontrar a zonação a qual caracterizam as transversais em questão.

Os valores de área basal foram utilizados para o estudo desta zonação, a partir da divisão desta área basal por classe de diâmetro (Figuras 20 e 21) e por espécie (Figuras 22 e 23). São variáveis importantes relacionadas à distribuição das espécies ao longo do gradiente de inundação (ou gradiente ambiental), que respondem as forçantes ambientais, como marés, salinidade, topografia, nutrientes, dentre outros.

6.4.1 Área Basal por Classe de Diâmetro

Com as medidas de área basal, foram feitos detalhamentos nas parcelas das transversais, separando-as por classes diamétricas para um melhor entendimento do desenvolvimento estrutural ao longo do gradiente.

Os valores conseguidos com essa separação possibilitaram obter-se uma zonação dentro dos bosques, esclarecendo o porquê das áreas basais serem maiores nas parcelas mais desenvolvidas, pois geralmente se a quantidade de indivíduos é menor, o número de indivíduos com o diâmetro ≥ 10 passa a ser maior.

6.4.1.1-Transversal AF:

Na figura 20 da transversal AF é descrita uma zonação estrutural, onde os indivíduos mais desenvolvidos encontram-se próximos ao estuário, conforme os resultados obtidos para classe diamétrica ≥ 10 cm, diminuindo a sua contribuição à medida que se penetra no bosque, e aumentando o número de indivíduos com diâmetros menores que 2,5, e entre 2,5 e 10 cm.

Nas parcelas AF1 e AF2 é vista uma maior contribuição em área basal de troncos com diâmetro ≥ 10 , chegando a 24,49 e 11,47 m²/ha respectivamente, aumentando a contribuição em área basal dos troncos $\geq 2,5$ à medida que se penetra no bosque, não havendo nenhuma contribuição em área basal de indivíduos menores que 2,5. Esses valores demonstram um maior desenvolvimento e maturidade nos bosques localizados na franja do estuário (tabela 06).

Na parcela AF3 são encontrados poucos troncos com diâmetro ≥ 10 (0,84 m²/ha), uma maior contribuição em área basal de troncos com $\geq 2,5$ de diâmetro (10,4 m²/ha), e nesta parcela começando a aparecerem troncos com $< 2,5$ de diâmetro (1,47 m²/ha), mostrando com isso uma diminuição no desenvolvimento do bosque (figura 20 e tabela 06).

O que ocorre na parcela AF4 é o inverso das parcelas AF1 e AF2, onde não existem troncos com diâmetro ≥ 10 , uma contribuição maior dos troncos com $\geq 2,5$ (5,69 m²/ha) e o maior valor da transversal de indivíduos com $< 2,5$ de diâmetro (2,15 m²/ha).

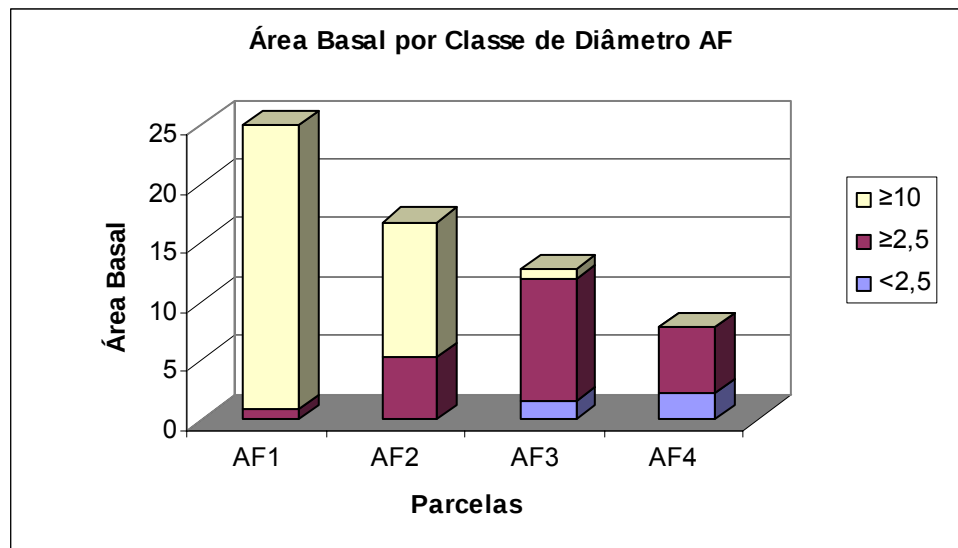


Figura 20: Área basal por classe de diâmetro nas parcelas da transversal AF.

A tabela a seguir contém os valores absolutos de área basal por classe diamétrica da transversal AF:

Tabela 06: Valores de área basal por classe de diâmetro nas parcelas da transversal AF.

AB (m ² /ha)	<2,5	≥2,5	≥10
AF1	0	0,92	24,49
AF2	0,04	5,23	11,47
AF3	1,47	10,42	0,84
AF4	2,15	5,69	0

6.4.1.2-Transversal AN:

A transversal AN caracteriza-se pela menor contribuição de troncos com diâmetro ≥ 10 em comparação a classe $\geq 2,5$. Possuem ainda valores menores de área basal de indivíduos com diâmetros inferiores, diferentes dos registrados nas parcelas da transversal AF. Devido não ao grau de desenvolvimento e maturidade, mas sim a densidade de troncos de diâmetros entre 2,5 e 10,0 cm (Figura 21).

Na parcela AN1 é visto que troncos com diâmetros de ≥ 10 estão contribuindo em área basal quase que o mesmo de troncos de $\geq 2,5$, (8,61 e 10,35 m²/ha) sem contribuição da classe de $< 2,5$. Na parcela AN2 o valor de troncos ≥ 10 diminui (2,71 m²/ha) e dá espaço ao diâmetro $\geq 2,5$ que domina a área (11,85 m²/ha), começando neste local a existência de troncos com diâmetro $< 2,5$ (1,08 m²/ha) (figura 21 e tabela 07).

A parcela AN3 possui uma área basal elevada, onde dominam troncos com diâmetro $< 2,5$ ($14,32 \text{ m}^2/\text{ha}$), uma pequena contribuição de $\geq 2,5$ ($6,76 \text{ m}^2/\text{ha}$) e nenhum tronco com diâmetro ≥ 10 (figura 21 e tabela 07).

Nas parcelas AN4 e AN5 não foram encontrados troncos igual ou acima de 10 cm de diâmetro. Ocorreu uma grande contribuição em área basal de troncos com $\geq 2,5$, ($4,79$ e $6,54 \text{ m}^2/\text{ha}$) e uma contribuição em área basal menor de troncos de $< 2,5$ de diâmetro ($3,71$ e $0,76 \text{ m}^2/\text{ha}$). É possível que na parcela AN5 a maior contribuição em área basal de troncos com diâmetro $\geq 2,5$ seja produto da forma que foram tiradas as medidas de DAP, na sua base próxima ao solo. Vale lembrar que a adoção desse critério se deve a necessidade de se caracterizar o bosque de bacia anão.

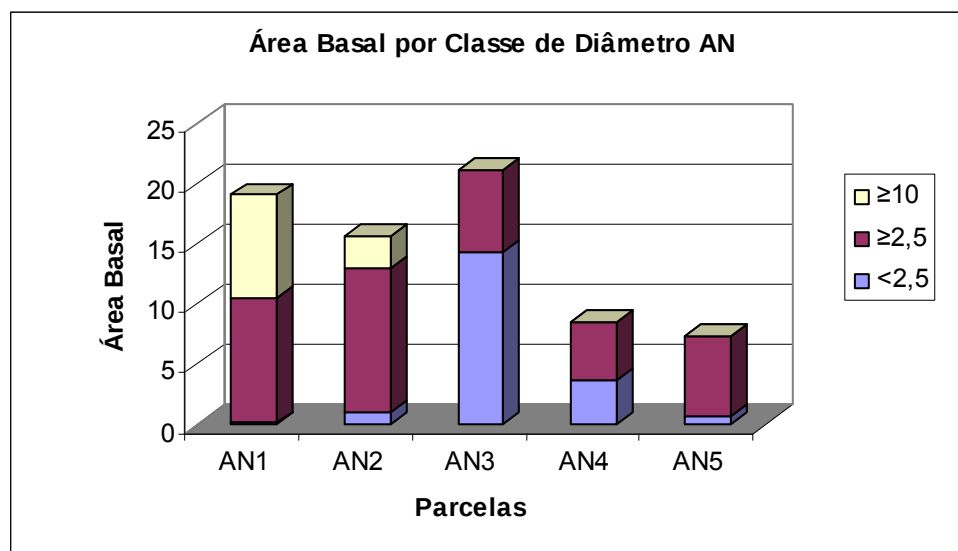


Figura 21: Área basal por classe de diâmetro nas parcelas da transversal AN.

A tabela a seguir contém os valores de área basal por classe diamétrica da transversal AN:

Tabela 07: Valores de área basal por classe de diâmetro nas parcelas da transversal AN.

AB (m ² /ha)	<2,5	≥2,5	≥10
AN1	0,10	10,35	8,61
AN2	1,08	11,85	2,71
AN3	14,32	6,76	0
AN4	3,71	4,79	0
AN5	0,76	6,54	0

6.4.2 Distribuição de Área Basal por Espécie

Com a ajuda da área basal foi obtida a zonação das espécies e o seu desenvolvimento ao longo das transversais, destacando as espécies existentes e a sua distribuição e contribuição ao longo dos gradientes ambientais do rio.

6.4.2.1-Transversal AF:

Segundo a figura 22 a transversal AF é praticamente monoespecífica, com ampla dominância de *R. mangle*, salvo na parcela AF3 onde ocorre com pequena frequência, sendo dominada pela espécie *L. racemosa*. Na transversal em questão não foi encontrada nenhuma das espécies do gênero *Avicennia*.

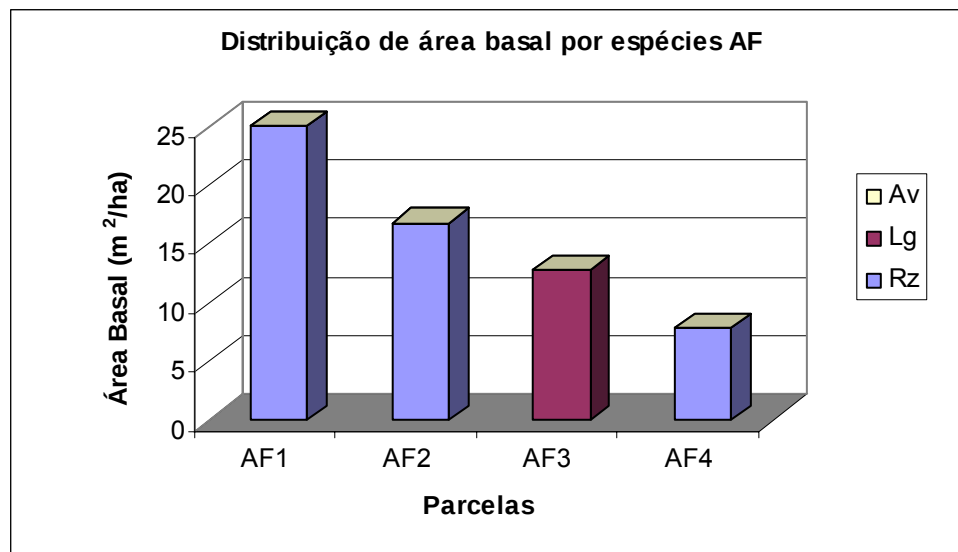


Figura 22: Distribuição de área basal por espécies nas parcelas da transversal AF.

Legenda: Rz – *Rhizophora*; Lg – *Laguncularia*; Av – *Avicennia*.

Nas parcelas AF1 e AF2 que são dominadas por *R. mangle* os seus valores de área basal são representativos (25,39 e 16,74 m²/ha) enquanto que na parcela AF3 dominada por *L. racemosa* os valores de área basal correspondem a essa espécie (12,73 m²/ha), enquanto que a *R. mangle* contribui muito pouco (0,01 m²/ha) (tabela 08).

