

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ESTUÁRIO DE BARRA DAS JANGADAS/PE: ANÁLISE ESPAÇO
TEMPORAL E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO
DE MANGUE**

Mariana Pessôa Coelho

**Recife
2013**

**ESTUÁRIO DE BARRA DAS JANGADAS/PE: ANÁLISE ESPAÇO
TEMPORAL E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO
DE MANGUE**

MARIANA PESSÔA COELHO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres

Recife
2013

Catlogação na fonte
Bibliotecária Divonete Tenório Ferraz Gominho, CRB4-985

C672e Coelho, Mariana Pessôa.
Estuário de Barra das Jangadas/PE: análise espaço temporal e
caracterização estrutural da vegetação de mangue. / Mariana Pessôa
Coelho. – Recife: O autor, 2013.
101 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Fernanda Abrantes Torres.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.
CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Geografia. 2. Ecossistemas. 3. Manguezais. 4. Vegetação. 5.
Mapeamento ambiental. I. Torres, Maria Fernanda Abrantes. (Orientador).
II. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (CFCH2013-59)

Mariana Pessôa Coelho

**ESTUÁRIO DE BARRA DAS JANGADAS/PE: ANÁLISE ESPAÇO
TEMPORAL E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO
DE MANGUE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Janaína Barbosa da Silva
Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XII
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
3 OBJETIVO	26
4 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	27
5 MATERIAL E MÉTODOS	33
5.1 MAPEAMENTO	33
5.1.1 Processamento Digital das Imagens – PDI	33
5.1.2 Classificação Supervisionada	34
5.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS	35
5.2.1 Dados Abióticos	38
5.2.1.1 Temperatura do solo; temperatura e umidade relativa do ar; salinidade da água intersticial	38
5.2.1.2 Análise de sedimento	38
5.2.1.2.1 Análise granulométrica	39
5.2.1.2.2 Análise química	39
5.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO	40
6 RESULTADOS	44
6.1 ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL	44
6.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS	49
6.2.1 Dados Abióticos	49
6.2.1.1 Temperatura do solo; temperatura e umidade relativa do ar; salinidade da água intersticial	49
6.2.1.2 Análise físico-química dos sedimentos	50
6.3 CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO	53
6.3.1 Sítio A	53
6.3.2 Sítio B	54
6.3.3 Sítio C	55

6.3.4 Sítio D	56
6.3.5 Relação estrutural entre os sítios estudados	57
6.3.6 Classificação das florestas de mangue	67
7 DISCUSSÃO	70
7.1 ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL	70
7.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS	73
7.3 CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO	77
7.4 PANORAMA AMBIENTAL	84
8 CONCLUSÕES	88
REFERÊNCIAS	90

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de estar nesse mundo e conviver com pessoas tão especiais.

Aos meus pais que me deram a vida e que me ensinaram a viver, em tão pouco tempo juntos ou o tempo suficiente para seguir. Saudades de tudo, sempre.

À minha família que em todos os momentos esteve e está comigo, em especial minha vó, minha tia Valda, meu tio Meireles, minha prima-irmã Malu, Izabel, Pedro Lumumba, tia Elizabeth, tio Antônio e minha querida e corajosa sogra, Nita. Eles que sempre acreditaram e torceram por mim. Obrigada!

Ao manguezal do estuário de Barra das Jangadas onde pude ampliar meus conhecimentos, colocar o pé na lama, crescer! “Rios, pontes e overdrives - Impressionante as estruturas de lama... Mangue, Mangue, Mangue!”

Aos meus amigos da universidade, em especial: Fernanda Gomes, Nelson Wilker (Juninho), Marcondes Marroquim, Cassandra Oliveira, Talita Amanda e claro, ao “Pseudo” Alexandre.

À Fátima Verônica Vila Nova e Neiva Marion Guimarães de Santana pela amizade construída nesses dois anos e que eu sei que se perpetuará por muitos outros. Agradeço pela ajuda sempre presente, pelos puxões de orelha, pelas discussões, pelos risos e por nossas aventuras entre mangues e apicuns. Meninas, que Deus que as abençoe e as proteja sempre. Contem comigo!

À minha orientadora Professora Doutora Maria Fernanda Abrantes Torres, pela paciência, pelos risos, reclamações, elogios, carinho, pelas conversas e principalmente a toda dedicação sempre a mim demonstrados.

À UFPE, pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

Ao Bioma e todos os seus integrantes pela parceria estabelecida nesses últimos anos e na certeza que ela só tem a progredir e gerar bons frutos.

Ao Sergeo, em especial a professora Josiclêda Galvêncio, que sempre está à disposição do conhecimento.

À Professora Doutora Janaína Barbosa pela ajuda sempre a mim dedicada.

À Facepe pelo apoio financeiro ofertado desde o início desse projeto.

À escola José Vilela, em especial: Maria Luciene, Anselmo Cabral, Ana Paula Souza, Manuela Travasso e Williams Gomes. Obrigada por todos os ensinamentos a mim conferidos. Vocês estão no meu coração.

À colônia de pescadores de Barra de Jangada/PE, pela sempre disposição em ajudar quando precisei, em especial ao Sr. Nado, que me recebeu com disposição para encarar minhas aventuras pelos rios e mangues.

Ao IPA, Instituto Agronômico de Pernambuco, em especial à Doutora Cristina Lemos, pelo apoio, incentivo e dedicação prestados às análises da minha pesquisa.

Ao Instituto de Pesquisas Hidroviárias – INPH, pela disponibilidade dos dados solicitados, em especial aos Srs. Domenico e Paulo Montenegro pela presteza a mim conferida.

E a Samuel Moraes, pela alegria, companheirismo, confiança, paciência e coragem de sair do conforto do seu lar, para viver essa aventura diária que é conviver com alguém. Te amo querido.

RESUMO

Em Pernambuco as treze principais áreas estuarinas foram transformadas em reservas biológicas e definidas como áreas de proteção ambiental. O estuário de Barra das Jangadas, que compreende os rios Pirapama e Jaboatão, localizado entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes/PE e Cabo de Santo Agostinho/PE, é considerado um dos mais importantes do estado. Assim, este estudo buscou compreender os aspectos da composição, estrutura e comportamento espaço temporal da vegetação no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE, visando contribuir para o desenvolvimento sustentável de seus recursos, facilitando futuras ações de gestão e monitoramento. Para avaliar o comportamento espaço temporal da vegetação foram analisadas imagens de satélite Landsat 5, dos anos de 1989, 1999 e 2011, utilizando a Classificação Supervisionada. Em relação à caracterização estrutural do bosque de mangue foram demarcados dois sítios no rio Jaboatão (A e D) e dois no rio Pirapama (B e C) e adotada a metodologia das parcelas múltiplas. O resultado do mapeamento espaço temporal permitiu observar o adensamento da vegetação de mangue, que em 1989 abrangia uma área de 712 ha, expandindo para 790 ha no ano de 1999 e totalizando 843 ha em 2011. No que se refere à área urbana e o solo exposto, observou-se um aumento entre 1989 e 1990, passando de 249,4 ha para 336,8 ha e retração em 2011, quando abrangeu 223,3 ha. Os resultados da caracterização estrutural da vegetação demonstraram que as espécies não apresentaram um padrão de zonação definido, tendo *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn apresentado maior valor de importância, seguida por *Rhizophora mangle* L, *Avicennia germinans* (L.) Stearn. e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. A análise estrutural ainda indicou que os valores de densidade de troncos vivos variaram entre 750 e 1.675 ind/ha. Os indivíduos apresentaram altura média oscilando de 4,9 a 9,0 m e DAP médio entre 41,75 e 59,17 cm, com maior contribuição de área basal na classe de diâmetro > 10,0 cm, indicando o bom desenvolvimento estrutural do bosque.

Palavras-chave: Ecossistema manguezal, mapeamento, estrutura da vegetação, análise ambiental

ABSTRACT

In Pernambuco the thirteen major estuarine areas were transformed into biological reserves and defined as environmental protected areas. The Barra das Jangadas estuary, comprising rivers Pirapama and Jaboatão, located between the towns of Jaboatão dos Guararapes/PE and Cabo de Santo Agostinho/PE, is considered one of the most important of the state. Thus, this study sought to understand aspects of the composition, structure and behavior timeline of vegetation in the mangrove of Barra das Jangadas/PE estuary, to contribute to the sustainable development of its resources, facilitating future management actions and monitoring. To evaluate the timeline of vegetation Landsat 5 satellite images were analyzed for the years 1989, 1999 and 2011, using Rating - Supervised. Regarding the structural characterization of mangrove forest were demarcated two sites on the river Jaboatão (A and D) and two on the river Pirapama (B and C) and adopted the methodology of multiple tranches. The result of the mapping timeline allowed to observe the density of mangrove vegetation, which in 1989 covered an area of 712 ha, expanding to 790 ha in 1999 and 843 ha total in 2011. With regard to the urban area and exposed soil, there was an increase between 1989 and 1990, from 249,4 to 336,8 ha and retraction in 2011 when covered 223,3 ha. The results of the structural characterization of vegetation demonstrated that species does not show a standard set of zonation, having *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn presented greater importance value, followed by *Rhizophora mangle* L, *Avicennia germinans* (L.) Stearn. and *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. Structural analysis also indicated that the density values of trunks living varied between 750 and 1.675ind/ha. Specimens had an average height ranging from 4,9 to 9,0 m and DAP between 41,75 and 59,17 cm, with a greater contribution of basal area on diameter class > 10,0 cm, indicating good structural development of the forest.

Keywords: Mangrove ecosystem, mapping, vegetation structure, environmental analysis.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização espacial do sistema estuarino de Barra das Jangadas/PE.	28
FIGURA 2 - Climograma da região metropolitana do Recife para o ano de 2012.	29
FIGURA 3 - Taxa de crescimento em (%) do Brasil, Nordeste, Pernambuco, Jaboatão dos Guararapes e Cabo de Santo Agostinho durante o período de 2000 a 2010.	31
FIGURA 4 - (A) Vista aérea dos manguezais dos rios Jaboatão e Pirapama em Janeiro de 2009; (B) Construções de grande porte que ameaçam restinga no estuário de Barra das Jangadas/PE.	32
FIGURA 5 - Exemplo de localização correta das parcelas em uma área de estudo.	35
FIGURA 6 - Localização espacial dos sítios analisados no estuário de Barra das Jangadas/PE.	37
FIGURA 7 - Cano de PVC para coleta da água intersticial.	38
FIGURA 8 – Amostrador (Ferramenta para coleta dos sedimentos)	39
FIGURA 9 - Evolução espaço temporal da vegetação, em hectares, no estuário de Barra das Jangadas/PE.	45
FIGURA 10 - Percentual de evolução da vegetação nos anos analisados no estuário de Barra das Jangadas/PE.	46
FIGURA 11- Evolução espaço temporal do solo exposto/ área urbana e dos bancos lamosos, em hectares, do estuário de Barra das Jangadas/PE.	47
FIGURA 12 - Percentual de evolução do solo exposto/ área urbana e dos bancos lamosos, em hectares, do estuário de Barra das Jangadas/PE.	47
FIGURA 13 - Variação espaço temporal do uso e ocupação da terra no estuário de Barra das Jangadas/PE nos anos de 1989, 1999 e 2011.	48
FIGURA 14 - Relação entre os dados de temperatura (C°) e umidade relativa (%) do ar nas parcelas analisadas do manguezal de Barra das Jangadas/PE.	50
FIGURA 15 - Percentual da granulometria dos sedimentos nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.	51
FIGURA 16 - Teores de pH, Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), Na (Sódio), K	52

(Potássio) encontrados nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

FIGURA 17 - Números de troncos vivos (m^2/ha) nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 59

FIGURA 18 - Densidade de troncos vivos por espécie nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 59

FIGURA 19 – Altura média e altura do dossel dos indivíduos que compõem as parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 60

FIGURA 20: Área basal dos troncos vivos por espécies das parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 61

FIGURA 21 – Área basal média dos troncos vivos das parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 61

FIGURA 22 - Área basal dos troncos vivos por classe de diâmetro das parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 62

FIGURA 23 – Troncos mortos ou com características de corte nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 63

FIGURA 24 - Percentagem dos indivíduos com características de corte por espécie nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 64

FIGURA 25 - Relação entre a densidade e DAP médio dos troncos que compõem as parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 64

FIGURA 26 - Densidade relativa das espécies encontradas nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 65

FIGURA 27 - Dominância relativa das espécies encontradas nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 65

FIGURA 28 - Frequência relativa por espécie nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 66

FIGURA 29 - Valor de importância por espécie nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE. 66

FIGURA 30 - Sítio A: (A) Armadilha do tipo redinha na parcela 1; (B) Vista parcial e os cortes na vegetação.	67
FIGURA 31 - Sítio B: (A) Vista Parcial; (B) Restinga presente próximo à parcela 2.	68
FIGURA 32 - Desmatamento adjacente ao sítio C.	68
FIGURA 33 - Sítio D: (A) Presença de resíduo sólido (Tubo de televisão); (B) Ocorrência de clareira; (C) Indivíduos em processo de colonização.	69
FIGURA 34 - Complexo de Turismo e Lazer da Praia do Paiva/PE.	86

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - População residente no Brasil, Nordeste, Pernambuco, nos municípios de Jaboatão e Cabo de Santo Agostinho, e seus respectivos bairros adjacentes nos anos de 2000 e 2010.	31
TABELA 2 - Dia da coleta, altura e horário das marés correspondentes as parcelas analisadas no estuário de Barra das Jangadas/PE.	36
TABELA 3 - Horário e altura das marés para o Porto do Recife/PE correspondente às horas e datas do imageamento.	44
TABELA 4 - Variação espaço temporal da área de vegetação, em hectares, no estuário de Barra das Jangadas/PE nos anos de 1989, 1999 e 2011.	45
TABELA 5 - Valores correspondentes às análises dos dados abióticos, horários e alturas da maré, além da data das amostragens, nas diferentes parcelas estudadas no estuário da Barra das Jangadas/PE.	49
TABELA 6 - Granulometria dos sedimentos nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.	51
TABELA 7 - Teores de pH, Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), Na (Sódio), K (Potássio) além de S (Soma das bases) encontrados nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.	52
TABELA 8 - Densidade, área basal e área basal média dos troncos vivos, altura média, altura desvio padrão, altura do dossel e DAP médio das parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.	60
TABELA 9 - Percentagem por espécie de área basal (dominância), à esquerda; e número de indivíduos (densidade) à direita; nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.	62
TABELA 10 - Valores de área basal (m ² /ha) dos troncos vivos por classe de diâmetro nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.	63

1 INTRODUÇÃO

O litoral brasileiro, uma estreita região costeira composta por terraços marinhos, planícies deltaicas, estuarinas e litorâneas, em seu conjunto, possui cerca de 7.408 km de extensão e abriga boa parte dos principais centros econômicos, turísticos, comerciais e residenciais do país. Essa região abriga importantes ecossistemas, destacando-se, dentre estes, o estuarino (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

Os sistemas estuarinos são os principais exportadores de nutrientes para região costeira, pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem e podem vir a receber aportes significativos derivados de ações antrópicas. Desempenham papéis ecológicos importantes, como exportadores de nutrientes e matéria orgânica para águas costeiras adjacentes, habitat vital para espécies de importância comercial. Todo esse aporte de nutrientes (matéria prima imprescindível para a produção primária) coloca os estuários entre os sistemas mais produtivos do mundo, com altas taxas de produção primária e teores de biomassa autótrofa e heterótrofa. Compreendem também outros sistemas, como os deltas de rios e os manguezais (CLARK, 1996; BRAGA et al., 2000 e PEREIRA FILHO et al., 2001).