A tabela a seguir contém os valores de área basal por espécies da transversal AF:

Tabela 08: Valores de área basal por espécies nas parcelas da transversal AF.

Legenda: Rz – *Rhizophora*; Lg – *Laguncularia*; Av – *Avicennia*.

AB (m²/ha)	Rz	Lg	Av
AF1	25,39	0	0
AF2	16,74	0	0
AF3	0,01	12,7	0
AF4	7,82	0,02	0

6.4.2.2-Transversal AN:

Na transversal AN foram encontradas espécies dos três gêneros típicos de mangue que existem no litoral de Pernambuco, entretanto *R. mangle* domina na área com maior frequência de inundação, parcelas AN1, AN2 e AN3 (Figura 23).

As parcelas AN4 e AN5 foram às únicas onde foram encontrados os três gêneros de espécies de mangue, sendo que AN4 as espécies *L. racemosa* e *R. mangle* codominam em área basal (4, 89 e 3,55 m²/ha), com pouca contribuição da *Avicennia schaueriana* (0,07 m²/ha). E na parcela AN5 a grande dominância foi de *L. racemosa* (7,12 m²/ha), com pouca contribuição de *Avicennia schaueriana* e *R. mangle*, respectivamente (0,12 e 0,07 m²/ha) (tabela 09).

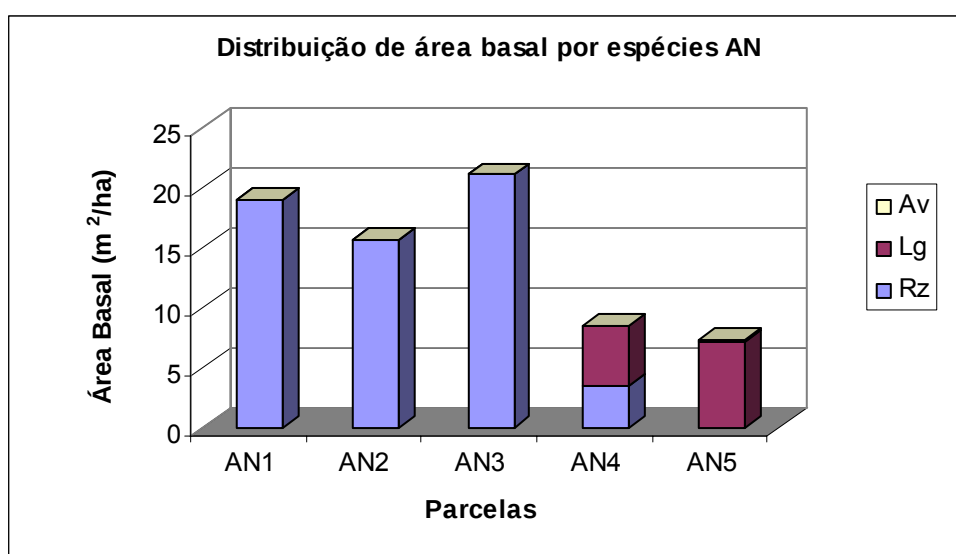


Figura 23: Distribuição de área basal por espécies nas parcelas da transversal AN.

Legenda: Rz – Rhizophora; Lg – Laguncularia; Av – Avicennia.

A seguir tabela contendo os valores de área basal por espécies da transversal AN:

Tabela 09: Valores de área basal por espécies nas parcelas da transversal AN.

Legenda: Rz – Rhizophora; Lg – Laguncularia; Av – Avicennia.

AB (m ² /ha)	Rz	Lg	Av
AN1	19,06	0	0
AN2	15,63	0	0
AN3	21,08	0	0
AN4	3,55	4,89	0,07
AN5	0,07	7,12	0,12

6.4.3 Dominância em área basal de espécies vivas e mortas

Essa dominância destaca de uma maneira mais clara a zonação das espécies encontradas no rio Ariquindá e sua contribuição, tanto em troncos vivos como mortos das espécies encontradas.

6.4.3.1-Transversal AF:

Nesta transversal como foi dito anteriormente, não existem espécies do gênero *Avicennia*, apenas dos gêneros *Rhizophora* e *Laguncularia*, com o primeiro dominando em A. B. viva nas parcelas AF1, AF2 e AF4 e o segundo dominando em A. B. viva apenas em AF3 (Figura 24).

Os maiores valores em troncos vivos de *R. mangle* e *L. racemosa* foram de 18, 54 e 7, 54 m²/ha, respectivamente (tabela 10).

A maior contribuição em troncos mortos foi encontrado na parcela AN3, para espécie *L. racemosa*, com 4,30 m²/há (tabela 10).

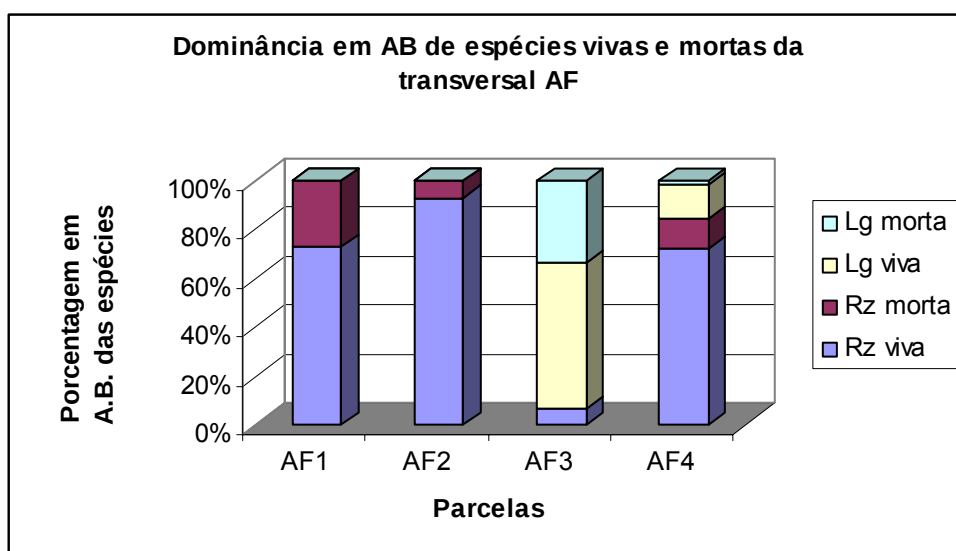


Figura 24: Dominância em área basal de troncos vivos e mortos por espécies nas parcelas da transversal AF.

Legenda: Rz – *Rhizophora*; Lg – *Laguncularia*.

A seguir tabela contendo os valores de área basal por troncos vivos e mortos das espécies típicas de mangue na transversal AF:

Tabela 10: Valores absolutos de área basal viva e morta por espécie nas parcelas da transversal AF.**Legenda:** Rz – *Rhizophora*; Lg – *Laguncularia*; Av – *Avicennia*.

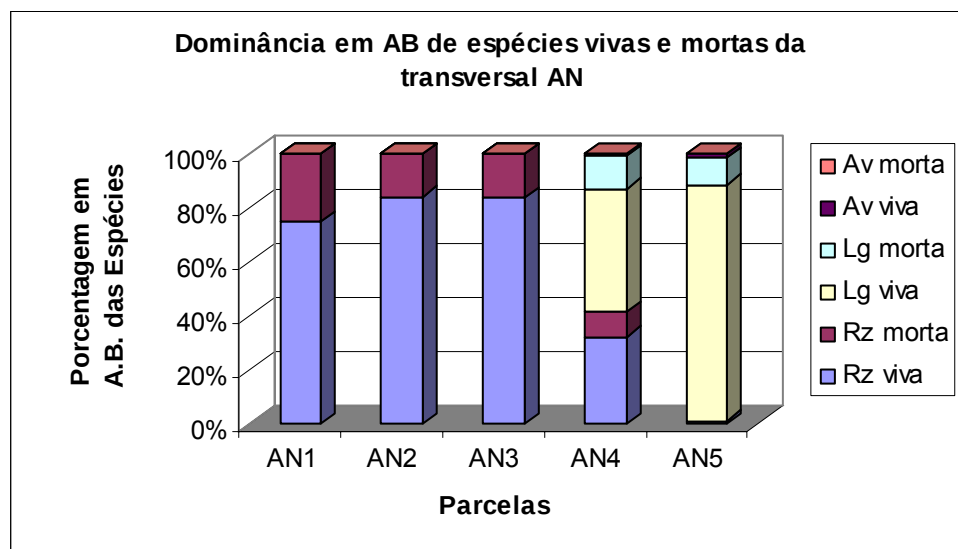
AB	Rz viva	Rz morta	Lg viva	Lg morta	Av viva	Av morta
AF1	18,54	6,86	0	0	0	0
AF2	15,57	1,18	0	0	0	0
AF3	0,86	0,01	7,54	4,30	0	0
AF4	5,64	0,97	1,13	0,11	0	0

6.4.3.2-Transversal AN:

Ao longo desta transversal foi encontrada uma pequena quantidade de espécies de *Avicennia schaueriana*., contribuindo pouco com troncos vivos. Não foram encontrados indivíduos mortos desta espécie (Figura 25).

Nas parcelas AN1, AN2, e AN3 foi visto uma maior contribuição de *R. mangle* viva, associada a uma pequena contribuição desta espécie morta. Na parcela AN4 a contribuição de *R. mangle* e *L. racemosa* vivas são próximas, o mesmo ocorrendo com troncos mortos dessas espécies, havendo nesta área pequena contribuição de *Avicennia schaueriana* vivas.

Enquanto que na parcela AN5 a grande contribuição é de *L. racemosa* viva (6,40 m²/ha), seguida por troncos mortos desta mesma espécie, é pequena a contribuição *Avicennia schaueriana* e *R. mangle* vivas (0,12 e 0,07 m²/ha), respectivamente (tabela 11).

**Figura 25:** Dominância em área basal de troncos vivos e mortos por espécie nas parcelas da transversal AN.**Legenda:** Rz – *Rhizophora*; Lg – *Laguncularia*; Av – *Avicennia*.

A seguir tabela contendo os valores de área basal por troncos vivos e mortos das espécies típicas de mangue na transversal AN:

Tabela 11: Valores absolutos de área basal viva e morta por espécie nas parcelas da transversal AN.
Legenda: Rz – *Rhizophora*; Lg – *Laguncularia*; Av – *Avicennia*.

AB	Rz viva	Rz morta	Lg viva	Lg morta	Av viva	Av morta
AN1	14,29	4,76	0	0	0	0
AN2	13,17	2,48	0	0	0	0
AN3	17,68	3,40	0	0	0	0
AN4	2,73	0,82	3,85	1,04	0,07	0
AN5	0,07	0,00	6,40	0,72	0,12	0

6.4.4-Desenho esquemático da zonação de AF e AN

Os gráficos apresentados nas figuras 26 e 27 representam um desenho esquemático da zonação dos manguezais do rio Ariquindá, baseados nos perfis topográficos de cada transversal.

Em relação aos dados estruturais foram levados em consideração a densidade, área basal e altura média das espécies típicas de mangue encontradas em cada zona.

Na transversal AF é observada uma zonação, onde a espécie *R. mangle* mais desenvolvida domina as duas primeiras parcelas, até aproximadamente os 48 metros de distância do rio. Dando espaço a uma parcela dominada por *L. racemosa* pouco desenvolvida, seguida por uma última parcela, com a volta do domínio de *R. mangle*, mas esta pouco desenvolvida.

Enquanto que na transversal AN foi visto um domínio de *R. mangle* desenvolvida também nas duas primeiras parcelas (cerca de 40 m de distancia do rio), seguida por uma parcela muito densa também dominada por esta espécie, mas pouco desenvolvida. Seguindo em direção a feição apicum encontrada nesse transversal, é encontrada uma parcela codominada por *R. mangle* e *L. racemosa* com uma pequena contribuição de *A. schaueriana*. Na última parcela da transversal, mais próxima do apicum foi visto um domínio de *L. racemosa* com pequena contribuição das outras duas espécies.

Vale destacar que, entre uma parcela e outra, foram feitas observações de campo, com relação as variáveis altura e diâmetro anotando-se medidas de alguns troncos, e estimativa visual de densidade.

As proporções entre os tamanhos das árvores plotadas no perfil são apenas ilustrativas.

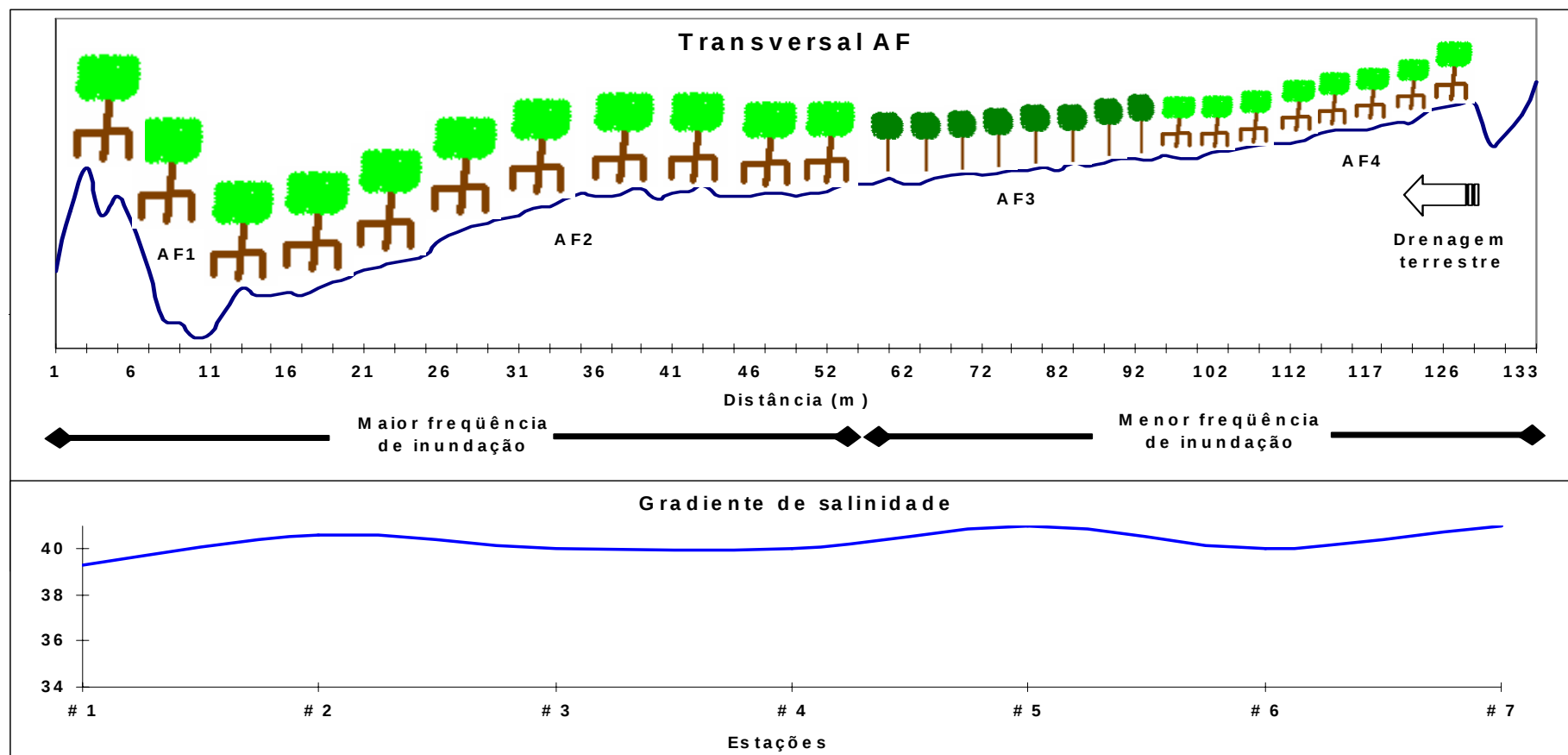


Figura 26: Desenho esquemático da zonação do bosque de mangue da transversal AF e respectivo gradiente ambiental. Rio Ariquindá, Tamandaré.

Legenda:  *Rhizophora mangle*  *Laguncularia racemosa*  *Avicennia schaueriana*.

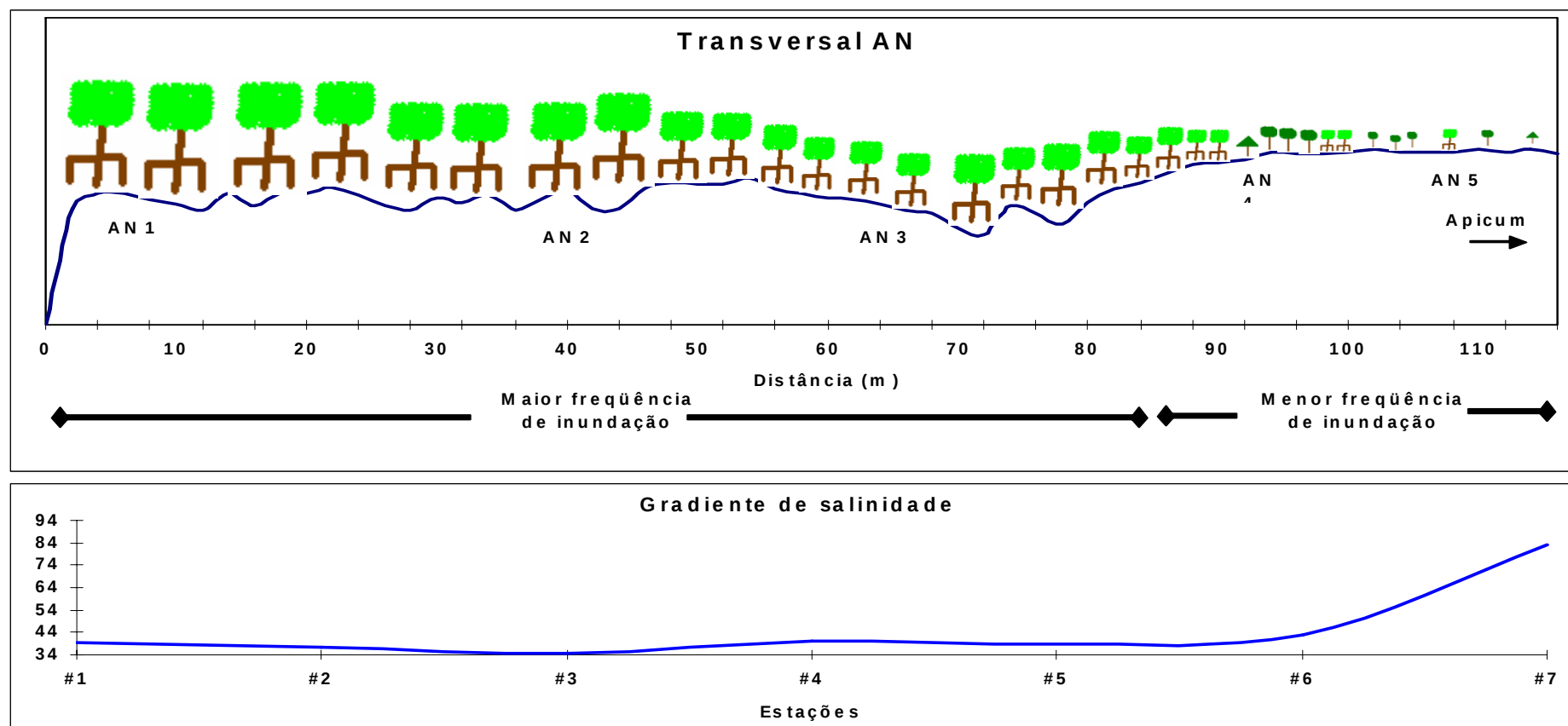


Figura 27: Desenho esquemático da zonação do bosque de mangue da transversal AN e respectivo gradiente ambiental. Rio Ariquindá, Tamandaré.

Legenda:  *Rhizophora mangle*  *Laguncularia racemosa*  *Avicennia schaueriana*.

7. DISCUSSÃO

7.1 – Fatores abióticos (microtopografia e salinidade)

As marés são o principal meio de manutenção do ecossistema manguezal, estando completamente dependente do seu regime, dispersando propágulos, nutrindo as espécies arbóreas e mantendo as condições propícias do meio. O limite do manguezal coincide com a penetração máxima da água salgada, renovando o substrato, evitando a acumulação de gases nocivos e sais e mantendo as condições físico-químicas favoráveis à colonização por espécies típicas de mangue (Coelho-Jr, 2003).

Como foi visto no presente estudo as transversais obedecem à penetração das marés, vista com a ajuda dos perfis topográficos, onde na transversal AF o manguezal se estende a cerca de 134 metros do rio que o alimenta e a transversal AN a 116 metros dando continuidade a uma planície hipersalina.

O movimento vertical das marés auxilia na remoção de materiais tóxicos dos manguezais, assim como na ventilação do sistema radicial de forma mais eficiente, estando os bosques de franja sujeitos a uma ampla gama de condições de salinidade e nutrientes. O desenvolvimento dos bosques de franja seria mais lento em condições oligotróficas da água (Schaeffer-Novelli *et al*, 2000).

Quando se trata de bosques de bacia, estes estão restritos as marés mais altas e conseqüentemente a baixa frequência de inundação, sendo necessários aportes terrestres ou de chuva para o seu desenvolvimento. Por conta da baixa circulação de água nesta porção do bosque podem se acumular grandes quantidades de matéria orgânica e sais. Climas secos estacionais favorecem o acúmulo de sais no sedimento, podendo formar planícies ou lagoas hipersalinas desprovidas de vegetação vascular, ou com vegetação bastante debilitada, ao contrário do que ocorre em climas úmidos com excedente hídrico (Schaeffer-Novelli, *op cit*).

Como foi visto na transversal AN, que por conta do clima com estações secas bem definidas mostra um continuo de feições (mangue e apicum), causado pelo acúmulo de sais ao final do mangue.

Fato que não ocorre na transversal AF que também se localiza numa região de estações secas bem definidas, mas essa com um aporte de água proveniente da terra firme. Com a feição mangue dando continuidade a uma mata de restinga.

Os fatores microtopográficos de uma região determinam muitas das condições hidrológicas e químicas do sedimento, que controlam os padrões fisionômicos e a zanação dos bosques de mangue (Twilley *et al*, 1996).

Os manguezais são geralmente sistemas jovens (pouco maduros), uma vez que a dinâmica das áreas onde se encontram produzem constantemente modificações desses terrenos, resultando numa sequência de avanços e recuos (Schaeffer-Novelli, 1987).

Neste trabalho como em outros que identificam diferentes frequências de inundação pelas marés em diferentes tipos fisiográficos, tem-se como fator primário envolvido na distribuição das espécies típicas de mangue à salinidade intersticial do sedimento, condicionada pelo aumento da topografia, e a frequência e tempo de inundação pelas preamares.

Chapman (1944) encontrou nos manguezais da Jamaica bosques monoespecíficos de *R. mangle* inundados pelas marés entre 524 a mais de 700 vezes por ano, para bosques de *A. germinans* entre 213 e 524 vezes por ano, enquanto que as feições desprovidas de vegetação vascular e topograficamente mais elevadas (feição apicum) seriam inundadas até 150 vezes por ano.

A microtopografia, em contrapartida com a maré, gera efeitos sobre a frequência e duração das inundações, provocando com isso zonação resultante das diferentes respostas das espécies de mangue a esses fatores (Coelho-Jr *op cit*).