O manguezal é um ecossistema costeiro que se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais, incidem principalmente em áreas abrigadas sendo considerado um sistema aberto por suas trocas significativas de materiais e organismos com os ecossistemas terrestre, oceânico e ambiente atmosférico (LUGO, 2002).

De acordo com o Atlas de Manguezais (SPALDING et al., 1997), este ecossistema representa 8% de toda a linha de costa do planeta e um quarto da linha de costa da zona tropical, perfazendo um total de 181.077 km². Está presente em quatro continentes e seis regiões geográficas do planeta, com maior ocorrência na América Central e Caribe, Índia, Península da Indochina, Brasil e Austrália (FONSECA; ROCHA, 2001).

Em escala global são limitados, de maneira geral, pela temperatura, mas na escala regional, a área e a biomassa dos bosques podem variar com relação às condições hidrológicas e oceanográficas, ou seja, em função das diversas condições climáticas e outras variáveis oceanográficas, podendo assumir características

específicas aos diversos compartimentos geoambientais encontrados pelo mundo (LABOMAR UFC/ISME-BR, 2005).

Ao longo do litoral brasileiro apresenta distribuição descontínua, desde Oiapoque, estado do Amapá (4°30'N), até seu limite sul na Praia do Sonho, em Santa Catarina (28°53'S), podendo apresentar um *continuum* de feições distintas em função do perfil da linha de costa e das frequências e amplitude das marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002; KJERFVE; LACERDA, 1993).

A esse ambiente halófilo da zona entre marés associa-se cobertura vegetal típica, com desenvolvimento de flora especializada, caracterizada por espécies arbóreas que lhe conferem fisionomia peculiar (feição “mangue”). Esta feição está exposta ao ritmo das marés, exportando material particulado (folhas, galhos, propágulos) a ser decomposto nos corpos d’água adjacentes (rios, estuários, águas costeiras). Nas porções mais internas do manguezal, caracterizadas por relevo ora mais elevado (feição “apicum”) ora por depressões, a serapilheira acaba sendo decomposta no próprio local, propiciando exportação de matéria orgânica dissolvida, de grande valor ecológico para área que extrapola a do próprio ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

Segundo Walsh (1974), o melhor grau de desenvolvimento do manguezal dependeria de cinco requisitos: (1) temperaturas tropicais, com média do mês mais frio superior a 20°C; (2) substratos predominantemente lodosos, constituídos de silte e argila e alto teor de matéria orgânica; (3) áreas abrigadas, livres da ação de marés fortes; (4) presença de água salgada, pois as plantas de mangue são halófitas facultativas e dependem desse requisito para competir com as glicófitas que não toleram salinidade; (5) obedecendo às variações das marés.

Lugo e Snedaker (1974), Cintrón e Schaeffer-Novelli (1982), Lacerda (1984), Primavera (1998) Dittmar et al. (2006), destacam as importantes funções deste ecossistema:

- sustentam a teia trófica costeira, por ser fonte de detritos (matéria orgânica) para águas costeiras adjacentes;
- servem como área de refúgio, alimentação e reprodução para muitas espécies animais, incluindo as de valor econômico;
- protegem as zonas costeiras contra erosão;

- imobilizam substâncias poluentes, como os metais pesados;
- produzem bens e serviços que são utilizados pelas comunidades locais;

O manguezal se constitui, portanto, em ecossistema chave, cuja preservação é essencial para o funcionamento de outros ecossistemas maiores e mais diversos, que se estendem além dos seus limites (DINERSTEIN, 1995).

No Brasil são protegidos pelo Código Florestal sob a lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, e reconhecidos como Áreas de Preservação Permanente, mas encontram-se ameaçados devido a diversos fatores como: a expansão de áreas urbanas e portuárias, turismo e pesca predatórias, poluição por derramamento de petróleo e esgotos domésticos ou industriais, aterros e construção civil, extração de madeira e a carcinicultura desordenada e ilegal (SOUSA, 2011).

Segundo Vanucci (2002), os fatores citados acima são responsáveis pela eliminação de uma fração apreciável de áreas de manguezal no Brasil.

A falta de planejamento do desenvolvimento urbano e industrial vem trazendo, como consequência, a destruição sistemática dos ecossistemas costeiros, os quais constituem os grandes berçários naturais, tanto de espécies características desses ambientes como de outros animais que migram para essa região durante a fase reprodutiva (SERAFIM; HAZIN, 2005).

As treze principais áreas estuarinas do litoral do estado de Pernambuco foram transformadas em reservas biológicas (Lei nº 6.938/81), e definidas como áreas de proteção ambiental, através da Lei nº 9.931 de 11 de dezembro de 1986. A "Lei de Proteção de Áreas Estuarinas", como ficou conhecida, não chegou a ser regulamentada no prazo de 180 dias, conforme previa o seu Art. 9º. Em junho de 2003, o Governo de Pernambuco criou um grupo de trabalho Interinstitucional para a regulamentação da lei 9.931 (CANDEIAS et al., 2008).

A primeira estimativa de área ocupada por manguezais em Pernambuco foi proposta por Coelho e Torres (1982) que, baseados em fotografias aéreas de 1970/71, calcularam que a extensão territorial ocupada pelo ecossistema no estado era de 17.372 hectares. Anos mais tarde Monteiro et al. (2004), por meio de imagens de satélite, descobriram que a área ocupada por mangue no ano de 2004 era de aproximadamente 16.139 hectares, ocorrendo nos baixos cursos das grandes bacias de drenagem e na desembocadura de pequenos rios litorâneos ao longo da costa.

Segundo Coelho et al. (2004), em Pernambuco o manguezal se estende desde o nível médio das marés até o nível médio das preamares, entre 1,0 e 2,0 m de altitude sobre o nível médio do mar e a altitude de 1,0 m das cartas terrestres. A estrutura da floresta está composta principalmente pelo “mangue vermelho” *Rhizophora mangle* L., “mangue preto ou siriúba” *Avicennia schaueriana* Stapf. e Leechmam, *Avicennia germinans* L., pelo “mangue branco” *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. e o “mangue de botão” *Conocarpus erectus*.

A desembocadura conjunta dos rios Jaboatão e Pirapama, localizado entre os bairros de Barra de Jangada e Pontezinha, em Jaboatão dos Guararapes e Ponte dos Carvalhos, no Cabo de Santo Agostinho, constitui o estuário de Barra das Jangadas, um dos mais importantes do Estado de Pernambuco (CONDEPE-FIDEM, 1996). Segundo Noriega et al. (2005) sofre forte pressão demográfica, recebendo ainda expressiva quantidade de resíduos industriais, sobretudo provenientes de atividades sucroalcooleira, produtos alimentares, têxteis, entre outras.

Tendo em vista a importância dos manguezais, este trabalho buscou caracterizar a composição estrutural e funcional do bosque de mangue, no manguezal do estuário de Barra das Jangadas, em sua porção conhecida como Ponta Cabo, procurando compreender a dinâmica do ecossistema e suas condições ambientais, além de identificar as variações espaço temporais da vegetação estuarina.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O ecossistema manguezal tem sido estudado no Brasil sob variados aspectos, tais como: caracterização estrutural, funcional, padrões de zonação, variação espaço temporal da vegetação por meio do sensoriamento remoto, aferições de grau de perturbação, determinação da vulnerabilidade ambiental, dentre outros.

O sensoriamento remoto tornou-se uma importante ferramenta para caracterizar e analisar paisagens, especialmente em ecossistemas tropicais (MORAN et al., 1994; BRONDIZIO, 2002; WOOD et al., 2002).

Lignon (2001) caracterizou a dinâmica dos bosques de mangue do Sistema Cananéia-Iguape/SP, a partir do levantamento de imagens digitais, dinâmica de feições sedimentares, além da estrutura da vegetação e topografia. O estudo comprovou a ocorrência de zonação nos bosques de mangue em feições sedimentares ao longo do gradiente de deposição sedimentar.

Costa et al. (2006), por meio das técnicas de sensoriamento remoto e de dados ambientais coletados em campo, avaliaram as potencialidades e fragilidades dos manguezais inseridos no Pólo Ecoturístico da Floresta dos Guaras no Estado do Maranhão, onde verificou-se que o desenvolvimento da infraestrutura regional atualmente constitui uma grande pressão ambiental, descaracterizando as paisagens naturais e causando impactos ambientais nestas áreas.

Em um projeto intitulado “Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade de Manguezais em Áreas Protegidas no Brasil”, Zagaglia et al. (2007) buscaram realizar, através do Centro de Sensoriamento Remoto, o mapeamento dos manguezais em alguns mosaicos pré-definidos na ilha de Santa Catarina. O estudo se baseou em imagens ortoretificadas dos sensores TM e ETM+, tendo como objetivo subsidiar a quantificação das áreas de manguezais, bem como das porções desses ecossistemas protegidos pelos limites de Unidades de Conservação e Áreas de Proteção.

Candeias et al. (2008), por meio da análise de imagens associando índices espectrais e combinações coloridas, realizaram um reconhecimento das feições que compõem a área do complexo estuarino de Itamaracá.

No intuito de quantificar a participação da aquicultura na conversão de áreas de mangue em viveiros de cultivo nos manguezais do litoral norte de Pernambuco,

Guimarães et al. (2010) realizaram uma análise espaço-temporal das áreas de manguezal, utilizando técnicas de sensoriamento remoto. Os autores concluíram que entre os anos de 1973 e 2005 houve uma redução de 2.052 ha de mangue, entretanto a contribuição da aquicultura na conversão da vegetação em viveiros de cultivo foi de 197 ha, menos de 10% do total da área estudada.

Vila Nova, Coelho e Torres (2011) analisaram o fragmento de mangue, no manguezal do Pina/PE, com ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, visando conhecer a caracterização espacial e o efeito de borda no mesmo, a fim de subsidiar estratégias de conservação.

Silva et al. (2011) realizaram a classificação geomorfológica dos estuários pernambucanos, por meio de sensoriamento remoto, utilizando imagens de satélite Landsat 5/TM. Os autores identificaram três tipos de estuário: o tipo planície costeira, os constituídos por barra, onde se enquadra o estuário de Barra das Jangadas, e por fim os estuários restantes, aqueles que não estão inseridos nas categorias anteriormente citadas.

Silva (2012) realizou estudos relacionados ao ecossistema manguezal do Estado de Pernambuco utilizando imagens de satélite para a análise espaço temporal da vegetação de mangue, bem como a espectrorradiometria aplicada à vegetação e apicuns.

É sabido que a caracterização estrutural da vegetação do manguezal constitui valiosa ferramenta no que concerne à resposta desse ecossistema às condições ambientais existentes, bem como aos estudos e ações que levam à conservação do ambiente (SOARES, 1999).

Alguns estudos que discorrem sobre a composição e estrutura dos bosques de mangue no Brasil vêm sendo desenvolvidos e dentre eles destacam-se os trabalhos de Soares (1999), Soares et al. (2003), Deus et al. (2003), Bernini e Rezende (2004), Menghini (2004), Silva; Bernini e Carmo (2005), Matni et al. (2006), Menghini (2008), Soares et al. (2008), Sales et al. (2009), Bernini e Rezende (2010), Kilca et al. (2011), Lignon et al. (2011), Calegario (2012) e Santos et al. (2012).

De acordo com os trabalhos relacionados a seguir das regiões Sul e Sudeste, é observado que esta última destaca-se com um número considerável de estudos acerca da caracterização estrutural de bosques de mangue.

A estrutura vegetal e o grau de perturbação dos manguezais da lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, foram estudados por Soares (1999), por meio da metodologia

de parcelas múltiplas proposta por Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986), sendo também analisada a variação temporal a partir de imagens aéreas. O mesmo identificou uma grande variedade no desenvolvimento estrutural do bosque entre os diversos pontos de amostragem, sendo essa heterogeneidade considerada um forte indicador de área alterada.

Soares et al. (2003) realizaram a caracterização estrutural e funcional dos bosques de mangue na baía da Guanabara, Rio de Janeiro. O trabalho apresentou resultados relacionados à ação de tensores que determinam diferentes graus de degradação e estágios de regeneração (sucessão secundária) das parcelas estudadas.

A estrutura da vegetação do manguezal do estuário do rio Paraíba do Sul/RJ foi analisada por Bernini e Rezende (2004), que adotaram o método de parcelas múltiplas distribuídas na franja e no interior da floresta. Tal estudo identificou que a área analisada apresentou melhor desenvolvimento estrutural do bosque quando relacionado a outros manguezais do litoral fluminense, como nas baías da Guanabara e Sepetiba.

Menghini (2004), avaliando o grau de perturbação e os processos regenerativos dos bosques de mangue da Ilha Barnabé, Baixada Santista/SP, caracterizou a estrutura vegetal, área foliar, microtopografia e produção de serrapilheira, tendo sido também observadas deformidades foliares e erosão.

As características estruturais de bosques de mangue no estuário do rio São Mateus, no Espírito Santo, foram analisadas por Silva; Bernini e Carmo (2005), utilizando o método de parcelas múltiplas. O estudo demonstrou diferenças no desenvolvimento estrutural dos bosques, as quais correspondem às variações de frequência e da periodicidade das energias subsidiárias.

Sobre a dinâmica da recomposição natural em bosques de mangue impactados na Ilha Barnabé, Baixada Santista/SP, Menghini (2008) obteve resultados referentes à análise multitemporal, recomposição natural, produção de serrapilheira, sazonalidade, microtopografia e da caracterização dos bosques em diferentes estágios sucessionais.

Bernini e Rezende (2010) analisaram a estrutura do manguezal do estuário do rio Itabapoana, situado entre os municípios de São Francisco de Itabapoana/RJ e Presidente Kenedy/ES. Os bosques com melhor desenvolvimento estrutural exibiram dominância de *A. germinans*, enquanto que *L. racemosa* foi dominante em bosques

menos desenvolvidos. Os resultados estruturais da comunidade vegetal mostraram que aspectos abióticos e fatores bióticos contribuem para a diferenciação entre os sítios.