As espécies que colonizam os substratos mais elevados, teoricamente seriam as mais tolerantes ao sal, isso dependendo do balanço hídrico da região. Geralmente as espécies que habitam essas áreas são *A. schaueriana*, *A. germinans* e *L. racemosa*, enquanto que regiões mais baixas geralmente são colonizadas por espécies menos tolerante ao sal e sensíveis às mudanças da hidrodinâmica, como *R. mangle*.

Nas transversais em estudo foi visto que a espécie *R. mangle* dominou área mais baixas com menor salinidade, enquanto que as espécies *A. schaueriana* e *L. racemosa* dominaram, em geral, áreas menos inundadas, mais elevadas e com maiores salinidades.

Devido ao nível topográfico e a baixa frequência de inundação, a drenagem terrestre ajudaria a reduzir os sais que se acumulam na parte interna dos manguezais devido a processos de evapotranspiração. A infiltração e a drenagem superficial, mesmo que sejam de caráter estacional, podem ajudar a reduzir a salinidade, permitindo o desenvolvimento de manguezais em áreas que não poderiam, de outra forma, suportar vegetação (Jimenez, 1990).

Fato que explica a ocorrência de uma parcela dominada por *R. mangle* no final da transversal AF, que por conta da drenagem terrestre, há diminuição da salinidade intersticial, dando condições dessa espécie se desenvolver e dominar a área.

As características topográficas dos bosques de mangue estudados do rio Ariquindá permitem gerar porções com maior ou menor frequência de inundação pelas preamares, e, portanto, um gradiente físico-químico peculiar para cada um, influenciando diretamente o desenvolvimento estrutural e a dominância de uma espécie sobre as outras.

De acordo com os resultados obtidos, a topografia varia em média 100 cm na transversal AF, devido ao declive do canal, e 80 cm na AN. Observações de campo revelaram que marés altas de sizígia, inundam toda a transversal. Fenômeno que se repete a cada lua nova e cheia.

Considerando as características climáticas da região, com períodos de secas bem definidos, entre os meses de setembro e dezembro, fica claro que as duas forçantes ambientais, clima e marés, regem a dinâmica funcional dos apícuns, dentro do ecossistema manguezal estudado.

É importante mencionar que na transversal AN foi encontrado um floramento recifal, aproximadamente entre 78 e 100 metros de distância do estuário, que prova o processo transgressivo regressivo do nível do mar. De acordo com Dominguez *et al* (1990) as formações encontradas ao final da transversal AN são bancos de arenito provenientes de antigos recifes de corais. Tal formação permitiu a ocorrência da feição apicum na porção interna do manguezal estudado no rio Ariquindá (figura 28).



Fonte: Arquivo pessoal, Clemente Coelho Junior.

Figura 28: Floramento, do mesmo tipo encontrado na transversal AN.

Ball (1980) observou que o desenvolvimento estrutural de *R. mangle* e *L. racemosa* decresce ao longo do gradiente topográfico, devido às diferenças quanto a cinética do movimentos das marés. Neste mesmo trabalho foi identificado que os

indivíduos de *R. mangle* ocupam áreas com maior circulação, enquanto que a *L. racemosa* ocupa áreas com pequena circulação, igualmente ao que ocorre nos bosques de mangue estudados no rio Ariquindá.

No caso do presente trabalho, a salinidade associada à topografia foi considerada o melhor parâmetro para definir padrões de zonação, uma vez que podem ser facilmente medidos e correlacionados diretamente com a distribuição das espécies.

A salinidade no decorrer da topografia foi um excelente indicador do ecossistema, pois foi visto que quanto maior a salinidade menor o desenvolvimento estrutural e a diferença na zonação das espécies.

Estudos realizados por Schaeffer-Novelli *et al* (1994) nos manguezais de Caravelas, litoral sul baiano, mostraram um menor desenvolvimento estrutural das espécies relacionado à salinidade intersticial e com a profundidade do lençol freático, chegando até a formar feição apicum por detrás do bosque de franja. Foram identificados alguns fatores que influenciaram na zonação do bosque: textura do sedimento, frequência de inundação e salinidade intersticial.

Na zona interna dos bosques de mangue, o balanço hídrico da área está dominado por padrões de precipitação, evapotranspiração e drenagem. A zona externa está dominada por processos estuarinos, sendo a parte mais dinâmica dos manguezais (Jimenez, 1994).

Corroborando com os resultados obtidos para as duas transversais do rio Ariquindá, onde na transversal AF a zona externa, assim como na AN é dominada pelos processos estuarinos locais. Enquanto que na zona interna há uma grande diferença entre as transversais porque na AN não foi visto processo de drenagem terrestre, ficando a mesma a mercê da precipitação e evapotranspiração, processo esse encontrado na AF, fazendo com que a mesma termine dando continuidade a uma transição de vegetais de terra firme.

O gradiente de salinidade intersticial dos sedimentos pode ser diretamente influenciado por processos que ocorrem na sua superfície como: salinidade das águas da maré, tempo e frequência da inundação, pluviosidade, taxa de evaporação, propriedade de retenção do solo e perdas e ganhos para ecossistemas adjacentes (Hutchings & Saenger, 1987).

De acordo com Cintrón *et al* (1980) a salinidade intersticial do sedimento influencia a estrutura dos bosques, onde o gênero *Rhizophora* coloniza o sedimento mais frequentemente inundado, enquanto que gêneros como *Avicennia* e *Laguncularia*

ocupam sedimentos mais salinos. As áreas hipersalinas desprovidas de vegetação sofrem um processo sucessional dando origem a lagunas hipersalinas. Fato que ocorre na transversal AN, onde foi visto uma colonização do gênero *Rhizophora* nas partes mais alagadas, cedendo espaço, à medida que se penetra no bosque, para os gêneros *Avicennia* e *Laguncularia*, nos sedimentos mais salinos, chegando finalmente a uma área escassa de vegetação, ou seja, uma planície hipersalina. Não havendo evidências de formação de lagunas hipersalinas.

Estudos feitos em Cananéia mostraram que o clima úmido associado aos aportes de água doce dificulta o acúmulo de sais no sedimento, às salinidades nas margens dos canais são similares as da massa de água costeira estuarina, conforme aumenta a elevação do terreno e a distância a partir dos canais de maré, as salinidades do sedimento tendem a diminuir (Coelho-Jr, 1998).

No presente estudo, a salinidade da transversal AF variou pouco (37-45), mesmo se afastando do rio e dos canais que as alimentam, diferente da salinidade da transversal AN que aumenta na medida em que se afasta do rio (40-90), chegando a valores elevados, dando origem com isso a feição apicum.

Mudando com isso a configuração dos bosques, diminuindo o desenvolvimento e aumentando a densidade, além de diferenciar as espécies de cada zona. O aumento da salinidade é acompanhado pelo declínio em altura média e de dossel e área basal, principalmente nos bosques da transversal NA, onde ela aumenta bruscamente.

Esse diferencial no gradiente de salinidade foi o que levou a crer que essa variável interfere de modo significativo no desenvolvimento e distribuição das espécies encontradas nos bosques estudados.

Baltzer e Lafond (1971) listam dois extremos nas condições ambientais costeiras em relação à salinidade intersticial do sedimento: (a) áreas de alta pluviosidade onde a salinidade decresce progressivamente em direção ao interior do bosque e a vegetação é substituída por vegetação de transição e terra firme; (b) áreas com baixa pluviosidade, com estações secas e úmidas definidas, onde planícies salgadas (apicuns) dão continuidade à feição mangue.

De acordo com os autores acima as áreas estudadas seguem as condições descritas das condições ambientais da letra b. sendo a transversal AF condicionada em sua zona interna pela mata Atlântica remanescente localizada próxima ao seu final.

Segundo Bunt *et al.* (1982), nas zonas mais baixas a salinidade é praticamente a mesma da água das marés, podendo chegar a 35 (água do mar) ou abaixo desse valor em

sistemas que atuam forte descarga fluvial. Nas transversais do rio Ariquindá as zonas mais baixas, próximas ao estuário, apresentaram salinidade de 39,3 de média, variando pouco em toda transversal AF, como descrito anteriormente. O mesmo foi registrado transversal AN, sendo que o valor de salinidade teve tendência a aumentar, de acordo com a elevação do terreno, formando uma planície hipersalina.

O rio Ariquindá não possui uma descarga fluvial significativa, pois o run-off é controlado praticamente pela drenagem terrestre, bastante localizada na planície costeira.

Em zonas áridas a salinidade superficial e intersticial em áreas topograficamente elevadas, com menor frequência de inundação, são geralmente altas, podendo chegar a mais de 90 (Wells, 1982), limite de tolerância das espécies típicas de mangue. Fato que corrobora os resultados obtidos na estação AN5, onde foram lidos valores também de 90, sendo o máximo de salinidade encontrado para as transversais estudadas do rio Ariquindá.

O que acontece em regiões com elevado índice pluviométrico, abundante drenagem terrestre e boa infiltração, mesmo com estações secas bem definidas, segundo Semeniuk, (1983) são valores relativamente baixos de salinidade.

O fato que ocorreu ao longo da transversal AF que teve valores quase que constantes de salinidade, variando muito pouco, em todas as suas parcelas pode ser explicado, em parte, pela existência de um morro próximo ao manguezal dessa transversal, com vegetação secundária de Mata Atlântica, que mantém o fluxo de água doce (drenagem terrestre) em direção ao manguezal. Com isso foi visto que a espécie *R. mangle* dominou a área quase que completamente, devido a baixa salinidade encontrada ao longo da transversal.

As salinidades encontradas nas duas transversais estudadas diferem quanto ao seu gradiente, onde na transversal AF, varia pouco, do rio a terra-firme, e em alguns pontos podendo decrescer. A drenagem terrestre é o fator limitante desse gradiente ambiental, como foi demonstrado nos trabalhos realizados por Coelho-Jr. (1998 e 2003) em Cananéia, São Paulo. Já que o rio Ariquindá não possui uma descarga fluvial significativa.

A transversal AN se assemelha aos padrões encontrados na Baía de Sepetiba, no Rio de Janeiro (Pellegrini, 1996), onde os valores de salinidade aumentam ao longo da topografia, descrevendo um gradiente de salinidade típico de regiões com estações secas

bem definidas. Valores de salinidade menores próximo ao rio aumentando à medida que se penetra no manguezal.

Blasco (1984 *apud* Pellegrini, 2000) afirma que baixas taxas de precipitação associadas às elevadas taxas de evaporação propiciam condições hipersalinas em planícies costeiras, ressaltando que o conhecimento aprofundado das condições bioclimáticas, para cada bosque de mangue, representa informação ecológica fundamental na compreensão da maior parte dos problemas relacionados à biologia das plantas de mangue. Dessa forma as chuvas são fatores abióticos determinantes nos manguezais.

Nascimento *et al* (1993) mostram que a feição apicum representa estágio evolutivo do ecossistema manguezal, possuindo a função de reservatório de nutrientes, disponibilizados pela lavagem das marés ou pelas chuvas, sendo que o revolvimento do sedimento feito por caranguejos nesta área, principalmente nos períodos chuvosos, facilita esse processo.

No caso de uma elevação do nível médio relativo do mar, os apicuns seriam de extrema importância para os manguezais, pois representariam zonas de retração para estes (Pellegrini 2000), ou em outras palavras, área refúgio para colonização por espécies típicas de mangue.

O apicum encontrado na transversal AN representa um reservatório e área de refugio do manguezal como descrito pelos autores, por isso é de extrema importância o seu estudo de dinâmica e as espécies encontradas no seu entorno, suas densidades e desenvolvimento estrutural. Considerando essa feição como parte do ecossistema manguezal.

Segundo Ridd & Sam (1996), pelo fato de tratar-se de um ambiente de transição entre a água doce e a água salgada, a salinidade passa a atuar como fator de excelência para determinar tal transição, pois as espécies típicas de mangue são halófitas facultativas. Se não fosse pela salinidade deixariam de existir na região, perdendo na competição para espécies de terra firme (na sua maioria, generalistas) como o que ocorre nas regiões de ecótono (transição) em regiões com excedente hídrico (alta precipitação e baixa evaporação).