Ao realizar a caracterização de um único bosque de mangue no setor norte da Baía da Babitonga/SC, Kilca et al. (2011) identificaram que *L. racemosa* apresentou o maior valor de importância na comunidade, seguida das espécies *R. mangle* e *A. schaueriana*. Os autores afirmam que seja possível inferir que o manguezal estudado encontra-se em estágio médio de sucessão.

Em estudo realizado na região de Cananéia, no litoral sul de São Paulo, Lignon et al. (2011) compilaram dados do desenvolvimento estrutural das florestas de mangue nos anos de 1980 a 2009. Os autores discorreram sobre os dois tipos fisiográficos, franja e bacia, a fim de analisar e discernir os padrões de organização espacial e estrutural. As florestas marginais apresentaram predominância de *R. mangle* e desenvolvimento estrutural alto, devido à maior frequência de inundação, enquanto os mangues localizados mais no interior da floresta foram dominados por *R. mangle* ou *L. racemosa*, apresentando desenvolvimento estrutural reduzido em função da menor frequência de inundação, em substrato predominantemente arenoso e baixa salinidade intersticial.

Calegário (2012) analisou aspectos da estrutura da vegetação no estuário do rio São João/RJ, com sítios demarcados no estuário superior e inferior, onde foram registradas as espécies *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana*, não sendo observado zonation das espécies ao longo do gradiente de inundação, mas sim ao longo do estuário, com *L. racemosa* sendo dominante no estuário superior e *R. mangle* no estuário inferior.

Outros autores descrevem as características estruturais da vegetação dos manguezais encontrados nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Matni et al. (2006) analisaram a estrutura de três bosques de mangue da península de Bragança, no Pará, utilizando o método de quadrante centrado (PCQM). A pesquisa permitiu concluir que os bosques de mangue nesta área são de grande porte, dominados por *R. mangle*. O estudo abordou sobre a frequência de inundação como um fator importante na diferenciação estrutural entre os bosques.

Ao estudar a estrutura de bosques no manguezal do rio Cajutuba, município Marapanim, nordeste do Estado do Pará, Sales et al. (2009) identificaram a

ocorrência das espécies *L. racemosa*, *A. germinans* e *R. mangle*, sendo a última dominante nos bosques estudados.

Deus et al. (2003) abordaram os diferentes históricos de antropização na estrutura da vegetação lenhosa de três áreas de manguezais no Piauí. A amostragem da vegetação foi feita pelo método de parcelas múltiplas, sendo ainda caracterizada a arquitetura de cada fitocenose através de histogramas de intervalos fixos de 1 m.

Soares et al. (2008) caracterizaram as florestas de mangue do Sistema Estuarino de Caravelas, o qual compõe o complexo de Abrolhos/BA, onde observaram que a composição de espécies se mostrou fortemente organizada segundo padrões de zonação intertidais e estuarinos, com *R. mangle* dominando as zonas com maior frequência de inundação pelas marés, *A. schaueriana* dominando as áreas com maior influência salina e *L. racemosa* nas áreas de maior influência do aporte de água doce.

Recentemente, Santos et al. (2012) caracterizaram a estrutura horizontal e vertical da floresta de mangue do estuário do rio São Francisco, Sergipe, identificando fatores que promovem alterações nessas comunidades. Foi observado que o manguezal apresentou um baixo desenvolvimento estrutural, e que *R. mangle* obteve o maior índice de Valor de Importância. *L. racemosa* foi a mais explorada pela população local em termos de extração de madeira, e vem sofrendo gradativamente alteração na sua estrutura, apresentando-se mais ramificada e pouco desenvolvida.

No que se refere ao estado de Pernambuco, alguns trabalhos avaliaram o manguezal também sob o ponto de vista estrutural da vegetação, dentre os quais alguns realizaram também análise espaço temporal, destacando-se: Braga et al. (1989) e Souza e Sampaio (2000, 2001) em Suape; Schuler; Andrade e Santos (2000), no Canal de Santa Cruz; Correia (2002), no estuário do rio Timbó; Nascimento Filho et al. (2007), no estuário do rio Ariquindá; Torres et al. (2009), nos bosques de mangue do baixo curso do rio Capibaribe e Barbosa (2010), no manguezal do Pina.

Os manguezais de Suape/PE foram primeiramente pesquisados por Braga et al. (1989), onde, num trabalho pioneiro no Estado, foram produzidas cartas de cobertura da vegetação dos anos de 1974 e 1988, e realizado estudo da composição e estrutura da vegetação em áreas preservadas e em regeneração. Foi

assinalada a ocorrência das espécies *R. mangle*, *A. germinans*, *A. schaueriana*, *L. racemosa* e *C. erectus*, este último ocorrendo perifericamente. Os bosques presentes nas áreas preservadas apresentaram-se com bom desenvolvimento, maduros ou em amadurecimento. Nas áreas de regeneração os indivíduos apresentaram-se bastante jovens e com densidade elevada, indicando que se estas áreas fossem preservadas, tais bosques poderiam atingir seu equilíbrio. Anos depois, os mesmo manguezais de Suape foram pesquisados por Souza e Sampaio (2000, 2001), que abordaram os tipos fisiográficos e a variação temporal da estrutura dos bosques de mangue, respectivamente. Os resultados mostraram que em relação à distribuição das espécies não houve mudanças marcantes entre 1988 e 1995 e nem diferenças nas situações de antropização. Em relação aos aspectos estruturais, notou-se que oito anos não foram suficientes para a recuperação dos bosques.

Schuler; Andrade e Santos (2000) avaliaram a composição e estrutura dos bosques de mangue encontrados no Canal de Santa Cruz/PE, além de terem realizado uma análise espaço temporal. Os autores assinalaram uma maior abundância de *R. mangle*, seguida por *L. racemosa* e *A. schaueriana*, sendo *C. erectus* a espécie menos frequente. O estudo identificou uma redução da área ocupada pelo bosque de 23,59% entre o período de 1974 e 1988, enquanto a área urbana apresentou um aumento de 625,03% neste mesmo período.

As características estruturais do bosque de mangue do estuário do rio Timbó foram analisadas por Correia (2002). O estudo avaliou a composição e características estruturais do manguezal utilizando o método de parcelas, tendo sido também avaliados os impactos antrópicos através de registros fotográficos e da aplicação de *checklist*. A autora observou que o manguezal é bem estruturado e apresenta-se com um bosque exuberante e a totalidade dos impactos catalogados demonstrou, no entanto, que o ambiente é altamente vulnerável às tensões antrópicas.

Nascimento Filho et al. (2007) caracterizou os padrões de zonação e desenvolvimento estrutural nos manguezais do rio Ariquindá, Tamandaré/PE, contemplando também aspectos sobre o gradiente ambiental, graus de inundação e salinidade das áreas estudadas. As análises demonstraram que o desenvolvimento do bosque diminui na medida em que se penetra em terra firme.

A caracterização estrutural da cobertura vegetal do manguezal localizado no baixo curso do rio Capibaribe em Recife/PE, foi estudado por Torres et al. (2009). Os autores identificaram bosques monoespecíficos de *L. racemosa* e concluíram que os dados estruturais apresentados são reflexos das ações de tensores antrópicos da área.

Recentemente, Barbosa (2010) realizou uma análise estrutural da vegetação e um diagnóstico espaço temporal no manguezal do Pina/PE no decorrer de três décadas 1987, 1991 e 2008, além de terem sido relacionados alguns fatores ambientais à composição e estrutura do bosque. O estudo demonstrou que o referido manguezal tem sido submetido ao longo dos anos a processos desestabilizadores e de regeneração em determinados períodos e que a caracterização estrutural e funcional do bosque sugeriu diferentes mosaicos de paisagens ambientais.

Observa-se, pelo exposto, que poucos são os estudos que tratam da vegetação de mangue nos estuários pernambucanos e nenhum se refere ao estuário de Barra das Jangadas.

Formado pela desembocadura conjunta dos rios Jaboatão e Pirapama, o sistema estuarino de Barra das Jangadas é protagonista dos mais variados estudos que competem à análise ambiental.

Segundo Noriega (2005), devido à localização e à importância que este sistema estuarino representa para o litoral pernambucano, vêm-se desenvolvendo trabalhos desde a década de 60. Nesta época merecem destaque: Okuda e Nóbrega (1960), que determinaram a distribuição e movimento da clorinidade e quantidade de vazão; Okuda et al. (1960) pesquisaram sobre a variação do pH, oxigênio dissolvido e o consumo de permanganato; Okuda et al. (1960) observaram a variação de nitrogênio e fosfato; Ottmann e Ottmann (1960) estudaram os sedimentos; Silva e Coelho (1960) realizaram um estudo ecológico no referido estuário; Coelho (1963/64) pesquisou a distribuição dos crustáceos decápodos; Ottmann et al. (1965/6) estudaram os efeitos da poluição e a ecologia do estuário.

Cerca de trinta anos depois, na década de 90, surgiram os trabalhos de Coutinho (1997), que analisou a erosão marinha no estuário e nas praias de Piedade e Candeias; Silva (1997) relacionou a dinâmica costeira com a meiofauna de um ambiente impactado no estuário do rio Jaboatão e Cunha et al. (1997) estudaram a morfodinâmica da foz do estuário e praias adjacentes.

No início deste século alguns estudos foram publicados sobre o sistema estuarino de Barra das Jangadas: Branco; Feitosa e Flores Monte (2002) relacionaram a variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica com os parâmetros hidrológicos; Noriega (2005) analisou a distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes; Noriega et al. (2005) estudaram os fluxos de nutrientes inorgânicos dissolvidos.

Recentemente alguns estudos abordaram o estuário do rio Jaboatão: CPRH (2006) apresenta dados relevantes do uso da terra em seu Relatório das Bacias Hidrográficas de Pernambuco; Barreto et al. (2006) caracterizaram o uso e ocupação do solo de parte do estuário, entre os municípios do Cabo de Santo Agostinho e Jaboatão dos Guararapes com uso de imagens de alta resolução; GERCO-PE (2006) efetuou o diagnóstico do meio físico e biótico e mapa do uso e ocupação do solo do núcleo metropolitano do litoral pernambucano, que inclui o referido estuário; Barreto et al. (2007) avaliaram os rios Jaboatão e Pirapama, através da caracterização e condição ambiental, quantificando o estresse ambiental por meio de bioindicadores, baseados na identificação de espécies de zooplâncton. A utilização de *checklist* demonstrou níveis elevados de impacto na região, visto que o desaparecimento de organismos tipicamente indicadores de água clara, como os Chaetognatha, larvas de cnidários, peixes e alguns crustáceos, tornam alarmante a condição apresentada deste importante estuário. Hazin; Neto e Leite (2008) produziram um diagnóstico ambiental dos rios Jaboatão e Pirapama e Silva; Oliveira e Torres (2009) realizaram uma análise espaço temporal da evolução urbana no estuário do rio Jaboatão, identificando as causas e consequências do processo de urbanização; Loureiro et al. (2011) buscaram identificar a ocorrência de leveduras (fungos) em sedimentos no manguezal do referido estuário, visando ampliar o conhecimento da diversidade desses microrganismos em manguezais no Brasil; Gomes; Cavalcanti e Passavante (2011) isolaram e identificaram os fungos filamentosos presentes nos sedimentos do manguezal de Barra das Jangadas, visto que no Brasil o conhecimento sobre fungos em manguezais ainda é incipiente; e por fim Oliveira et al. (2011), que analisaram o plano evolutivo do ambiente costeiro do setor sul do Estado de Pernambuco, compreendendo as áreas entre a praia de Gaibu e a foz do rio Jaboatão, no intuito de refletir os ambientes acumulativos marinhos, flúvio-marinhos e formas de ocupação do solo, visando identificar os reflexos da ação antrópica no sistema.

Pelo exposto, verificou-se que as pesquisas desenvolvidas no estuário do de Barra das Jangadas abordam diversos parâmetros ambientais, entretanto ainda carecem de estudos que avaliem a distribuição da vegetação, mais especificamente a ocorrência das espécies de mangue, bem como dos fatores que são responsáveis por sua degradação.

Neste contexto, a presente pesquisa se propõe a preencher esta lacuna em relação ao conhecimento sobre a vegetação do manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE, visando fornecer dados que possam contribuir para a conservação deste importante ecossistema.

3 OBJETIVO

Compreender os aspectos da composição, estrutura e comportamento espaço temporal da vegetação no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE, visando contribuir para o desenvolvimento sustentável de seus recursos, facilitando futuras ações de gestão e monitoramento.

4 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Unidade de Planejamento Hídrico UP15, que corresponde ao grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 2 - GL2 está localizada no litoral do estado de Pernambuco. Sua rede hidrográfica é composta basicamente pelos rios Jaboatão e Pirapama, além dos seus afluentes (APAC, 2012).