Nas áreas estudadas ocorrem duas situações diferentes por conta da descarga terrestre encontrada na transversal AF que dilui a salinidade, nessa ocorre uma transição gradativa entre as espécies de mangue e as de terra firme, mas na transversal AN é vista

uma mudança mais brusca por conta do balanço hídrico existente na área, onde a feição mangue dá continuidade à feição apicum, por conta da elevação da salinidade.

Lebigre (1994 *apud*, Coelho-Jr 2003) destaca que a ocorrência de estação seca definida é o principal fator para formação de apicuns, além de uma forte evaporação nos períodos secos e com variação interanual.

Nesse sentido, é importante destacar que as amostras foram episódicas, sendo realizadas no período seco do ano e que, portanto, representam apenas o gradiente ambiental de uma estação do ano. Faz-se necessário obter amostras de salinidade intersticial nas outras estações do ano, onde o balanço hídrico pode representar um atenuante do acúmulo dos sais no sedimento.

Muitos autores como Schaeffer-Novelli & Cintrón (1993), Jimenez (1994), Schaeffer-Novelli *et al* (1997) descrevem a salinidade como fator principal na distribuição das espécies de mangue ao longo do gradiente de inundação.

7.2 – Fatores bióticos (desenvolvimento estrutural e zonação)

Além dos aspectos abióticos, taxonômicos e fisiológicos, outros aspectos chamam atenção dos estudos científicos nos manguezais, são os padrões estruturais dos bosques. A diferença desse ecossistema com outros tipos de florestas tropicais reside no fato de que os manguezais ocupam áreas com diversas condições ambientais, transcendendo limites em sua distribuição geográfica, ao longo de diferentes regiões costeiras (Jimenez, *op. cit*).

A arquitetura dos bosques de mangue é uma expressão do resultado da interação entre as características de crescimento das espécies arbóreas, seus requisitos fisiológicos e as forçantes ambientais a qual estão submetidos (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1985).

Parâmetros estruturais como área basal, densidade e altura média de um bosque são ferramentas de extrema importância e objetividade no estudo do ecossistema manguezal. Através da comparação desses fatores é possível verificar os diferentes níveis de desenvolvimento que se encontram os diversos manguezais ao redor do mundo.

No presente estudo a espécie que apresentou um maior desenvolvimento estrutural foi *R. mangle*, sendo dominante em bosques de franja com alto grau de inundação (figura 29), fato corroborado por trabalhos de Coelho-Jr. (1998), Cunha-Lingnon *et al* (1999) para bosques em Cananéia. As espécies de *L. racemosa* apareceram em regiões de bosque de bacia (também em subtipo de bosque anão), ora

mesclada com as espécies *R. mangle* e *A. schaueriana*, ora formando bosque monoespecífico (parcela AF3).

Estudos feitos no Brasil com estrutura de manguezais são vistos em maior quantidade na região Sudeste, como o trabalho de Soares (1999) nos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro. Nessa região, bosques monoespecíficos de *Laguncularia racemosa*, com diâmetro médio entre 3,4 e 7,7 cm e altura média entre 4,5 e 7,7 m, havendo predomínio de indivíduos com menos de 10,0 cm de diâmetro, por indicar área com um grande impacto antrópico. O autor destaca que a caracterização estrutural dos bosques de mangue da Lagoa da Tijuca, serviram para descrever a interferência humana no meio.

Estudos também de estrutura feitos no Rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, realizado por Bernini & Rezende (2004), mostraram que a altura média variou de 6,3 a 9,9m, o DAP médio de 7,44 a 13,4cm, a área basal média de 14,5 a 35,3m²/ha e a densidade média de 1.920 a 3.400 troncos/ha. Estes parâmetros estruturais não diferiram, significativamente, entre a franja e o interior do bosque, mas a contribuição de cada espécie variou entre as distintas zonas. *Avicennia germinans* foi à espécie dominante em área basal de indivíduos vivos, seguida de *R. mangle* e de *L. racemosa*.

Estudos realizados no Espírito Santo demonstraram que o DAP médio variou de 8,12 a 29,6, a altura média de 5,4 a 12,0 m, a área basal de 7,21 a 31,1 m²/ha e a densidade de 450 a 1.450 ind/ha. Os sítios de estudo sob maior influência das marés apresentaram menor desenvolvimento estrutural e dominância de *R. mangle*, enquanto que o melhor desenvolvimento estrutural, com dominância de *L. racemosa* e *A. germinans*, foi observado nos sítios sujeitos ao maior aporte de água doce (Silva *et al*, 2005).

O que não ocorreu nas parcelas estudadas, como já foi dito a espécie *R. mangle* foi a dominante tanto em densidade quanto em área basal, seguida por *L. racemosa* e *A. schaueriana*, essa última contribuindo muito pouco para o total nas áreas estudadas

Analisando-se alguns estudos de estrutura de manguezais feitos na região Nordeste foi encontrada a revisão de Sampaio (1996), descrevendo variações na densidade de 890 a 8.870 indivíduos /ha e de área basal de 5,8 a 33,0 m²/ha.

Em estudo sobre estrutura arbórea realizado no litoral sul de Pernambuco, Porto de Suape, por Souza & Sampaio (2001), o grau de desenvolvimento dos manguezais da região descreve densidades variando de 917 a 5.683 indivíduos/ha, áreas basais de 12,7

a 60,8m²/ha, diâmetros médios e máximos de 5,6 a 22,4 cm e de 12 a 36 cm e alturas médias e máximas de 6,7 a 16,3 m e de 10 a 18 m.

Em contrapartida, para os bosques de mangue do rio Ariquindá foram vistos os seguintes valores para os parâmetros estruturais em questão: densidades variando de 1.152 a 78.400 troncos/ha, áreas basais de 7,3 a 25,34 m²/ha, DAP médios de 1,14 a 35,54 e alturas médias e de dossel de 0,41 a 8,89 m e 1,42 a 11,14 m.

Comparando os valores analisados principalmente com os trabalhos citados para a região Nordeste é visto que os manguezais do rio Ariquindá são densos, mesmo com a existência da feição apicum no local, fato não registrado para os demais casos citados.

A estrutura dos bosques de mangue associado ao levantamento topográfico, gera um entendimento sobre a circulação interna da água nos bosques de mangue estudados, sendo possível distinguir os tipos fisiográficos e a dominância das espécies em cada zona. Associação essa escassa nos trabalhos feitos no Brasil, principalmente para a região Nordeste. Mostrando com isso a importância deste trabalho, não só para o conhecimento das espécies de mangue do litoral sul de Pernambuco, mas para o entendimento do funcionamento do ecossistema manguezal.

Jimenez (1985 B) destaca o maior desenvolvimento estrutural de *R. mangle* em bosques ditos ribeirinhos, sendo dominantes em bosques de franja com grande aporte de nutrientes. O mesmo autor descreve que a *L. racemosa* geralmente predomina no interior das franjas dos bosques de mangue, em substrato elevado, onde as inundações pelas marés são menos frequentes e menos intensas, ou em manguezais de bacia onde o fluxo de água e nutrientes é limitado, neste caso podendo compor bosques mistos com *Avicennia*. Corroborando com isso o desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue estudados do rio Ariquindá. Com a *R. mangle* dominando os bosques da franja e a *L. racemosa* predominando no interior das franjas, juntamente com *A. schaueriana*.



Fonte: Arquivo pessoal, Clemente Coelho Junior.
Figura 29: Franja dos bosques do rio Ariquindá.

De acordo com Souza & Sampaio (2001) a espécie *R. mangle* apareceu com maior frequência na franja do mangue do rio Ariquindá, principalmente nas proximidades da desembocadura, sendo gradualmente substituída pelas espécies de *Avicennia* e/ou *L. racemosa* no interior do continente.

Para o presente estudo no rio Ariquindá foi registrado a espécie *R. mangle* em praticamente todas as parcelas, mas dominando nas áreas de franja com seu desenvolvimento diminuindo à medida que se penetra nos bosques.

Vale destacar que apesar da semelhança quanto a caracterização estrutural dos bosques de mangue de franja de Suape com os do Rio Ariquindá, no que se refere à dominância de *R. mangle*. Souza e Sampaio (*op cit.*) não relacionam a estrutura com o gradiente ambiental, como no presente estudo. Sendo raros os trabalhos que descrevem a zonation dos bosques de mangue.

Apesar da *R. mangle* estar amplamente distribuída nas transversais, ficou nítida a relação do desenvolvimento estrutural e características do gradiente ambiental. Maior densidade de troncos de pequeno porte e bastante ramificados, foi encontrada em áreas com menor frequência de inundação, típicos dos bosques de bacia. Indivíduos de maior porte, mas também muito ramificados, colonizam áreas frequentemente inundadas pelas preamares, típicos de bosques de franja.

Jimenez (1985 B) mostra algumas respostas estruturais da *R. mangle* as mudanças da microtopografia e alterações em fatores como, nível de água, drenagem do sedimento e teor de salinidade. Os indivíduos mais desenvolvidos colonizam partes baixas da planície onde há grande circulação, sobre sedimentos com alto grau de saturação aquosa e alta frequência de inundação. O grande desenvolvimento estrutural de *R. mangle* nos bosques de franja, se deve a um maior aporte de nutrientes e maior intercâmbio de água, já nos bosques de bacia as características oligotróficas do meio não possibilitam um bom desenvolvimento.

Segundo Coelho-Jr (2003) os principais fatores que limitam o desenvolvimento estrutural nos bosques de mangue subtipo arbustivo e subtipo anão, para bosques de bacia, são a baixas concentrações de nutrientes no primeiro, e a alta salinidade no segundo.

Devido às condições apontadas por esses dois autores acima, quanto a resposta do desenvolvimento das espécies de mangue aos tensores existentes em cada área, foi possível constatar que, de maneira geral nos bosques de mangue estudados do rio Ariquindá, foi observada uma dominância da espécie *R. mangle*, tanto em área basal

quanto em densidade, seguida pela espécie *L. racemosa*, que não influenciou tanto em área basal, mas em determinados pontos foi bastante significativa em densidade. A espécie *A. schaueriana*, que ocorreu em pequena quantidade (apenas na parcela mais próxima a nascente do rio, AN, na parte mais interna do bosque), influenciou muito pouco tanto em área basal quanto em densidade.

Fato que não ocorre em trabalhos feitos por Ponte *et al* (1991) e Peria *et al* (1990) em bosques de mangue próximo ao rio Caiubura em Bertioga, São Paulo, onde foi observado que próximo a margem, do canal para o interior, são caracterizados por vegetação de porte elevado dominada pela espécie *L. racemosa* e no interior do bosque há um domínio de *R. mangle*. Segundo os autores citados foi encontrado um maior domínio de *L. racemosa*, tanto em densidade quanto em área basal.

A densidade de um bosque é uma função de sua idade e amadurecimento. Os bosques passam durante seu desenvolvimento por uma fase em que o terreno está ocupado por uma grande densidade de árvores, porém com o diâmetro reduzido, após essa fase existe outra de maior amadurecimento, onde o domínio é feito por poucas árvores de grande porte. A densidade se reduz com o amadurecimento do bosque. O processo que causa a redução do número de árvores é devido à competição da copa por espaço, bem como devido ao desenvolvimento do sistema radicular (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1986).

Nos bosques de mangue estudados do rio Ariquindá, foram vistos diferentes estágios de desenvolvimento em relação à densidade, onde os bosques mais próximos ao estuário são ocupados por poucas árvores de grandes diâmetros, diminuindo esse diâmetro e aumentando a quantidade de indivíduos à medida que se penetra no bosque, sendo que em algumas regiões em especial (geralmente zonas de transição) são encontradas, grandes, densidades e pequenas áreas basais, por conta da grande quantidade de indivíduos pouco desenvolvidos existentes nestas áreas.