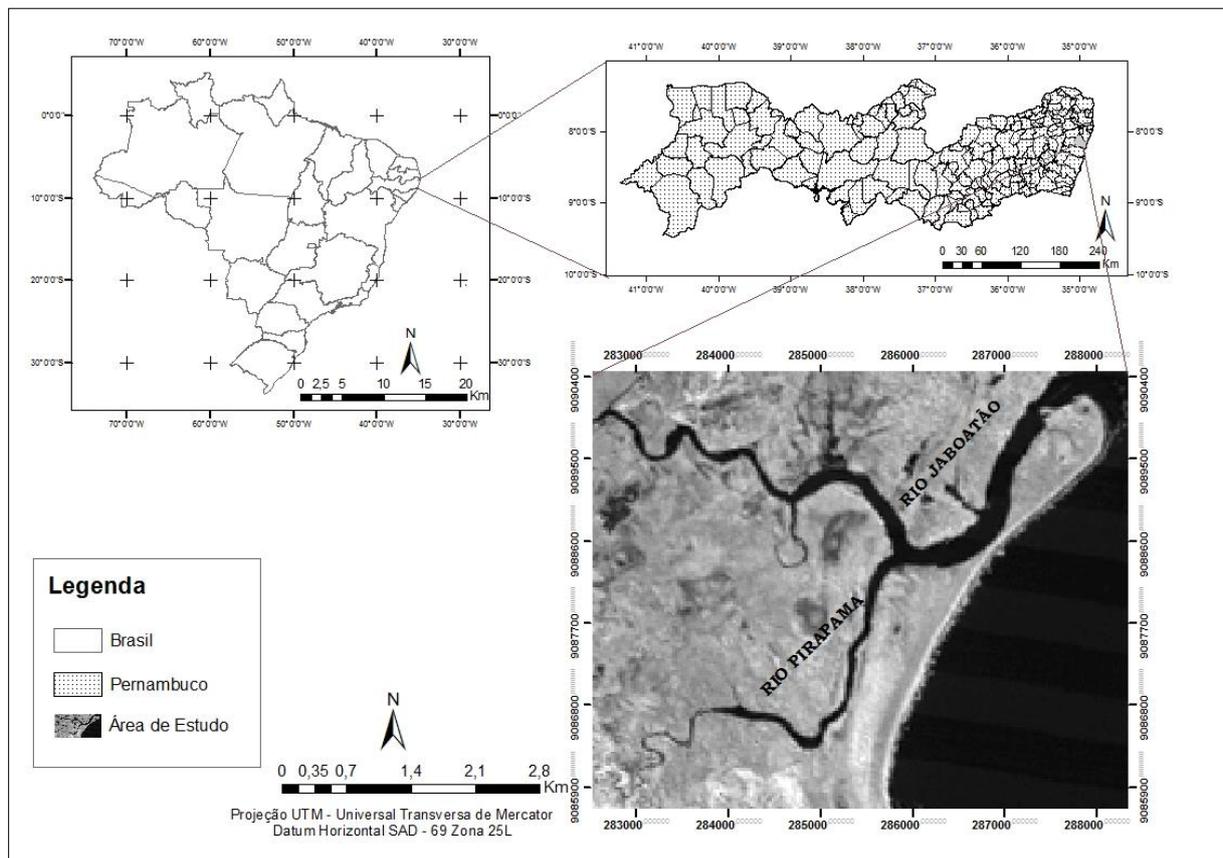
O rio Pirapama, com aproximadamente 80 km de extensão e uma área de drenagem com cerca de 600 km², tem sua nascente no município de Pombos, apresentando como seus principais tributários os rios Gurjaú, Cajabuçu e Arariba (Macacos), na margem esquerda, e os riachos Santa Amélia, Utinga de Cima e Camaçari, pela margem direita. Drena parte dos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Escada, Ipojuca, Moreno, Vitória de Santo Antão e Pombos, limitando-se ao norte com as bacias dos rios Jaboatão e Tapacurá (afluente do Capibaribe), a oeste com a bacia do rio Ipojuca, ao sul com as bacias dos rios Ipojuca e Massangana, e a leste com o Oceano Atlântico. Os principais reservatórios existentes na bacia são o Pirapama, o Gurjaú e o Sicupema. Ao longo de seu curso são comuns áreas de ocupação urbana e industrial, áreas cultivadas com cana-de-açúcar ou policultura, além de áreas de Mata Atlântica e manguezal (CPRH, 2006).

O rio Jaboatão possui uma extensão aproximada de 75 km e uma área de drenagem com cerca de 1.022 km², tendo como principais afluentes, pela margem direita, o riacho Laranjeiras, os rios Carijó, Suassuna e Zumbi e, pela margem esquerda, o riacho Limeira, os rios Duas Unas e Massaíba, e o córrego Mariana. Em seu percurso atravessa as cidades de Moreno e Jaboatão, as localidades de Ponte dos Carvalhos, Pontezinha e Prazeres, recebendo, portanto, despejos sanitários e industriais dessas áreas. Com uma superfície de drenagem da ordem de 448 km², que representa 0,4 % da área total do Estado, abrange os municípios de Vitória de Santo Antão, Jaboatão dos Guararapes, São Lourenço da Mata, Cabo de Santo Agostinho e Recife. Assim como o Pirapama, ao longo do seu curso pode-se identificar locais onde a ocupação urbana e industrial é predominante, extensões cultivadas com cana-de-açúcar ou policultura, além de áreas de Mata Atlântica e manguezal (CPRH, 2006).

Seu estuário está localizado no limite dos municípios do Cabo de Santo Agostinho-PE e Jaboatão dos Guararapes-PE, nas coordenadas 8°13' / 8°16' S e

34°58'30"/34°56'30" W, nas proximidades de Pontezinha, Ponte dos Carvalhos e Barra de Jangada, distante 20 km da cidade do Recife. Apresenta-se na forma de um "S" alongado, pouco profundo e de pequeno porte, possuindo uma largura variando entre 200 m e 250 m e comprimento em linha reta de, aproximadamente, 3 km. Sua desembocadura se dá conjuntamente com o rio Pirapama, formando o sistema estuarino de Barra das Jangadas, localizado em Barra de Jangada – Jaboatão dos Guararapes, que juntos drenam uma área de cerca de 1.000 km² até a desembocadura no oceano Atlântico (NORIEGA et al., 2005) (FIGURA 1).

FIGURA 1 – Localização espacial do sistema estuarino de Barra das Jangadas/PE.

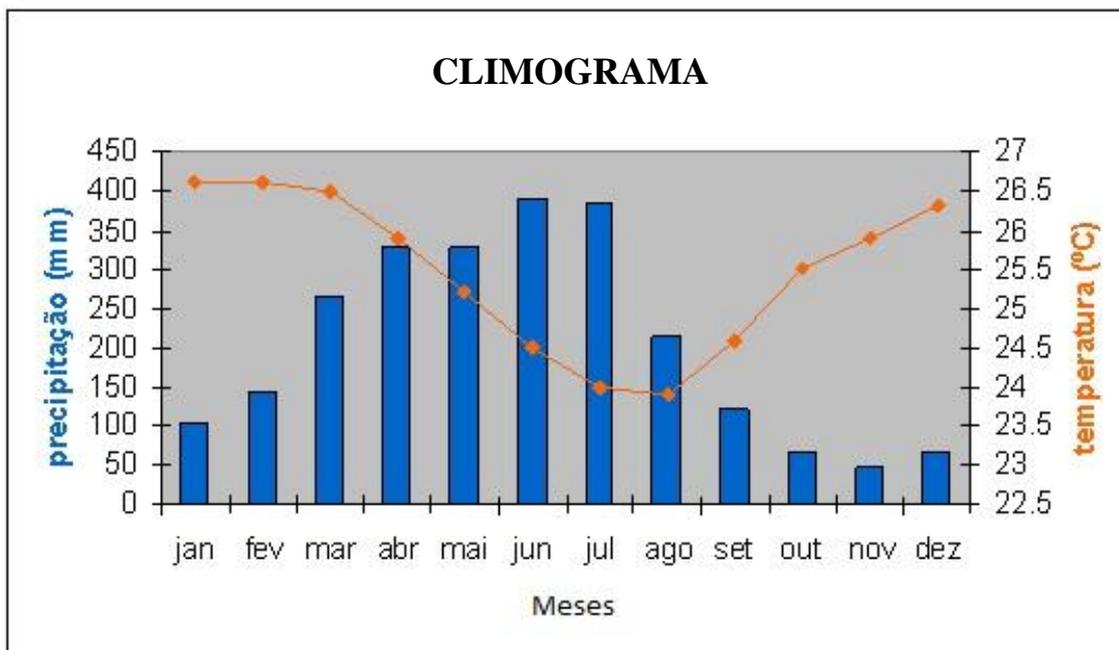


As classes de solos de maior representação da bacia GL2 correspondem aos Solos indiscriminados de Mangue, Gleissolos e aos Neossolos Quartzarênicos (ZAPE, 2001). De acordo com a nova classificação da Embrapa (2006), os Gleissolos possuem características de solo pouco desenvolvido com ausência de

Horizonte B, hidromórfico (saturado em água), rico em matéria orgânica, que apresenta uma intensa perda nos compostos de ferro.

O clima do referido estuário é tropical quente e úmido, do tipo As', com chuvas de outono-inverno, segundo a classificação de Köpen (AYOADE, 2006), caracterizando-se por apresentar temperatura média anual do ar de 26°C e precipitação anual superior a 2000 mm. A área apresenta dois períodos bem distintos: de estiagem, que se estende de setembro a fevereiro, quando a média mensal de precipitação é menor que 90 mm e chuvoso, de março a agosto, com metade da precipitação anual ocorrendo entre abril e junho, onde a precipitação algumas vezes excede 350 mm/mês, conforme dados fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Na FIGURA 2 são apresentadas as médias mensais de precipitação e temperatura da região metropolitana do Recife para o ano de 2012.

FIGURA 2 - Climograma da região metropolitana do Recife para o ano de 2012.



Fonte: CPTEC – INPE (2012).

De acordo com a Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH, 2006), os rios Jaboatão e Pirapama possuem em suas margens indústrias que apresentam diversificada produção, incluindo atividades químicas, têxteis,

alimentares, cerâmicas, caldeiraria, gases industriais, etc. Além da poluição dos cursos d'água por origem industrial, existe a poluição de origem doméstica, representada tanto por esgotos como por depósitos de lixo em áreas próximas das margens dos rios.

A expansão urbana nas áreas próximas ao estuário estudado deu-se principalmente a partir de 1940, quando, segundo Hazin; Neto e Leite (2008), o município de Jaboatão dos Guararapes começou a apresentar um acelerado processo de adensamento demográfico, apresentando uma taxa de crescimento semelhante ao município do Recife e perfazendo nos últimos 30 anos uma evolução populacional na ordem de 478% (CPRM, 1997).

Jaboatão dos Guararapes mostra carência na sua infraestrutura urbana, indo desde as precárias condições ambientais, com problemas nas áreas de saneamento básico, coleta e tratamento final do lixo, crescimento urbano e ocupações desordenadas, manutenção inadequada nas áreas públicas, perda na qualidade ambiental com lançamento de esgoto e lixo em canais, cursos d' água e praias, com prejuízo para a drenagem e balneabilidade das praias, deficiente fiscalização ambiental, além de ineficiente sistema de transporte coletivo, com vias sem capacidade para suportar o volume de tráfego de veículos (PPA, 2005).

Segundo o Censo de 2010, os municípios de Jaboatão dos Guararapes e Cabo de Santo Agostinho apresentaram crescimento populacional de 11% e 21%, respectivamente, quando comparado ao censo de 2000. Uma das prováveis motivações para o crescimento populacional do município do Cabo de Santo Agostinho ser o dobro do apresentado pelo estado de Pernambuco, a região Nordeste e o Brasil, são os inúmeros incentivos fiscais e de mobilidade urbana que a região recebe, principalmente ao longo dos 10 últimos anos, com a implementação do porto de Suape.

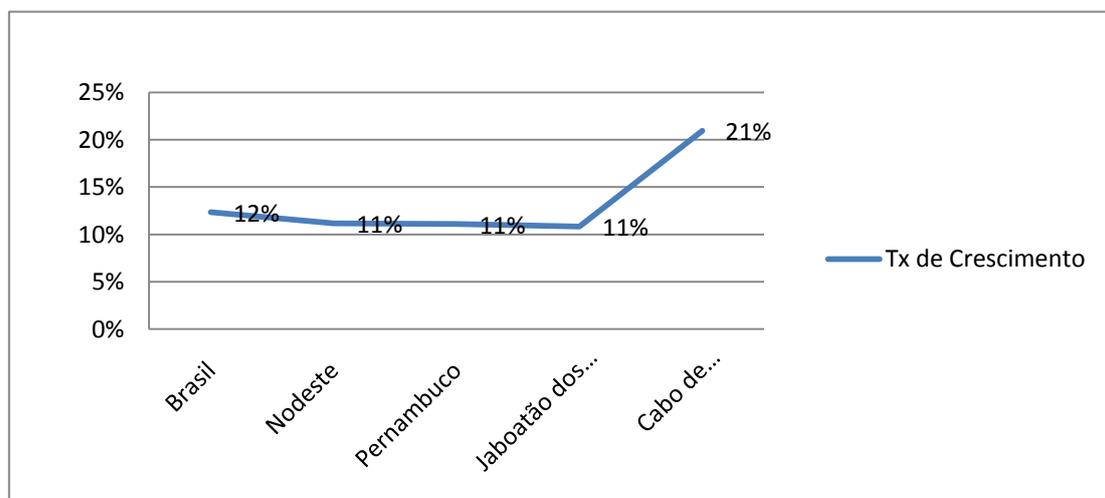
Observou-se também que Barra de Jangada – Jaboatão dos Guararapes, localizado na confluência dos rios Pirapama e Jaboatão, apresenta o maior número de população residente dos bairros adjacentes ao estuário de Barra das Jangadas (TABELA 1 e FIGURA 3).

TABELA 1 - População residente no Brasil, Nordeste, Pernambuco, nos municípios de Jaboatão e Cabo de Santo Agostinho, e seus respectivos bairros adjacentes nos anos de 2000 e 2010.

Localidades	Hab./2000	Hab./2010
Brasil	169.799.170	190.755.799
Nordeste	47.741.711	53.081.950
Pernambuco	7.918.344	8.796.448
Jaboatão dos Guararapes	581.556	644.620
Cabo de Santo Agostinho	152.977	185.025
Barra de Jangada – JG	-----	36.214
Pontezinha - Cabo	-----	9.207
Ponte dos Carvalhos – Cabo	-----	26.320

Fonte: IBGE, 2012.

FIGURA 3 - Taxa de crescimento em (%) do Brasil, Nordeste, Pernambuco, Jaboatão dos Guararapes e Cabo de Santo Agostinho durante o período de 2000 a 2010.