Trabalhos feitos em Cananéia, São Paulo com estrutura de bosques de mangue organizados por Almeida *et al* (2000) ficou constatado que os bosques do tipo franja são os mais bem desenvolvidos.

Tanto nos trabalhos descritos para Cananéia, São Paulo, quanto no presente estudo, a espécie *R. mangle* foi dominante, como mencionado anteriormente. Sua capacidade de adaptação deve estar relacionada às suas características fisiológicas. Cunha-Lignon (2001) descreve ainda a preferência dessa espécie nas margens de estuários e canais mareais que cortam alguns bosques de mangue.

Estudos nos manguezais de Santa Catarina realizados por Cintrón & Schaeffer-Novelli (1981) caracterizam o desenvolvimento estrutural, dando ênfase aos bosques bem desenvolvidos de *A. schaueriana*. Fato que não ocorre nos bosques estudados, pois a espécie *A. schaueriana* contribui pouco para a área basal e densidade do rio Ariquindá, além disso, os exemplares encontrados são pouco desenvolvidos, por serem encontrados apenas em regiões próximas ao apicim área inóspita ao desenvolvimento das árvores típicas de mangue no geral, por causa do estresse salino.

Schaeffer-Novelli *et al* (1990) caracterizaram os manguezais de franja de Cananéia como sendo dominados por *R. mangle* e os bosques de bacia dominados por *Laguncularia racemosa*, tanto em termos de porcentagem em área basal quanto em densidade. Entretanto, os estudos de Coelho-Jr (1998, 2003) revelam que a espécie dominante ao longo do gradiente de inundação pelas preamares nos bosques de mangue da mesma região é a *R. mangle*.

Os bosques de mangue estudados no presente trabalho apresentam características que permitem classificá-los como pertencentes aos tipos de franja e bacia, sendo esse último classificado ainda como subtipo anão, segundo Lugo & Snedaker (1974) de acordo com o que foi visto ao longo dos perfis topográficos.

Os bosques de franja podem ser descritos nas transversais como os mais próximos ao rio, são mais desenvolvidos por recebem um maior aporte de nutrientes, podem ser ditos como franja as parcelas: AF1, AF2, AN1, AN2. E quanto às outras parcelas podem ser ditas como bacia, sendo a parcela AN5 considerada um tipo de bacia especial do tipo anão.

As características estruturais dos bosques estudados, não representam totalmente com o descrito por Schaeffer-Novelli (1987) para a unidade fisiográfica V, pois o gênero *Rhizophora* é pioneiro, e os bosques mistos de *Laguncularia* e *Avicennia* localizados no interior são pouco desenvolvidos, com pequena incidência dessa última espécie e dificilmente ultrapassam os 10 metros de altura.

Mas essas características podem diferir por causa dos diferentes tipos de escalas utilizados para os dois trabalhos, pois no trabalho de Schaeffer-Novelli (1987) a escala é de setting, uma visão mais ampla do terreno, enquanto que esse estudo trabalha em nível de parcela.

Com trabalhos de medidas estruturais, como área basal, altura das árvores e densidade de indivíduos, Ball (1980) contribuiu muito para o entendimento da competição e zonação dentro dos bosques de mangue.

As mesmas variáveis foram utilizadas no presente estudo e através da análise dos resultados foi possível descrever a zonação dos manguezais do rio Ariquindá, decorrente de um processo sucessional. Zonas com alta densidade e área basal não tão alta, podem representar zonas com mais alta competição, passando por um processo sucessional na busca de um maior desenvolvimento e maturidade.

Assim temos que, para as transversais estudadas, um aumento da área basal à medida que diminui a densidade, e vice versa, em quase todas as parcelas.

Macnae (1968) em estudos de bosques de mangue de North Queensland, Austrália, observou que algumas espécies como *Rhizophora apiculata* e *Avicennia marina*, se distribuem ao longo de gradientes de inundação. Visto um desenvolvimento estrutural maior nos bosques que se encontram nas áreas com maior hidrodinâmica e menor salinidade.

De acordo com Cintrón (1983) a estrutura dos bosques é reflexo de sua maturidade ou idade. Durante o desenvolvimento do bosque ocorrem trocas que alteram dramaticamente sua fisionomia. O processo de desenvolvimento dos bosques de mangue do Ariquindá pode ser descrito segundo o modelo proposto por Jimenez *et al* (1985), da seguinte forma:

- a) Período de colonização: a taxa de ocupação do substrato é função da disponibilidade de propágulos menos as perdas provocadas pela mortandade e dispersão.
- b) Período de desenvolvimento: caracterizado pela forte competição por espaço e pela mortandade das árvores menos aptas.
- c) Período de maturidade: a taxa de crescimento se reduz durante esse período e a mortandade se limita às árvores que perderam na competição ou por recrutamento tardio.
- d) Senescência: os bosques diminuem consideravelmente sua densidade, com morte de árvores maduras abrindo clareiras no dossel (permitindo a entrada de luz e conseqüente benefício aos indivíduos mortos).
- e) Desenvolvimento vegetativo: nos bosques estudados do rio Ariquindá ocorre uma fase em que se evidencia um desenvolvimento vegetativo de indivíduos adultos de *R. mangle*, onde após alcançarem sua maturidade, raízes escoras são desmembradas da árvore mãe, originando um novo indivíduo independente.

O processo descrito na letra e foi encontrado nas duas transversais estudadas, onde sua ocorrência foi maior nos bosques de franja, mas também encontrado, mesmo que em pequena quantidade, em alguns locais dos bosques de bacia. Outro fato que reforça a hipótese de desenvolvimento vegetativo é a baixa densidade (muitas vezes nula) de plântulas e jovens de *R. mangle* sob o dossel (“sub-bosque”). A pouca produção de novos indivíduos (e propágulos) estaria compensada por esse tipo de reprodução e adaptação, caracterizando um bosque com indivíduos bem velhos (Coelho-Jr, comunicação pessoal). Podendo ser vista ainda essa evidência com a análise dos dados estruturais, onde nas parcelas de franja são vistos poucos indivíduos com classes diamétricas baixas.

A relação entre quantidade de indivíduos e troncos é de grande valor nessa análise. Nos bosques mais bem desenvolvidos, crescendo sob condições adequadas, como aporte de nutrientes, salinidade, circulação de água etc., tem uma relação próxima a 1, sob condições menos favoráveis, que foi o caso encontrado no presente estudo, aumenta o número de ramificações por indivíduos (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1986).

Os resultados constataam uma grande ramificação em quase todas as parcelas estudadas, principalmente nas transições de bosque de franja para bacia. Nas áreas de bosque de franja apesar de possuírem indivíduos bem desenvolvidos foi visto também uma grande ramificação, nestas áreas um fato importante a ser considerado é a evidência de desenvolvimento vegetativo, principalmente entre as espécies mais maduras e desenvolvidas encontradas nas franjas. Fato também citado por Blasco (1977 *apud* Tomlinson, 1986) em espécies de *Avicennia* e *Excoecaria* no oeste da Índia, onde essas espécies se desmembravam das “árvores – mães” e davam origem a outras sem a emissão de propágulos.

A evidência de desenvolvimento vegetativo nos bosques de mangue do rio Ariquindá merece atenção para posteriores estudos, sendo necessário encontrar o que leva a esse desenvolvimento o fato pode ser associado à falta de nutrientes, no caso o fósforo que é um limitante para as árvores de mangue, já que a descarga do rio Ariquindá é baixa, e/ou Segundo Fabio Correa (comunicação pessoal) outro fator que pode levar a esse desenvolvimento é a busca por luminosidade das árvores no interior do bosque.

Levando em consideração a zonação dos bosques de mangue do Rio Ariquindá, Tomlinson (1986) postulou três fatores abióticos que influenciam a distribuição das espécies arbóreas nos manguezais: geomorfologia, gradiente de inundação, gradientes

ambientais (nutrientes, salinidade etc.), incluindo dois fatores bióticos, tipo de propágulo e competição.

Uma característica marcante dos manguezais é a existência, em alguns bosques, de umas faixas ou zonas distintas, compostas apenas por uma espécie ou por um dado conjunto de espécies arbóreas. Sendo definida como zonation a distribuição dos organismos em áreas, camadas ou zonas distintas. (ACIESP, 1987).

Nos bosques estudados do rio Ariquindá podem ser vistas algumas zonas marcadas tanto por espécies distintas como por desenvolvimento diferenciado.

Ball (1980) em estudos feitos na região de Biscayne Bay, Florida, mostrou que embora a composição e estrutura dos bosques de mangue podem variar consideravelmente com as condições físicas locais, as espécies de mangue se distribuem em zonas padrões.

Estudos da distribuição dos manguezais em relação à geomorfologia costeira tem mostrado que as mudanças da vegetação ocorrem em resposta às mudanças nas características físicas do ambiente (Cintrón, 1983).

No rio Ariquindá os bosques seguem uma zonation em relação ao componente abiótico salinidade, onde nas margens com menor salinidade são encontradas espécies mais desenvolvidas, seguindo para o interior do manguezal, com maior salinidade e espécies menos desenvolvidas de menores portes.

Em estudo feito na Península Malaia, localizada no sudeste asiático, por Watson (1928) definiu zonas como áreas específicas influenciadas por uma combinação de freqüências e classes de inundações pelas marés, destacando o padrão de inundação como o fator primário envolvido na distribuição das espécies de mangue, seguido por salinidade e tipo de sedimento.

Como dito acima pelo autor no rio Ariquindá o gradiente de inundação é fator primário na distribuição das espécies, determinando a salinidade intersticial do sedimento, onde a espécie *R. mangle* domina as margens mais inundadas, dando espaço para as espécies *L. racemosa* e *A. schaueriana* a medida que se eleva o terreno e diminui o grau de inundação.

Estudando os manguezais da Florida, Davis (1940) propôs que faixas ou zonas distintas encontradas no bosque são caracterizadas por possuírem diferenças quanto às classes de inundação e salinidade intersticial.

O conceito de zona ou preferência metabólica implica que cada espécie tem um ótimo de preferência ao longo de um gradiente físico-químico, Snedaker (1982) mostra

que há uma tendência temporal para cada espécie assumir uma dominância competitiva na zona preferida.

A zonation de plantas e animais nas regiões do entremarés pode ser associada ao nível e frequência de inundação, em função dos gradientes de salinidade (Coelho-Jr 1998).

Soares (1997) identificou uma clara zonation dos bosques de mangue em Guaratiba, Rio de Janeiro, descrevendo uma redução na altura do bosque em direção ao apicum (planície hipersalina), relacionada a um aumento da salinidade. É visto ainda uma zonation de espécies, onde *R. mangle* é bem desenvolvida nas margens de rios e canais, enquanto que *A. schaueriana* e *L. racemosa* podem ser encontradas em locais com alta salinidade, compondo bosques anões.

Evidências já descritas no presente trabalho, mas que corroboram os padrões de zonation encontrados, como na transversal AN, onde a franja, com baixa salinidade intersticial do sedimento (próxima a água do mar), encontram-se indivíduos mais bem desenvolvidos de *R. mangle*. Esse desenvolvimento diminui à medida que se penetra em direção a terra-firme. Mas, o domínio da espécie *R. mangle* não se modifica, até certo ponto, cerca de 85 metros do rio, de uma transversal de 116 metros no total.

Após os 85 m o bosque começa a mesclar *R. mangle* com *L. racemosa* e uma pequena quantidade de *A. schaueriana* viva, aumentando o valor dessas duas últimas espécies e diminuindo da *R. mangle*, a medida que se penetra no bosque. Associado a um aumento na salinidade, e diminuição no desenvolvimento estrutural.

Já na transversal AF não é possível ver uma nítida zonation por espécies de mangue, pois nesta área a salinidade varia pouco, encontrando-se sempre próxima a água do mar, apresentando um domínio em toda área de *R. mangle*, exceto numa parcela localizada a aproximadamente 60 metros do rio, dominada por *L. racemosa*. Nessa faixa a salinidade não aumentou.

Esse domínio pode estar associado ao sucesso no recrutamento, ou ainda, as condições do sedimento que propiciaram um rápido crescimento das plântulas. Nesse caso, sugere-se uma zonation estrutural, com indivíduos mais desenvolvidos na franja e menos desenvolvidos na bacia, próximo a terra-firme. Esse tipo de zonation foi primeiramente descrito no Brasil, por Coelho-Jr (1998).

A zonation é uma expressão do resultado da interação entre as características de crescimento e desenvolvimento das árvores, seus requisitos fisiológicos e as forças

ambientais (que podem atuar ajudando ou extraindo energia do ecossistema, as forçantes), que operam sobre o sistema (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1985).

Paling (1986) observou que a ocorrência de zonas sem vegetação, na faixa do entremarés adjacente em manguezais da Austrália, Equador, El Salvador e Honduras, estava associada a grande amplitude das marés e ao clima seco, ou estacionalmente seco. Essas zonas seriam o resultado da interação entre períodos de inundação e secas extremas, causando acúmulos de sais que excedem a tolerância dos mangues e arbustos halófilos.

Esta zona descrita por Paling (*op.cit.*) é vista ao final da transversal AN, marcando um desenvolvimento baixo devido as condições estressantes de salinidade e uma mudança no domínio por espécies, nesta área é encontrada uma maior quantidade de *L. racemosa* seguida por *A. schaueriana* e por ultimo uma pequena quantidade de *R. mangle*, o contrário do que ocorreu nas outras parcelas em geral.

No caso dos apicuns estudados não foram encontradas grandes extensões desprovidas de vegetação vascular, apenas alguns clarões entre manchas de pequenas árvores pouco desenvolvidas, lembrando “bonsais”, mas aptas a se reproduzirem.

8- CONCLUSÕES

- A espécie *Rhizophora mangle* é a dominante nos bosques de mangue do rio Ariquindá, seu desenvolvimento estrutural está diretamente ligado ao grau de inundação causado pela associação da topografia com a penetração das marés.
- A zonação dos bosques estudados do rio Ariquindá, pode ser descrita através dos tipos fisiográficos como sendo estrutural, alternando-se bosques de franja monoespecíficos, com bosques de bacia mistos, com indivíduos de *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana* poucos desenvolvidos.
- De acordo com os resultados foi visto que na transversal AF a zonação se mostra melhor analisando-se a estrutura, enquanto que na transversal AN foi vista uma zonação melhor entre as espécies. Essa zonação é um reflexo de diversos fatores, como frequência de inundação mostrada pela microtopografia e salinidade, relacionados com a capacidade de adaptação e as características fisiológicas de cada espécie.
- A feição apicum ao final da transversal AN, compondo o ambiente com bosque de bacia misto de *L. racemosa* e *A. schaueriana* pouco desenvolvidos, é condicionada pelas forçantes climáticas, com estações secas bem definidas ao longo do ano, e oceanográficas, com menor frequência de inundação pelas preamares.
- Os resultados apontam os manguezais como bons indicadores biológicos das mudanças climáticas e a elevação do nível médio relativo dos mares. Mudanças quanto à hidrodinâmica e o balanço hídrico levarão o ecossistema a sofrer ajustes energéticos, com respostas possíveis de serem mensuradas em campo, através do monitoramento, utilizando-se as mesmas ferramentas do presente estudo.
- Nesse sentido, considera-se a feição apicum como área refúgio de plântulas em resposta da elevação do nível médio relativo dos mares.

9- RECOMENDAÇÕES FINAIS

Mesmo com os resultados apontando para uma descrição fiel da zonation dos bosques de mangue do rio Ariquindá, sugere-se um maior aprofundamento na área estudada, pois a mesma se mostra um laboratório para novos conhecimentos.

Nesse sentido, alguns experimentos poderão elucidar pontos de discussão que tenham sido dimensionados nesse estudo:

1. Definição do comportamento das marés na região estudada, através de levantamento geo-referenciado e utilização de marégrafo instalado próximo às transversais, possibilitando a descrição precisa da frequência de inundação ao longo do ano.
2. Levantamento da sedimentologia local, esclarecendo com isso a preferência das espécies estudadas por diferentes frações de sedimento. Além disso, a análise da quantidade de macro e micronutrientes existentes nesse sedimento revelarão como a dinâmica da cobertura vegetal responde as condições edáficas do meio.
3. Estudo de dinâmica populacional de plântulas e jovens abaixo do dossel, para se verificar a sucessão ecológica, principalmente nas áreas de transição com a terra-firme.
4. Aprofundar os estudos sobre desenvolvimento vegetativo, através de estudos da fenologia e genética populacional, acoplados com os estudos propostos acima.

10- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIESP. Glossário de Ecologia. **Academia de Ciências do Estado de São Paulo – CNPq/FAPESP. Publicação ACIESP nº 57.** 271p. 1987.

ALMEIDA, R.; CUNHA-LINGNON, N.; COELHO-JR, C. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Ecological processes and conservation of the mangrove ecosystems: the case of Cananéia, São Paulo State, Brazil. **In: Mangrove 2000: Sustainable use of estuaries and mangrove challenge and prospect.** Recife, Pernambuco. CD Room. 2000.

BALL, M. C. Patterns of secondary succession in a mangrove forest of southern Florida. **Oecologia (Berl)**, 44:226-235. 1980.

BALTZER, F. & LAFOND, L. R. Marais Maritimes Tropicaux. **Revue de géographie Physique et de géologie dynamique.** Paris. (2), vol XIII, fasc. 2:173-196. 1971.

BERNINI, E. & REZENDE, C. E. Vegetation structure of the mangrove forest at the estuary Paraíba do Sul river, Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 18, n. 3, 2004.

BOTO, K. G. & J. T. WELLINGTON. Soil characteristics and nutrient status in Northern Australian mangrove forests. **Estuaries**, 7(1): p.61-66. 1984.

BOTELHO, E. R. O. de; DIAS, A. F.; IVO C. T. C. Estudo sobre a ecologia do caranguejo-uça, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturados no estuário do Rio Formoso e Ilhetas, no estado de Pernambuco. **Boletim técnico do CEPENE**, Tamandaré, v. 7, n. 1, p --, 1999.

BUNT, J. S., W. T. WILLIAMS & N. C. DUKE. Mangrove distributions in northeast Australia. **J. Biogeogr.** (9): p.111-120. 1982.

CHAPMAN, V. J. The 1939 Cambridge University expedition to Jamaica. II: A study of the enviroment of *Avicennia nitida* Jacq. **In Jamaica. J. Linn. Soc. Londom**, 52: 448-486. 1944.

CINTRÓN, G.; C. GOENAGA & A. E. LUGO. Observaciones sobre el desarrollo del manglar en costas áridas. **In: MEMORIAS DEL SEMINARIO SOBRE EL ESTUDIO CIENTÍFICO E IMPACTO HUMANO EN EL ECOSISTEMA DE MANGLARES. UNESCO**. p. 18-32. 1980.

CINTRÓN, G. Caracterización y manejo de areas de manglar. **In: Anais do Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste**. Cananéia, SP. ACIESP, Cananéia, São Paulo. Vol. 3: 77-97. 1983.

CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. I. Los manglares de la costa brasileña: Revision preliminar de la literatura. II. Los manglares de Santa Catarina. **Informe técnico preparado para la Oficina Regional de Ciência y Tecnologia para América Latina y el Caribe. UNESCO e UFSC**. 67p. 1981.

CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Methods for studying mangrove structure. **In: The mangrove ecosystem : research methods**. Ed. S.C. Snedaker & J.G. Snedaker, UNESCO, Bungay, United Kingdom. 251 pp. 1984.

CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Características y desarrollo structural de los manglares de norte y sur America. **Ciência Interamericana**, 25 (1-4): 4-15. 1985.

COELHO-JR, C. **Manguezal, desenvolvimento estrutural da cobertura vegetal ao longo de gradientes de inundação, município de Cananéia, São Paulo, Brasil**. Dissertação mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 108pp. 1998.

COELHO-JR, C. **Ecologia de manguezais: zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil**. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 166p. 2003.

COELHO, P. A. Os crustáceos decápodos de alguns manguezais pernambucanos. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 7/8, p. 71-90. 1965/66.

COELHO, P. A.; TORRES, M. F. As Áreas estuarinas de Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 17, p. 67-80. 1982.

COELHO, P. A. & SANTOS, M. A. C. dos. Crustáceos decápodos e estomatópodos do estuário do rio Paripe, Itamaracá-PE. *In*: Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia, v. 3, n. 3, 1989, **Anais...** Maceió, Sociedade Nordestina de Zoologia. p. 43-62. 1989.

CONDEPE. **Município de Tamandaré**. Base de dados do Estado de Pernambuco - BDE. Fonte: IBGE. Recife, 2000.

CPRH. **Diagnóstico preliminar sócio ambiental do litoral sul de Pernambuco**. Recife, p. 85. 1997.

CPRH (1999). **Diagnóstico do Litoral Sul de Pernambuco. Mapa de Uso e Ocupação do Solo. Projeto de Gerenciamento Costeiro de Pernambuco**, CPRH, Governo de Pernambuco. 1999.

CUNHA-LIGNON, M.; ALMEIDA, R. & COELHO-JR, C. Tipos fisiográficos de bosques de mangue de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Anais VII COLACMAR – Congresso Latino Americano sobre Ciência del Mar**. 17-21 de Outubro. Universidade Nacional de Trujillo. Trujillo, Peru. 614-615p. 1999.

CUNHA-LIGNON, M. **Dinâmica do manguezal no sistema de Cananéia-Iguape, estado de São Paulo-Brasil**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 105p. 2001.

DAVIS, J. H. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. **Carnegie Institute Washington Publication**, 517: 303-412. 1940.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; LEÃO, Z. M. A. N. & AZEVEDO, A. E. G. Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geociências** 20(1-4):208-215.1990.

DUARTE, R. X. **Mapeamento do quaternário costeiro do extremo sul do Pernambuco: Área 05-Tamandaré**. Relatório do curso de geologia. Curso de Geologia UFPE, p. 86. 1993.

GALVÃO, I. B. **Estudo das populações microfitoplanctônicas da região sul de Tamandaré, PE, Brasil**. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas)- Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, p. 110. 1996.

GIGLIOLI, M. E. C. & I. THOTNTON. The mangrove swamps of Keneba, lower Gambia River basin. I. Descriptive notes on the climate, the mangrove swamps, and the physical condition of their soils. **J. appl. Ecol.**(2): p.81-103. 1965.

HICKSON, R. G. **Comportamento físico-químico da Baía de Tamandaré**. Monografia (Engenharia de Pesca)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, p. 54. 1980.

HUTCHINGS, P. & SAENGER, P. **Ecology of Mangroves**. University of Queensland Press. 370 pp. 1987.

IBAMA. Unidades de conservação do Brasil. **Parques Nacionais e Reservas Biológicas**. Brasília: v. 1, p. 151-153. 1989.

JIMENEZ, J. A. *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn F. white mangrove. Combretacea. Combretum family. **UNESCO. SO-ITF-SM**. 3:4 p. 1985.

JIMENEZ, J. A. *Rhizophora mangle* (L.) red mangrove. Rhizophoraceae. Mangrove family. **UNESCO. SO – ITF – SM**. 2: 7P. 1985 B.

JIMENEZ, J. A.; LUGO, A. E. & CINTRÓN, G. Tree mortality in mangrove forests. **Biótrop.**, 17 (3): 177-185. 1985.

JIMENEZ, J. A. The structure and function of dry weather mangroves on the Pacific coast Central America, with emphasis in *Avicennia bicolor* forests. **Estuaries**, 13(2): 182-192. 1990.

JIMENEZ, J. A. Los Manglares del Pacifico de Centroamerica. **Heredia, C. R. EFUNA**. 352pp. 1994.