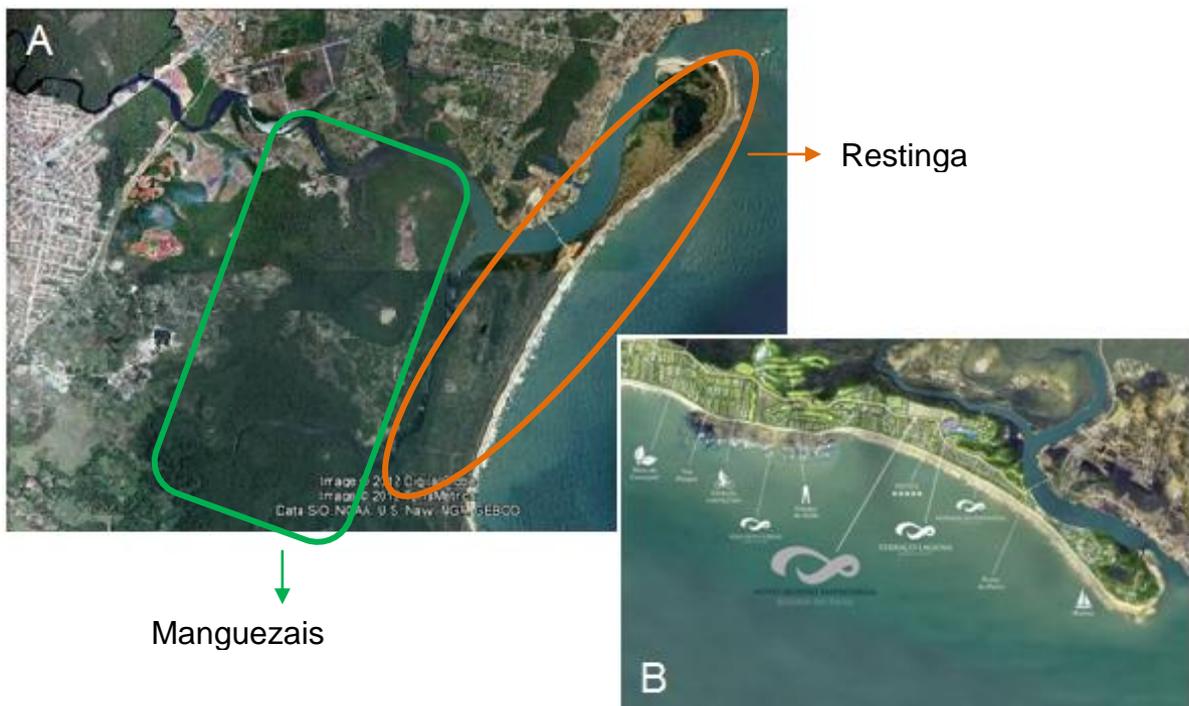


A ocupação acelerada e por muitas vezes desordenada vem reduzindo o manguezal nas áreas próximas ao estuário de Barra das Jangadas; essas áreas são

desmatadas e aterradas para a construção de conjuntos habitacionais e loteamentos, além das construções não autorizadas, formando aglomerados subnormais, nomenclatura utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE para caracterizar assentamentos irregulares. A consequência desse processo de ocupação é uma forte pressão demográfica sobre o ecossistema manguezal, reduzindo a vegetação e modificando os fluxos naturais de maré, alterando todo o ciclo de vida nos bordos das áreas de manguezal (HAZIN; NETO; LEITE 2008).

Ainda em relação à caracterização do uso e ocupação da terra, Barreto et al. (2006) constataram que o estuário de Barra das Jangadas tem duas situações completamente antagônicas: na margem esquerda a ação antrópica coloca em risco a manutenção das estruturas ambientais naturais de proteção, e na outra margem, a exuberância da restinga limosa conserva-se em seu esplendor, entretanto este cenário ainda parcialmente conservado apresenta-se ameaçado decorrente da especulação imobiliária promovido por construções de grande porte (FIGURA 4).

FIGURA 4 - (A) Vista aérea dos manguezais dos rios Jaboatão e Pirapama em Janeiro de 2009; (B) Construções de grande porte que ameaçam restinga no estuário de Barra das Jangadas/PE.



Fonte: Google Earth, 2012 e Odebrecht, 2012.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 MAPEAMENTO

Para o mapeamento espaço temporal do estuário de Barra das Jangadas e seu entorno foram utilizadas imagens digitais multiespectrais dos anos de 1989, 1999 e 2011, do satélite LANDSAT 5, sensor TM, órbita 214, ponto 66 da faixa espectral do visível-infravermelho (VISIR, com resolução espacial de 30 metros), trabalhadas com o *software* ERDAS 9.3 e para o *layout* das imagens foi utilizado o *software* ARCGIS 9.3. Os referidos programas foram disponibilizados pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento/SERGEO do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. As imagens selecionadas admitiram um baixo índice de nebulosidade e foram adquiridas gratuitamente através site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo identificadas pelo Sistema de Referência Universal.

5.1.1 Processamento digital das imagens - PDI

No processamento das imagens utilizou-se o programa ERDAS 9.3, disponibilizado pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento/SERGEO do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. As imagens foram georreferenciadas para o sistema UTM - Universal Transversal Mercator, SAD 69, zona 25L.

Para diminuir os efeitos da atmosfera nas imagens foi feita a calibração radiométrica, sendo realizados cálculos de radiância e reflectância a partir do *software* ERDAS 9.3. Na primeira etapa obteve-se a radiância espectral aparente da imagem, que consistiu em transformar o número digital da imagem em radiância a partir da fórmula abaixo descrita em Markham & Baker (1987):

$$L^{\wedge} = a_i + \left(\frac{b_i - a_i}{255} \right) nd$$

Onde, L^{\wedge} é a radiância espectral aparente em determinada banda, a_i é o L_{max} , b_i corresponde ao L_{min} e nd o número digital da imagem em cada banda. Os dados referentes ao L_{max} e o L_{min} foram adquiridos de uma planilha específica cedida pelo INPE.

Após a transformação do número digital da imagem em radiância espectral aparente foi realizada a segunda etapa, denominada de obtenção da reflectância dos objetos presentes nas imagens. A operação matemática referente a este processo encontra-se descrita na equação:

$$\rho_a = (\pi \cdot d^2 \cdot L\lambda) / (esun \cdot \cos(\text{zen}))$$

Onde, ρ_a é a reflectância, $\pi \cdot d^2$ corresponde à distância Terra-Sol, $L\lambda$ é a radiância espectral aparente, $esun$ são os valores de irradiância solar no topo da atmosfera nas bandas utilizadas e $\cos(\text{zen})$ corresponde ao cosseno do ângulo zenital (QUARTAROLI, 2006).

O valor correspondente à distância Terra-Sol junto com os valores de irradiância solar no topo da atmosfera e o cosseno do ângulo zenital da imagem podem ser obtidos via o cruzamento dos dados da imagem com uma planilha compatível ao software EXCEL disponível no site do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE.

Após a calibração da imagem foi feito um recorte do entorno do estuário de Barra das Jangadas, sendo o mesmo utilizado para todas as imagens, evitando contabilizar e analisar tamanhos de áreas distintos.

5.1.2 Classificação Supervisionada

Classificação em sensoriamento remoto significa a associação de pontos de uma imagem a uma classe ou grupo de classes. Estas classes representam as feições e alvos terrestres tais como: água, lavouras, área urbana, reflorestamento, cerrado, etc. A classificação de imagens é um processo de reconhecimento de classes ou grupos cujos membros exibem características comuns (QUARTAROLI, 2006).

O processo de classificação supervisionada consiste na coleta de amostras de treinamento que são áreas delimitadas sobre a imagem que correspondem a locais no terreno representativos de cada classe (QUARTAROLI, 2006).

O método de classificação utilizado foi o MAXVER, que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos que devem ser fornecidos ao sistema, um conjunto de dados

ou amostras que representam bem as classes de interesse para que o classificador tenha condições de definir um diagrama de dispersão em torno da média, bem como a distribuição das probabilidades dos pixels pertencerem ou não à determinada classe (FRANÇA, 2009).

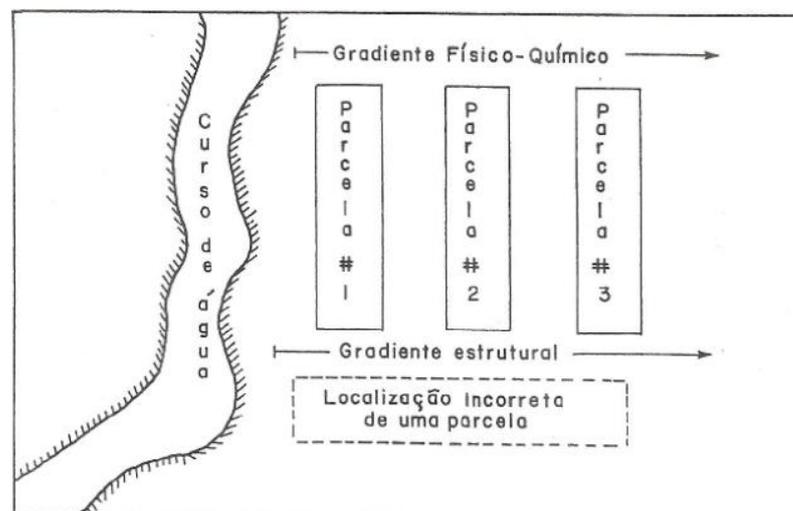
Nas análises foram estabelecidas seis classes: corpos hídricos, bancos lamosos, área urbana ou solo exposto, vegetação esparsa ou cultura (coco), vegetação semi-densa (restinga, vegetação adjacente ao mangue), vegetação densa (mangue).

Os programas utilizados foram o ERDAS 9.3, e o ArcGIS 9.3 disponibilizados pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento / SERGEO do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE.

5.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS

Para caracterização ambiental do estuário de Barra das Jangadas foram delimitadas oito parcelas de 20x20 m², divididas em quatro sítios. Em cada sítio foram demarcadas duas parcelas (A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 e D2) mantendo uma distância de 10 m uma da outra, posicionadas perpendicularmente aos gradientes físico-químicos, estando orientadas paralelamente à margem do rio (FIGURA 5).

FIGURA 5 - Exemplo de localização correta das parcelas em uma área de estudo.



Fonte: Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986).

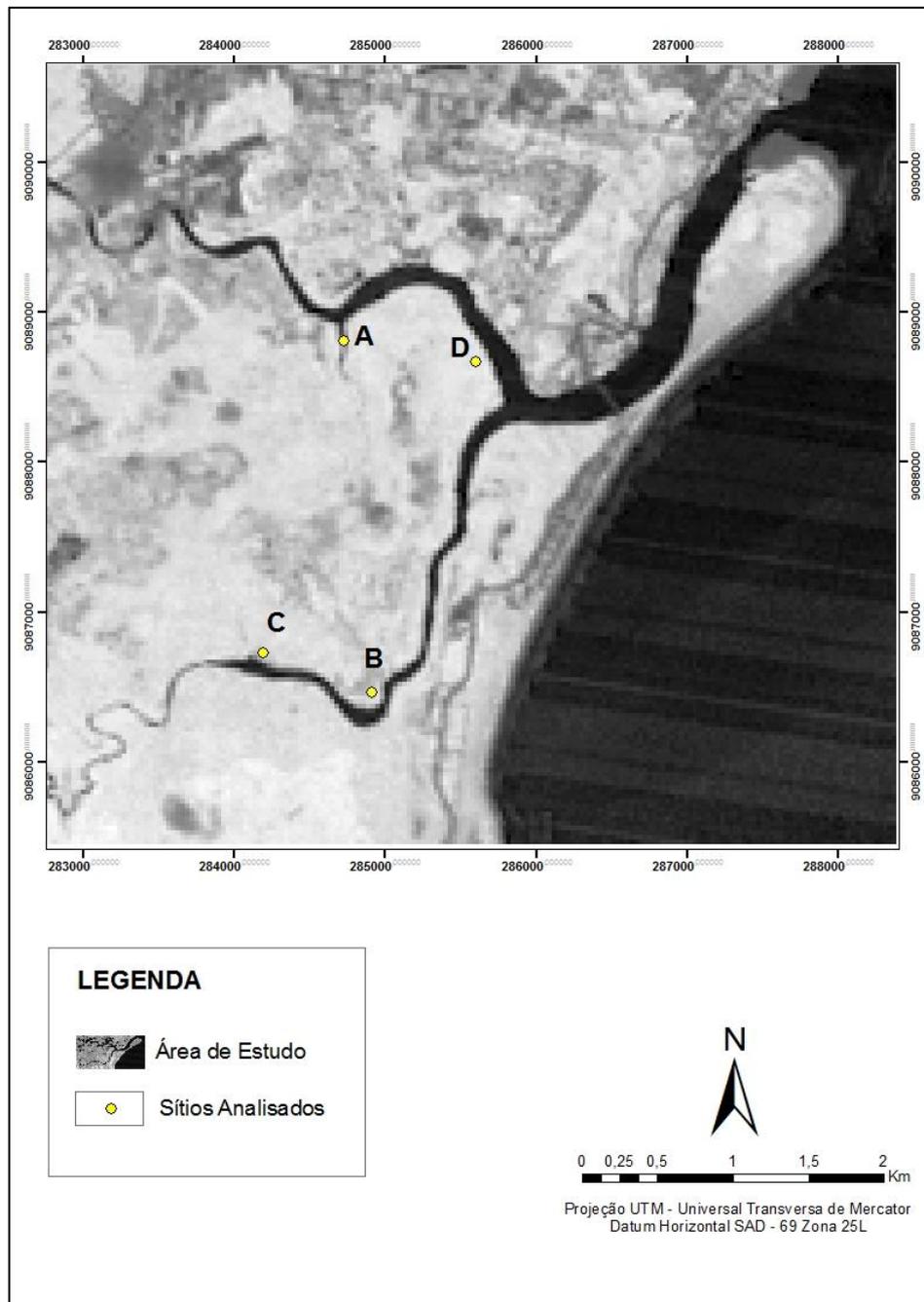
Os trabalhos de campo foram realizados no período de estiagem, quando os acessos aos sítios tornam-se viáveis, ainda utilizou-se um barco de pequeno porte popularmente conhecido como “baitera” para ingresso às áreas de estudo. As seguintes datas foram escolhidas devido ao horário da baixa-mar: 11/01/2012 (sítio A); 24/02/2012 (sítio B); 07/03/2012 (sítio C) e 08/03/2012 (sítio D) (TABELA 2);

TABELA 2 – Dia da coleta, altura e horário das marés correspondentes as parcelas analisadas no estuário de Barra das Jangadas/PE.

Parcelas	Data da coleta	Altura da maré	Horário da maré
A1	11/01/12	0.3	11h11m
A2	11/01/12	0.3	11h11m
B1	24/02/12	0.2	11h23m
B2	24/02/12	0.2	11h23m
C1	07/03/12	0.2	09h13m
C2	07/03/12	0.2	09h13m
D1	08/03/12	0.1	09h54m
D2	08/03/12	0.1	09h54m

O primeiro sítio corresponde ao A, localizado a 20 m das margens de um dos braços do rio Jaboatão, nas coordenadas UTM de 25L 284731 9088805. O sítio B está situado a 20 m das margens do rio Pirapama, entre as coordenadas UTM de 25L 244915 9086468. O sítio C localiza-se nas coordenadas UTM de 25L 284191 9086718, a uma distância de 20 m das margens do ponto mais a montante do rio Pirapama e por fim o sítio D, localizado a 20 m das margens do rio Jaboatão, no ponto mais próximo à confluência com o rio Pirapama (FIGURA 6).

FIGURA 6 – Localização espacial dos sítios analisados no estuário de Barra das Jangadas/PE.



5.2.1 Dados Abióticos

5.2.1.1 Temperatura do solo; temperatura e umidade relativa do ar; salinidade da água intersticial

Em todas as parcelas foram aferidas a temperatura do solo, com um termômetro tipo espeto marca Incoterm, a temperatura e umidade relativa do ar foram estimadas com a utilização de um termo-higrômetro da marca Inconterm, além dos valores da salinidade da água intersticial a 30 cm de profundidade. Para medição deste último parâmetro foram utilizados canos de PVC fixados no solo, com pequenos furos para passagem apenas da água intersticial (FIGURA 7), que foi então aferida com refratômetro óptico modelo Instrutherm, escala 0 a 100.

FIGURA 7 - Cano de PVC para coleta da água intersticial.

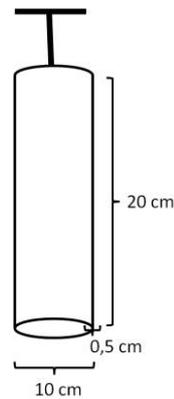


Autor: Vila Nova, 2012.

5.2.1.2 Análise de Sedimento

Foram recolhidos, por meio de um amostrador confeccionado em tubo de plástico PVC, em formato similar a pá reta (FIGURA 8), quatro amostras de cerca de 200 g de sedimentos em cada parcela para as análises. Após a coleta o material foi seco ao ar, destorroado e peneirado em malha de 2 mm para a realização das análises, que foram realizadas nos laboratórios de Física do Solo e Fertilidade do Solo da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, tendo sido determinadas a caracterização física (granulometria) e química (pH em água, Mg, Ca, Na e K).

FIGURA 8 – Amostrador (ferramenta para coleta dos sedimentos)



5.2.1.2.1 Análise Granulométrica

Fundamentaram-se na quantificação dos teores das frações do solo, determinados por metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). O processo consistiu na pesagem das amostras e posterior dispersão/separação das frações primárias do solo, esta feita através de agitação mecânica lenta e quimicamente com aplicação NaOH 0,5 mol L⁻¹ (Hidróxido de sódio).

Para o cálculo dos valores das frações são utilizadas as seguintes expressões:

- Teor de areia grossa = [areia fina (g) + areia grossa (g)] - areia fina x 50
- Teor de areia fina = areia fina (g) x 50
- Teor de argila = [argila (g) + dispersante (g)] - dispersante (g) x 1.000
- Teor de silte = 1.000 - [argila (g) + areia fina (g) + areia grossa (g)]

5.2.1.2 Análise Química

Para pH em água (1:2,5) foi utilizado 10 cm³ de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar) adicionando 25 mL de água destilada, agitando em seguida cada amostra durante 1 minuto e após uma hora foi procedida a leitura através de potenciômetro com eletrodo combinado.

A extração dos trocáveis magnésio e cálcio foi baseada nos valores da determinação potenciométrica, e assim selecionado o extrato, o qual foi utilizada a solução KCl N e determinação complexiométrica em presença dos indicadores eriochrome e murexida ou calcon. Por conseguinte, para determinar os trocáveis de

sódio e o potássio é realizada a extração com solução obtida com HCl 0,05N com filtros próprios de Na⁺ e K, respectivamente, diluída de ácido clorídrico e posterior determinação por espectrofotometria de chama, procedimentos seguidos segundo metodologia sugerida pela EMBRAPA (1997).

A soma dos cátions trocáveis (valor S) será obtida pela seguinte expressão:

$$S \left(\frac{cmolc}{dm^3} \right) = (Ca^{++} + Mg^{++} + K^{++} + Na^{++})$$

5.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO

A identificação das espécies *R. mangle*, *L. racemosa* e *C. erectus* foram realizadas no herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) sob os números 87.750, 87.751 e 87.749, respectivamente. As demais espécies foram identificadas segundo Manual de estudo de áreas de manguezal por Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986).

A estrutura da vegetação foi analisada de acordo com a metodologia descrita em Cintrón e Schaeffer-Novelli (1981) e Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986), a qual consiste no emprego de parcelas múltiplas para a caracterização das propriedades estruturais e funcionais do sistema.

Para a aplicação dos parâmetros estruturais foram consideradas algumas características do bosque como: composição das espécies, diâmetro à altura do peito dos troncos vivos (DAP), área basal dos troncos vivos (AB), altura dos indivíduos, número de troncos, densidade de indivíduos por hectare, dominância e frequência.

Para a delimitação das parcelas foram utilizadas corda de náilon e fita métrica calibrada. À medida que cada árvore estava sendo catalogada marcava-se uma a uma com barbante para evitar a recontagem dos indivíduos.

As metodologias empregadas para medir estas variáveis estruturais são descritas a seguir:

- Diâmetro das Árvores (DAP)

O diâmetro das árvores foi medido a partir de regras que obedecem as irregularidades de cada uma. Utilizou-se trenas graduadas em centímetros e os

valores foram divididos por $\pi = 3,1416$, para a obtenção do diâmetro de cada indivíduo. O DAP foi medido à altura de 1,30 m do solo, sendo utilizada uma vara graduada. As medidas dos diâmetros foram agrupadas em classes de troncos com diâmetros $<2,5$ cm, $\geq 2,5$ cm e ≥ 10 cm.

O diâmetro médio é definido como sendo o diâmetro da árvore de área basal média. Esse valor permite a comparação entre os bosques, podendo ser correlacionado com outras medidas estruturais. O diâmetro médio é dado por:

$$DAPM\u00e9dio = \sqrt{(AB) \times (12732,39)} \div n$$

Onde: AB é o valor da área basal e n é o número de indivíduos por hectare.

- Área Basal dos Troncos Vivos (AB)

A área basal dos troncos vivos foi definida como a área ocupada, dentro de uma parcela, por um tronco vivo com um dado diâmetro, expressa em m² (metro quadrado) por ha (hectare). A área basal serve como indicador do índice de grau de desenvolvimento adquirido pelo bosque, pois expressa o volume de madeira e biomassa do bosque.

A área basal é expressa pela seguinte fórmula: $AB = \pi r^2$, onde g é a área basal e r é o raio, substituindo o raio por $r = dap/2$, então se tem o $AB = \pi/4 \times dap^2$, formando a seguinte fórmula: $g = \pi (DAP)^2 / 4 \times 10.000$. Para expressar a fórmula em m² por hectare tem-se:

$$AB(m^2) = 0,00007854 \times (DAPcm)^2$$

Para o cálculo da área basal média divide-se o valor da área basal pelo número de indivíduos medidos.

- Altura das árvores

A altura das árvores foi medida com um hipsômetro da marca Boch, modelo GLR 225, gentilmente cedido pelo Grupo de Estudo em Biogeografia e Meio Ambiente/BIOMA. A altura média do bosque foi obtida a partir da média da altura de todas as árvores contabilizadas em cada parcela.

- Número de Troncos

Para a contagem do número de troncos considerou-se que quando a árvore bifurca abaixo da altura do peito devem ser contabilizados dois troncos e um único indivíduo.

- Densidade Relativa

A densidade relativa é a contribuição em número de indivíduos por cada bosque. Essa medida é uma comparação entre as várias parcelas fixas, sendo obtida por:

$$Densidade\ Relativa = \frac{Número\ de\ Indivíduos}{Número\ Total\ de\ Indivíduos} \times 100$$

- Dominância Relativa

Definida como a área basal de dominância entre as várias parcelas sendo obtida por:

$$Dominância\ Relativa = \frac{Dominância\ de\ uma\ Espécie}{Dominância\ Total\ (Área\ Basal)} \times 100$$

- Frequência Relativa

Valor relacionado à probabilidade de ocorrência de uma espécie em uma única parcela. Esse valor foi calculado entre as várias parcelas de um mesmo tamanho, tendo sido obtido por:

$$Frequência\ Relativa = \frac{Frequência\ de\ uma\ Espécie}{Soma\ da\ Frequência\ de\ todas\ as\ Espécies} \times 100$$

➤ Valor de importância das espécies

Calculado a partir da média das avaliações de densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa, os quais são obtidos pelos métodos já mencionados (CURTIS, 1959).

➤ Classificação das Florestas de mangue

O modelo adotado por este trabalho foi o de Cintrón et al (1985), onde os autores descrevem apenas três tipos de manguezal de acordo com os processos físicos dominantes em cada ambiente: ribeirinho, franja e bacia, onde cada tipo representa diferentes características de tamanho, riqueza de espécies e produtividade, que podem ser modificadas por condições extremas ou ótimas (CINTRON E SHAEFFER-NOVELLI, 1992).

De acordo com Cintrón et al. (1985) o manguezal do tipo ribeirinho apresenta florestas bem desenvolvidas, já que nessas áreas ocorre grande entrada de nutrientes e os níveis de salinidade são baixos, o que favorece o desenvolvimento da vegetação. O manguezal do tipo franja ocorre ao longo de costas protegidas ou ao redor de ilhas oceânicas. O manguezal do tipo bacia é constituído por florestas que se desenvolvem ao longo de depressões, onde o fluxo de água pode ser sazonal, podendo esta, ficar retida e depois escoar lentamente.

6 RESULTADOS

6.1 ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL

As imagens correspondentes aos anos de 1989, 1999 e 2011 possibilitaram visualizar e quantificar variações espaço temporais no referido estuário.

Para complementar a análise foi observada a altura das marés no horário do imageamento, pelo Greenwich Mean Time (GMT), conhecido como horário de Greenwich, do qual foram diminuídas 3 horas, obtendo-se o horário local (TABELA 3).

TABELA 3 - Horário e altura das marés para o Porto do Recife/PE correspondente às horas e datas do imageamento.

Ano	Mês	Dia	Hora do Imageamento (GMT – 3H)	Hora Maré	Altura (m)
1989	Julho	10	11:56 – 3= 8:56	08:22	1.8
1999	Junho	20	12:07 – 3= 9:07	09:06	1.8
2011	Agosto	24	12:18 – 3 = 9:18	06:04	0.8

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias e Marinha do Brasil, 2012.

As imagens da classificação supervisionada permitiram observar diferentes mosaicos de paisagem na organização espacial do estuário. A classificação foi realizada com seis classes: corpos hídricos (oceano e rio), bancos lamosos, vegetação densa (mangue), vegetação semi densa (restinga, vegetação adjacente ao mangue), vegetação esparsa ou cultura (côco), área urbana ou solo exposto.

Na imagem de 1989 a área total ocupada por vegetação correspondeu a 1.783 ha, sendo 735 ha (34%) de vegetação esparsa, 336 ha (19%) de vegetação semi densa, e 712 ha (40%) de vegetação densa (FIGURA 9, TABELA 4).

A área total ocupada por vegetação na imagem de 1999 somou 1.663 ha, sendo 573 ha (34%) de vegetação esparsa, 300 ha (18%) de vegetação semi densa e 790 ha (48%) de vegetação densa (FIGURA 9, TABELA 4).

Na imagem de 2011 a área total ocupada por vegetação correspondeu a 1.820 ha, sendo 680 ha (38%) de vegetação esparsa, 296 ha (16%) de vegetação semi densa e 843 ha (46%) compostos por vegetação densa (FIGURA 9, TABELA 4).

FIGURA 9 - Evolução espaço temporal da vegetação, em hectares, no estuário de Barra das Jangadas/PE.

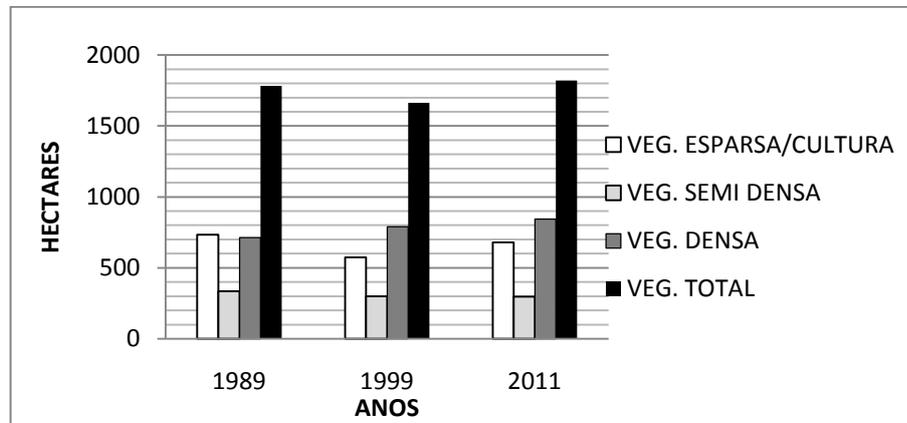


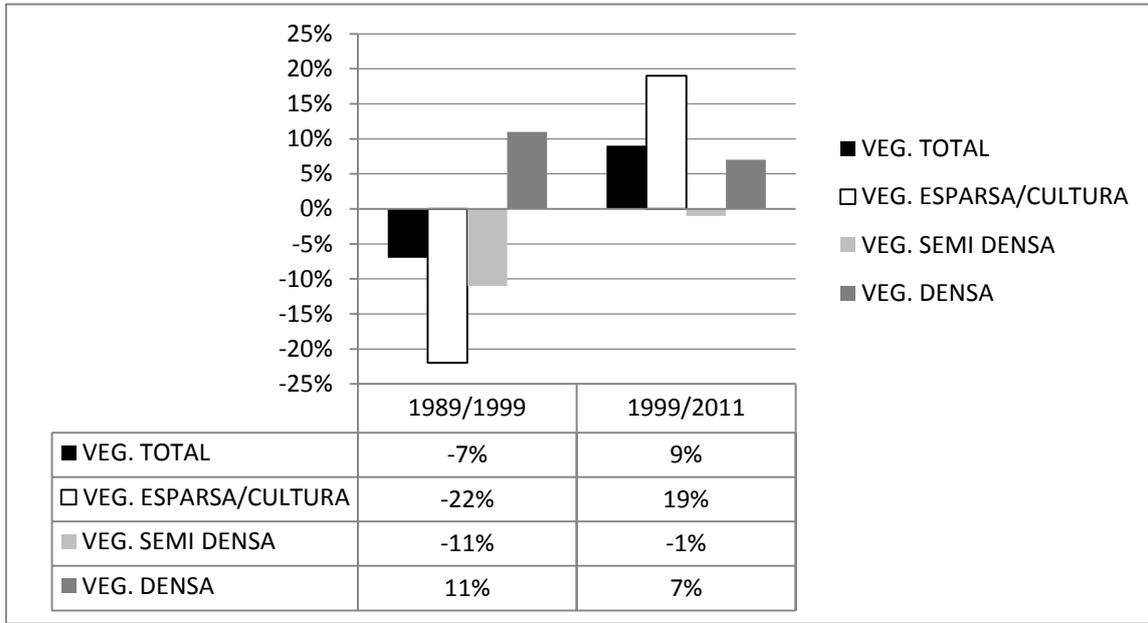
TABELA 4 - Variação espaço temporal da área de vegetação, em hectares, no estuário de Barra das Jangadas/PE nos anos de 1989, 1999 e 2011.