LEEuw J.; DOOL, A. VAN; MUNCK, W. NIEUWENHUIZE, J. & BEEFTINK, W. G. Factors Influencing the Soil Salinity Regime along an Intertidal Gradient. **Est. Ctl. Sh. Sci.**, 32: 87-97. 1991.

LIMA, S. H. A. **Idade, crescimento e alguns aspectos da reprodução de *Stegastes fuscus* Curvier 1830 (Teleostei, Pomacentridae) dos recifes de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, 1997.

LUGO, A. E. & SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **A Rev. Ecol. Syst.**(5): p.39-64. 1974.

LUGO, A. E. & CITRÓN, G. Mangrove forests of Puerto Rico and their management. **In: International Symposium on Biology and Management East-West Center**, 1974, Honolulu, Hawaii, p. 825-846. 1975.

LUGO, A. E. Mangrove ecosystem: Sucessional or steady-state? **Biotrópica**. 12: 65-72. 1980.

MACKEE, K. L., I. ; MENDELSSOHN & M. K. HESTER. Reexamination of pore water sulfide concentration and redox potentials near the aerial roots of *Rhizophora mangle* and *Avicennia germinans*. **Am. J. Bot.**, 75: 1352-1359. 1988.

MACNAE, W. Zonation within mangroves associates with estuaries in North Queensland. **In: Estuaries, Lauff, G. H. ed. Am. Ass, Adv. Sci.**, pp. 432-441. 1968.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Coral Reefs of Brazil: na overview. *In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM*, 8., 1997 United States of America. **Proceedings.....** United States of America, v. 1, p. 263-274. 1997.

MENGHINI, R. P. **Ecologia de Manguezais: Grau de Perturbação e Processos Regenerativos em Bosque de Mangue da Ilha Barnabé, Baixada Santista, São Paulo, Brasil.** Dissertação (mestrado)- Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 96. 2004.

MOURA, R. T. **Biomassa, produção primaria do fitoplâncton e alguns fatores ambientais da Baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, p. 290. 1991.

MOURA, R. T. & PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa Fitoplanctônica na Baía de Tamandaré, Rio Formoso - Pernambuco, Brasil. **Trab. Oceanog.** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, v. 23, p. 1 -15, 1995.

NASCIMENTO-FILHO, G. A. **Proposta de metodologia para análise do grau de perturbação em áreas impactadas no Canal de Santa Cruz.** Monografia (especialização)- Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, p. 22. 2004.

NASCIMENTO, S. A.; MELO, C. A. R. & BOMFIM, L. **Estudo da importância do Apicum para o Ecossistema Manguezal.** Relatório Técnico preliminar. Administração Estadual de Meio Ambiente. 27 p. 1993.

ODUM, H. T. Work circuits and system stress. *In: H. E. Young (ed.). Symposium on Primary Productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems.* Univ. of Marine Press. Orono. Maine. Pp 81-138. 1967.

PALING, E. I. **The ecological significance of Blue-Green algal Mats in the Dampier mangrove ecosystem.** Technical series. V.2 Department of conservation and environment. University of Western Austrália 131p. 1986.

PELLEGRINI, J. A. C.; SOARES, M. L. G. & CORREA, F. M. Caracterização preliminar de um apicum associado ao manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **In: Anais do III Simpósio sobre Oceanografia – IOUSP.** São Paulo, Resumos. p. 143. 1996.

PELLEGRINI, J. A. C. **Caracterização da Planície Hipersalina (Apicum) Associada a um Bosque de Mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – RJ.** Dissertação (mestrado) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p. 101. 2000.

PEREIRA, S. C. **Variação Espacial do Ouriço-do-mar *Echinimeta lucunter* (Linnaeus, 1758) ao Longo do Complexo Recifal de Tamandaré-PE.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, p. 60. 2001.

PERIA, L. C. S.; FERNANDES, P. P. C. P.; MENEZES, G. V.; GRASSO, M. & TOGNELA, M. M. P. Estudos estruturais comparativos entre bosques de mangue impactados (Canal de Bertioga) e não impactados (Ilha de Cardoso) estado de São Paulo. **In: Simpósio de Ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira. Estrutura função e manejo, 2., 1990, Águas de Lindóia. Anais.....Águas de Lindóia, ACIESP. V. 2, p. 183-193. 1990.**

PIRES, I. O. Determinação do coeficiente fotossintético em áreas de manguezal e sua relação com índices digitais de imagens de satélite: APA-Guapimirim, Rio de Janeiro. **Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira.** Pub. ACIESP, 87 (1): 176-187. 1994.

PONTE, A. C. E.; FONSECA, I. A. Z. & CLARO, S. M. C. A. Estrutura de manguezal de Itaguapé. **In: Anais do II Simpósio sobre Oceanografia – IOUSP.** São Paulo. Resumos. pp.113. 1991.

RAMSAR CONVENTION BUREAU. Ramsar Handbook for the wise use of wetlands. Handbook 6: Promoting the conservation and wise use of wetlands through communication, education and public awareness – **The Outreach Programme of the Convention on Wetlands.** San José, Costa Rica, 36p. 2000.

REITERMAJER, D.; VIANA, J. C.; QUEIROZ, A. F. S. ; BARBOSA, R. M.; ROCHA, S. A. & SOUZA, J. B. Caracterização da distribuição da matéria orgânica em zonas de manguezais do estuário do rio de Sauípe/Entre Rios –BA. **In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Águas de Lindóia, São Paulo.** Pp. 195-200. 1998.

RIDD, P. V. & SAM, R. Profiling Groundwater Salt Concentrations in Mangrove Swamps and Tropical Salt Flats. **Est. Ctl. Sh. Sci.** 43: 627-635. 1996.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fitossociologia. *In:* Sampaio, E. V. S. B; Mayo, S. I; Barbosa, M. R. V. **Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso, Perspectivas.** Recife, Sociedade Botânica do Brasil - Seção Regional de Pernambuco. p. 203-224. 1996.

SANTOS, M. A. C. dos. **Crustáceos decápodos de substratos móveis do mediolitoral do estuário do rio Paripe - Itamaracá - PE - Brasil.** Dissertação (doutorado)-Universidade Federal de Pernambuco, p. 127, 2001.

SANTOS, M. C. F. V.; ZIEMAM, J. C. & ARAUJO, D. S. D. Hypersaline Intertidal Habitats on the coast of Maranhão, Northen Brazil: An Introduction. **Bol. Lab. Hidrob. São Luis**, 9:73-82. 1996.

SANTOS – FILHO, I. L. **Geologia e Geofísica da área de Tamandaré – PE, Recife**, 54p. Relatório final (curso de Geologia) Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1969.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y & CINTRÓN, G. Guia para estudo de áreas de manguezal, estrutura, função e flora. **Caribbean Ecological Research**, 1986. São Paulo, 150p. + 3 apêndices.1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezais brasileiros: região sudeste-sul. **In: Anais do Simpósio sobre ecossistemas brasileiros da costa sul e sudeste: síntese dos conhecimentos, Cananéia, São Paulo.** ACIESP, Cananéia, São Paulo, Vol I: 78 p. 1987.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R. & CAMARGO, T. M. Variability of Mangrove ecosystems along the brazilian coast. **Estuaries**. (13) 2: 204-218. 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN-MOLERO, G. Mangrove of arid enviroment of Latin América. **Towards the rational use of high salinity tolerant plants**. Vol I: 107-116. 1993.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; PERIA, L. C. S.; MENEZES, G. V.; GRASSO, M.; SOARES, M. G. L. & TOGNELLA, M. M. P. Manguezais Brasileiros, Caravelas Estado da Bahia. **Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira**. Pub. ACIESP, 87 (1): 324-332. 1994.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; COELHO-JR, C. & SOARES, M.L.G. BIOMA em Maragogipe, Recôncavo baiano, Bahia, Brasil. **VII Congresso Nordestino de Ecologia, Ilhéus – Bahia**. 1997.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G. & DE-ROSA, M. T. Brazilian Mangroves. **Aquat. Ecosis. Healt. And Manag.** 3 (2000) 561-570. 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema que ultrapassa suas próprias fronteiras. *In: Congresso Nacional de Botânica*, 53., 2002, Recife, p. 34-37. 2002.

SCHULER, C. A. B.; ANDRADE, V. C. & SANTOS, D. S. O manguezal: composição e estrutura. *In: BARROS, H. M.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MACEDO, S. J. & LIMA, T.* (eds)). Gerenciamento Participativo de estuários e manguezais. Ed. Universitária da UFPE. p. 27-38. 2000.

SEMENIUK, V. Mamgrove distribuction in the northwestern Australia in relationship to regional and freshwater drainage. **Vegetatio** (53): 11-31. 1983.

SILVA, M. A. B.; BERNINI, E.; CARMO, T. M. S. Structural characteristics of the mangrove forests at São Mateus River Estuary, Espírito Santo State, Brazil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 19, n. 3, 2005.

SMITH III, T. J. Forest structure. *In: Robertson, A. I. and Alongi, D. M. (eds): Tropical Mangrove Ecosystem.* Washington, American Geophysical Union, p. 101-136. 1992.

SNEDAKER, S. C. Mangrove species zonation: why? *In: Tasks for vegetation science.* Ed. D. N. Sem. And K. S. Rajpurohit, (2) 1: pp 111-125. 1982.

SOARES, M. L. G. **Estudo da Biomassa Aérea de Manguezais do Sudeste do Brasil –Análise de modelos.** Tese doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 294 p. 1997.

SOARES, M. L. G.. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, São Carlos, v. 59, n. 3, 1999.

SOUZA, M. M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Tipos fisiográficos dos manguezais de Suape –PE – Brasil: estrutura da vegetação e sedimento. *In: Mangrove 2000 – Sustentabilidade de estuários e manguezais: desafios e perspectivas.* Trabalhos completos. Recife, CD – ROM, p. 1-11. 2000.

SOUZA, M. M. A. & SAMPAIO, E. V. S. B. Variação Temporal da Estrutura dos Bosques de Mangue de Suape - PE após a Construção do Porto. **Acta bot. bras.** 15(1): 1-12. 2001.

TROPICAL NET. **Tamandaré.** Disponível em: www.tamandare-pe.com.br Acesso em: 21 de Abril de 2006.

TOMLINSON, P. B. The Botany of Mangroves. **Cambridge University Press. New York.** Vol I. 170 p. 1986.

TWILLEY, R. R.; SNEDAKER, S. C.; YÁÑES-ARANCIBIA, A. & MEDINA, E. Biodiversity and ecosystem processes on tropical estuaries: perspectives of mangrove ecosystem. **In: MOONEY, H. A.; CUSHMAN, J. H. & MEDINA, E. et al.** (eds.): *Functional Roles Biodiversity: A global perspective*, p 327-370. 1996.

TWILLEY, R. R. & J. W. DAY-JR. The productivity and nutrients cycling of mangrove ecosystem. **In: A. YÁÑEZ-ARANCIBIA Y A. L. LARA-DOMINGUEZ** (eds). *Ecosistemas de Manglar em América Tropical*. Instituto de Ecología, A. C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD. USA. p. 127-152. 1999.

VIEIRA, D. A. N. **Macrozooplâncton recifal da Baía de Tamandaré, Pernambuco-Brasil**. Tese de doutorado - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, p. 96. 2000.

YOKOYA, N. S. Distribuição e origem. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal-ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, p. 9-12, 1995.

WALSH, G. E. Mangroves forests: a review. **In: R. J. Reimold & W. H. Ed. Queen. Ecology of Halophytes**. Academic Press, Inc. 605 p. 1974.

WATSON, J. G. Mangrove forests of Malay Peninsula. **Malayan Forest Record**, 6 : 1 – 275. 1928.

WELLS, A. G. Mangrove vegetation of northern Australia. **In: Mangrove ecosystem in Australia structure, function and management**. CLOUGH, B. F. (ed.). University Press. p. 57-78. 1982.