Tipo de vegetação	1989	1999	2011
Vegetação esparsa/cultura	735	573	680
Vegetação semi densa	336	300	296
Vegetação densa	712	790	843
Vegetação total (ha)	1.783	1.663	1.820

Desta forma, foi possível observar que houve uma diminuição da área total de vegetação entre os anos de 1989 e 1999, voltando a aumentar no ano de 2011. A supressão de vegetação total na década de 90 foi de 120 ha, cerca de 7%, voltando a aumentar em 2011 em torno de 9%. A área de vegetação esparsa ou cultura diminuiu 162 ha entre 1989 e 1999, o que correspondeu a uma supressão de 22%, entretanto teve um aumento de 19% nos últimos 10 anos, totalizando 680 ha em 2011. Observa-se também a diminuição da vegetação semi densa em todos os anos analisados, sendo maior entre 1989 e 1999, em torno de 11% e percentualmente menor na última década, estimada em 1%. A vegetação densa em todos os anos analisados expandiu, entretanto numa escala decrescida, visto que nos anos 90 seu aumento foi de 11% e entre os anos de 1999 e 2011 esse acréscimo foi de 7%. A

FIGURA 10 mostra a percentual de evolução da ocupação da vegetação na área nos anos de 1989, 1999 e 2011.

FIGURA 10 - Percentual de evolução da vegetação nos anos analisados no estuário de Barra das Jangadas/PE.



No que se refere às áreas urbanas e solo exposto houve muitas alterações em seu mosaico de área total. Em 1989 a área urbana e o solo exposto ocupavam 249,4 ha, em 1999 a área aumentou para 336,8 ha, um aumento de 35%, diminuindo para 233,3 ha em 2011, um decréscimo de 31% (FIGURAS 11 e 12).

Os bancos lamosos em 1989 correspondiam a 183 ha, sofrendo reduções de 58% e 7% nos anos seguintes analisados (FIGURAS 11 e 12).

FIGURA 11 - Evolução espaço temporal do solo exposto/área urbana e dos bancos lamosos, em hectares, no estuário de Barra das Jangadas/PE.

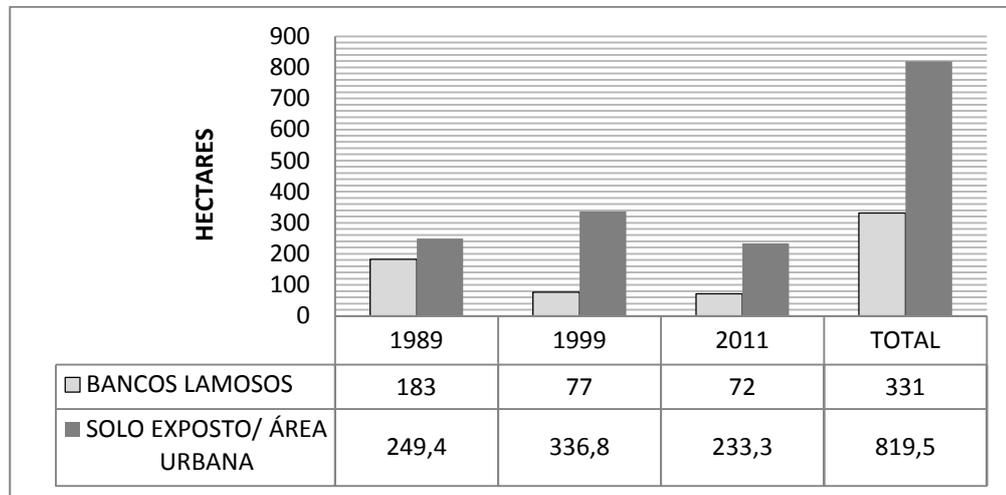
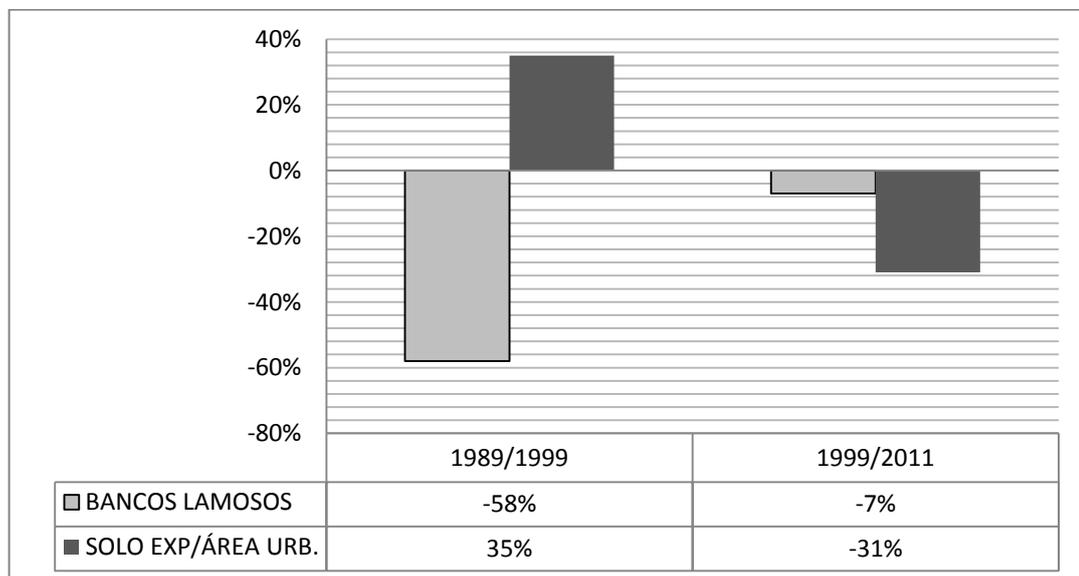


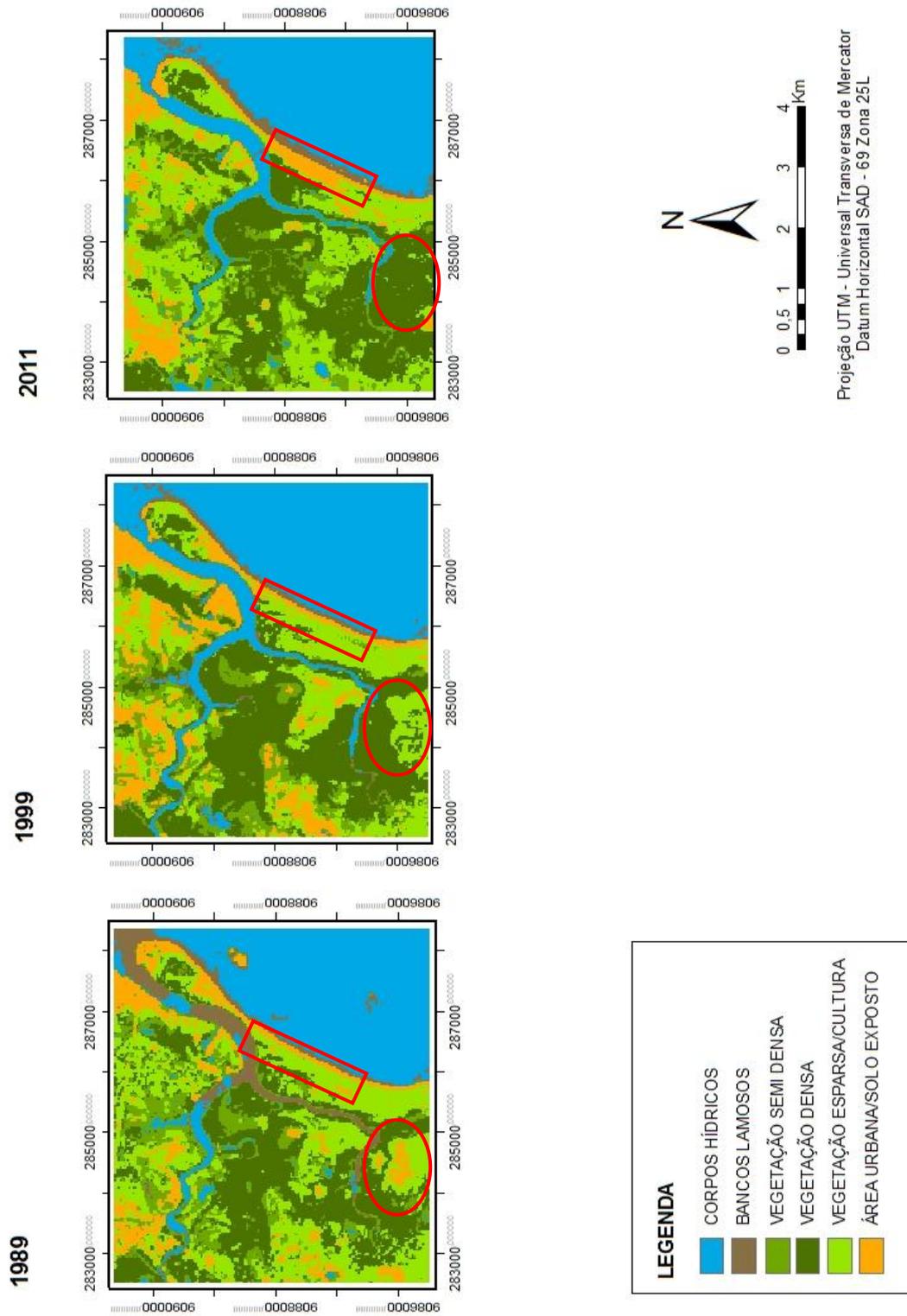
FIGURA 12 - Percentual de evolução do solo exposto/área urbana e dos bancos lamosos, em hectares, no estuário de Barra das Jangadas/PE.



Devido ao agrupamento das classes área urbana e solo exposto não foi possível evidenciar quantitativamente, em termos de área, a expansão urbana.

A variação espaço temporal das classes analisadas no estuário de Barra das Jangadas nos anos de 1989, 1999 e 2011 é apresentada na FIGURA 13.

FIGURA 13 - Variação espaço temporal do uso e ocupação da terra no estuário de Barra das Jangadas/PE nos anos de 1989, 1999 e 2011.



6.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS

6.2.1 Dados Abióticos

6.2.1.1 Temperatura do Solo, do Ar, Salinidade da Água Intersticial e Umidade relativa do Ar

Foram registradas temperaturas do ar oscilando entre 29,0°C, nas parcelas A2 e D2 no rio Jaboatão e 33,3°C na parcela C2, no rio Pirapama, enquanto a temperatura do solo variou entre 28,1°C na parcela A1 e a máxima de 30,7°C na parcela D2 (TABELA 5).

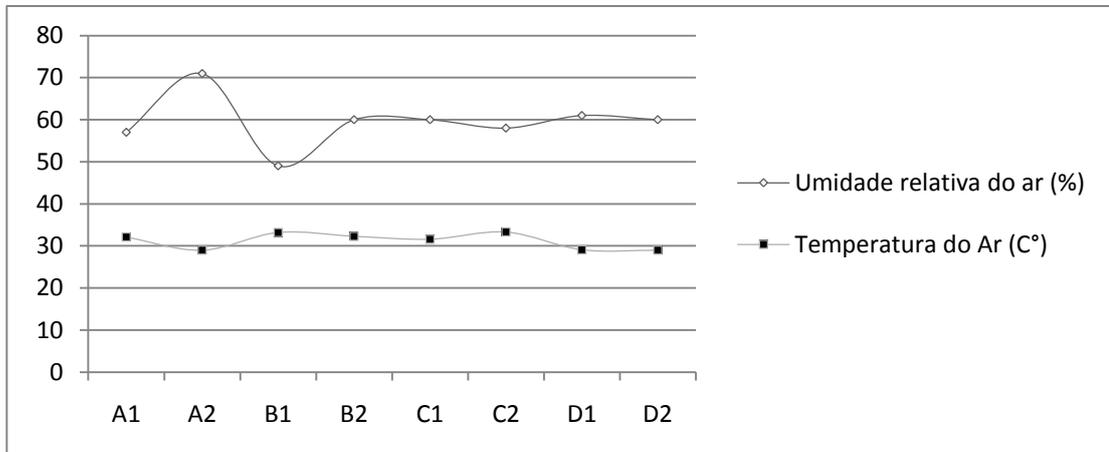
Em relação à salinidade da água intersticial, os valores no rio Jaboatão variaram entre 26, na parcela D2 e 30, na parcela D1, enquanto no rio Pirapama os valores registrados estiveram entre 13 na parcela C2 e 19 nas parcelas do sítio B (TABELA 5).

A umidade relativa do ar teve variação mínima de 49% na parcela B1 no rio Pirapama e máxima de 71% no rio Jaboatão na parcela A2. Observa-se que esses valores apresentam relação com os dados apresentados de temperatura do ar (FIGURA 14).

TABELA 5 – Valores correspondentes às análises dos dados abióticos de salinidade da água intersticial, temperaturas do ar e do solo e umidade relativa do ar, nas diferentes parcelas estudadas no estuário da Barra das Jangadas/PE.

Parcelas	Salinidade água intersticial	Temperatura do ar (°C)	Temperatura do solo (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Horário das amostragens
A1	27	32,1	28,1	57	11h00m
A2	28	29,0	28,3	71	12h20m
B1	19	33,2	28,3	49	11h00m
B2	19	32,3	28,9	60	12h30m
C1	18	31,6	28,8	60	09h58m
C2	13	33,3	29,3	58	11h11m
D1	30	29,1	29,2	61	10h30m
D2	26	29,0	30,7	60	11h40m

FIGURA 14 - Relação entre os dados de temperatura (C°) e umidade relativa (%) do ar nas parcelas analisadas do manguezal de Barra das Jangadas/PE.



6.2.1.2 Análise físico-química dos sedimentos

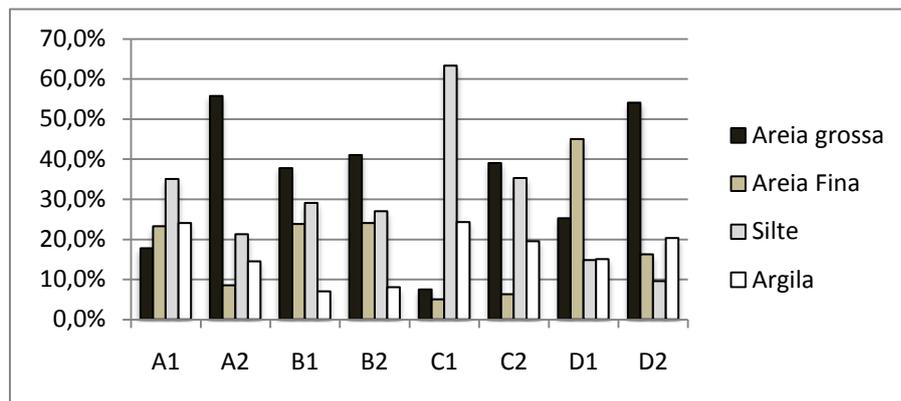
As características principais dos sedimentos analisados nas parcelas foram a granulometria, pH, cálcio, magnésio, sódio e potássio. Na análise granulométrica observou-se que a classe textural variou de franco a franco silteoso, com porcentagens de areia grossa oscilando de 7,5 a 55,8% e areia fina variando de 5 a 24%. O teor de argila atingiu o máximo de 24,3% e o de silte, 63,3%, ambos os valores registrados na parcela C1 (TABELA 6, FIGURA 15).

Nas análises ainda se observou que o percentual de areia grossa foi superior ao de areia fina em seis parcelas (A2, B1, B2, C1, C2, D2), das quais quatro estão nos sítios localizados no rio Pirapama.

TABELA 6 - Granulometria dos sedimentos nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

PARCELAS	AREIA GROSSA (%)	AREIA FINA (%)	SILTE (%)	ARGILA (%)
A1	17,8	23,3	35,0	24,0
A2	55,8	8,5	21,3	14,5
B1	37,8	24,0	29,0	7,0
B2	41,0	24,0	27,0	8,0
C1	7,5	5,0	63,3	24,3
C2	39,0	6,3	35,3	19,5
D1	25,3	45,0	14,8	15,0
D2	54,0	16,3	9,5	20,3

FIGURA 15 – Percentual da granulometria dos sedimentos nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

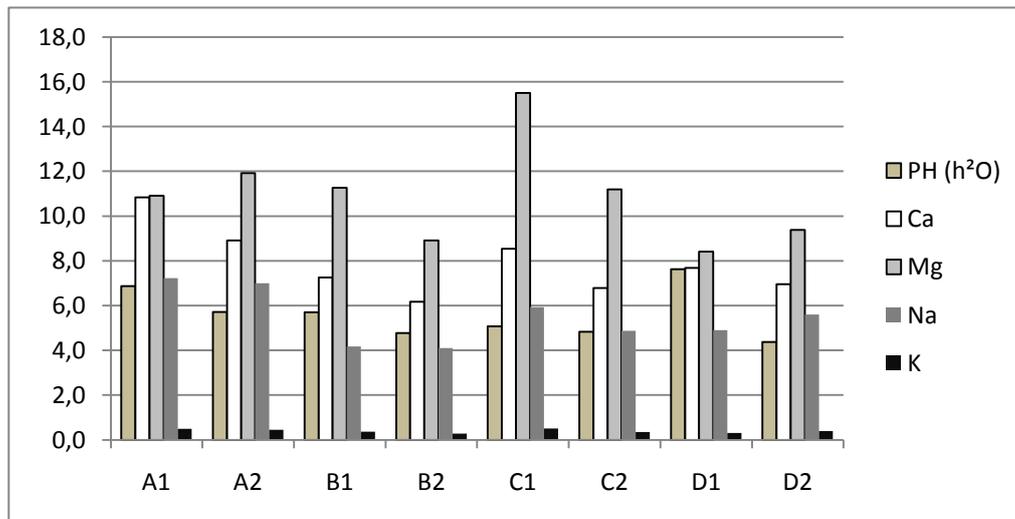


Os valores referentes ao pH variaram entre 4,8 nas parcelas C2 e B2, a 7,6 na D1 (TABELA 7). Em relação às bases os teores de Ca apresentaram valores variando de 6,2 cmolc/dm³ na parcela B2 a 10,8cmolc/dm³ na parcela A1; os valores de Mg oscilaram entre 8,4 e 15,5 cmolc/dm³, nas parcelas D1 e C1, respectivamente; os valores de Na variaram de 4,1 cmolc/dm³ na parcela B2 a 7,2 cmolc/dm³ na parcela A1; o Potássio (k) alternou valores de 0,3 cmolc/dm³, nas parcelas D1 e B2, a 0,5 cmolc/dm³ nas parcelas A1, A2 e C1; por fim a soma das bases (s) que foi inferior na parcela D2 com 19,5 cmolc/dm³ e demonstrou maior representação na parcela C1 com 30,5 cmolc/dm³ (TABELA 7 e FIGURA 16).

TABELA 7 - Teores de pH, Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), Na (Sódio), K (Potássio) além de S (Soma das bases) dos sedimentos analisados nas parcelas do manguezal de Barra das Jangadas/PE.

PARCELAS	pH (H ₂ O)	Ca (cmolc/dm ³)	Mg (cmolc/dm ³)	Na (cmolc/dm ³)	K (cmolc/dm ³)	S (cmolc/dm ³)
A1	6,9	10,8	10,9	7,2	0,5	29,5
A2	5,7	8,9	11,9	7,0	0,5	28,3
B1	5,7	7,3	11,7	4,2	0,4	23,1
B2	4,8	6,2	8,9	4,1	0,3	19,5
C1	5,1	8,5	15,5	5,9	0,5	30,5
C2	4,8	6,8	11,2	4,9	0,4	23,2
D1	7,6	7,7	8,4	4,9	0,3	21,3
D2	4,9	7,0	9,4	5,6	0,4	29,7

FIGURA 16 - Teores de pH em (H₂O), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), Na (Sódio), K (Potássio) dos sedimentos analisados nas parcelas do manguezal de Barra das Jangadas/PE.



6.3 CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO

Nos sítios analisados nos manguezais dos rios Jaboatão e Pirapama foram registradas as ocorrências das espécies *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* e *A. schaueriana*. A espécie considerada de transição *C. erectus* foi registrada no estuário de Barra das Jangadas/PE, mas não foi encontrada nas parcelas analisadas por este estudo.

6.3.1 Sítio A

No sítio A, localizado no manguezal do rio Jaboatão, em relação à composição do bosque foi registrada a presença das espécies *L. racemosa* e *R. mangle*.

Na parcela A1 foram contabilizados 1.675 troncos vivos por hectare, com predominância de 98,5% de *L. racemosa* e 1,5% de *R. mangle* (FIGURAS 17 e 18; TABELAS 8 e 9). A altura média das árvores foi 8,3 m, enquanto a altura do dossel atingiu 12,1 m (FIGURA 19, TABELA 8). A área basal de troncos vivos foi 25,76m²/ha e a área basal média de troncos vivos foi 0,38m²/ha, com maior contribuição de troncos ≥10,0 cm (FIGURAS 20, 21 e 22; TABELA 10). Os indivíduos com as maiores circunferências foram da espécie *L. racemosa*, atingindo até 77 cm. Os maiores valores de área basal por classe de diâmetro foram dos indivíduos ≥ 2,5 cm, com 1,6m²/ha e ≥10,0 cm, com 24,5m²/ha (FIGURA 22, TABELA 10). A maior porcentagem de área basal foi de *L. racemosa* com 98,6%, além da contribuição de 1,4% da espécie *R. mangle* (TABELA 9). O DAP médio nesta parcela foi de 38,05 cm (TABELA 8), os indivíduos mortos totalizaram 875m²/ha, enquanto 550m²/ha apresentaram características de corte (FIGURA 23), tendo a espécie *L. racemosa* representando 100% dos indivíduos cortados (FIGURA 24).

Na parcela A2 a densidade de troncos vivos foi de 1.275 por hectare, com predominância de *L. racemosa*, com 82,3%, enquanto *R. mangle* totalizou 17,4% (FIGURAS 17 e 18; TABELA 8 e 9). O bosque apresentou altura média de 8,5 m e altura do dossel de 12,5 m (FIGURA 19, TABELA 8). Em relação a área basal de troncos vivos a contribuição foi de 27,41m²/ha, correspondendo a uma área basal média de 0,54m²/ha (TABELA 8, FIGURAS 20 e 21). Quanto à contribuição de biomassa para a parcela, a espécie *L. racemosa* dominou com 92%, seguida de *R.*

mangle contribuindo com 8% (FIGURA 20 e TABELA 9). As maiores circunferências foram da espécie *L. racemosa* com valor máximo de 80 cm. A área basal por classe de diâmetro $\geq 2,5$ cm foi $0,8\text{m}^2/\text{ha}$ e $\geq 10,0$ cm, $26,6\text{m}^2/\text{ha}$ (FIGURA 22, TABELA 10). Em relação ao DAP médio, a parcela apresentou 52,2 cm, portanto o maior índice do sítio A (TABELA 8). Nesta parcela os indivíduos mortos totalizaram $450\text{m}^2/\text{ha}$, quase metade dos evidenciados na parcela A1, sendo que $250\text{m}^2/\text{ha}$ apresentaram características de corte (FIGURA 23), com *L. racemosa* compondo 100% dos indivíduos (FIGURA 24).

6.3.2 Sítio B

No sítio B, localizado no manguezal do rio Pirapama, foi registrada a presença das espécies *L. racemosa* e *R. mangle*, assim como no sítio A.

Na parcela B1 foram contabilizados 1.125 troncos vivos por hectare, com predominância de 93,3% de *L. racemosa* e 6,7% de *R. mangle* (FIGURAS 17 e 18; TABELAS 8 e 9). A altura média das árvores foi 9,9 m, a maior média dentre todos os sítios estudados, enquanto a altura do dossel atingiu 12,2 m (FIGURA 19, TABELA 8). A área basal de troncos vivos foi $16,91\text{m}^2/\text{ha}$ e a área basal média de troncos vivos foi $0,38\text{m}^2/\text{ha}$, com maior contribuição de troncos $\geq 10,0$ cm (FIGURAS 20, 21; TABELA 10). Os indivíduos com as maiores circunferências foram da espécie *L. racemosa*, atingindo até 70 cm. Os maiores valores de área basal por classe de diâmetro foram dos indivíduos $\geq 2,5$ cm, com $1,0\text{m}^2/\text{ha}$ e $\geq 10,0$ cm, com $15,9\text{m}^2/\text{ha}$ (FIGURA 22, TABELA 10). A maior porcentagem de área basal foi de *L. racemosa* com 89,4%, além da contribuição de 10,6% da espécie *R. mangle* (TABELA 10). O DAP médio nesta parcela foi de 46,5cm (TABELA 8), os indivíduos mortos totalizaram $650\text{m}^2/\text{ha}$, sendo 50% deste total correspondente àqueles que apresentaram características de corte (FIGURA 23), dos quais 96% foram da espécie *L. racemosa* (FIGURA 24).

Na parcela B2 foram contabilizados 1.275 troncos vivos por hectare, o mesmo número de indivíduos registrados na parcela A2, com predominância de 64,7% da espécie *R. mangle* e 35,3% de *L. racemosa* (FIGURA 18; FIGURA 8). A altura média das árvores foi 9,0 m, enquanto a altura do dossel foi similar à parcela B1, atingindo 12,2 m (FIGURA 19, TABELA 8). A área basal de troncos vivos foi $25,54\text{m}^2/\text{ha}$ e a área basal média de troncos vivos foi $0,44\text{m}^2/\text{ha}$, com maior contribuição de troncos

$\geq 10,0$ cm (FIGURAS 20, 21 e 22). Os indivíduos com maiores circunferências foram da espécie *L. racemosa*, atingindo até 69 cm. Os maiores valores de área basal por classe de diâmetro foram dos indivíduos $\geq 2,5$ cm, com $0,7\text{m}^2/\text{ha}$ e $\geq 10,0$ cm, com $21,8\text{m}^2/\text{ha}$ (FIGURA 22, TABELA 10). A maior porcentagem de área basal foi de *R. mangle* com 53,7%, que foi a espécie dominante na parcela, seguida da contribuição de 46,3% de *L. racemosa* (TABELA 9). O DAP médio nesta parcela foi de 47,5 cm (TABELA 8), os indivíduos mortos totalizaram $175\text{m}^2/\text{ha}$, sendo que $25\text{m}^2/\text{ha}$ apresentaram características de corte (FIGURA 23), todos da espécie *L. racemosa* (FIGURA 24).

6.3.3 Sítio C

No sítio C, localizado no manguezal do rio Pirapama, em relação à composição do bosque foram assinaladas as espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *A. germinans*.

Na parcela C1 foram contabilizados 1.275 troncos vivos por hectare, o mesmo número de indivíduos registrados nas parcelas A2 e B2, com predominância de 82,4% de *L. racemosa* e 17,6% de *A. germinans* (FIGURAS 17 e 18; TABELA 8). A altura média das árvores foi 6,6m, enquanto a altura do dossel atingiu 11,5m (FIGURA 19, TABELA 8). A área basal de troncos vivos foi $19,8\text{m}^2/\text{ha}$ e a área basal média de troncos vivos foi $0,39\text{m}^2/\text{ha}$, com maior contribuição de troncos $\geq 10,0\text{cm}$ (FIGURAS 20, 21 e 22). Os indivíduos com maiores circunferências foram da espécie *L. racemosa*, atingindo até 85 cm. Os maiores valores de área basal por classe de diâmetro foram dos indivíduos $< 2,5$ cm, com $0,7\text{m}^2/\text{ha}$, $\geq 2,5$ cm, com $1,2\text{m}^2/\text{ha}$ e $\geq 10,0$ cm, com $18,5\text{m}^2/\text{ha}$ (FIGURA 22, TABELA 10). A maior porcentagem de área basal foi de *L. racemosa* com 91,2%, sendo a espécie dominante da parcela, além da contribuição de 8,8% da espécie *A. germinans* (TABELA 9). O DAP médio nesta parcela foi de 43,4 cm (TABELA 8), os indivíduos mortos totalizaram $250\text{m}^2/\text{ha}$, sendo que $100\text{m}^2/\text{ha}$ apresentaram características de corte (FIGURA 23), tendo *L. racemosa* representado 100% dos indivíduos cortados (FIGURA 24).

Na parcela C2 foram contabilizados 1.050 troncos vivos por hectare, com predominância de 80,6% da espécie *L. racemosa*, seguida por *R. mangle* com 16,1% e *A. germinans* com 3,2% (FIGURAS 17 e 18; TABELA 8). A altura média das

árvores foi 6,4 m, enquanto a altura do dossel atingiu 11,9 m (FIGURA 19, TABELA 8). A área basal de troncos vivos foi 11,85m²/ha, tendo essa parcela apresentado a menor contribuição de biomassa dentre as parcelas analisadas, e a área basal média de troncos vivos foi 0,38m²/ha, com maior contribuição de troncos ≥10,0 cm (FIGURAS 20, 21 e 22; TABELA 8). Os indivíduos com maiores circunferências foram da espécie *R. mangle*, atingindo até 91 cm. Os maiores valores de área basal por classe de diâmetro foram dos indivíduos <2,5 cm, com 0,04m²/ha, ≥ 2,5 cm, com 0,7m²/ha e ≥10,0 cm, com 8,9m²/ha (FIGURA 22, TABELA 10). A maior porcentagem de área basal foi de *L. racemosa* com 80,9%, sendo a espécie dominante na parcela, seguida da contribuição de 19,6% de *R. mangle* e 0,3% de *A. germinans* (TABELA 9). O DAP médio nesta parcela foi de 41,8 cm (TABELA 8), os indivíduos mortos totalizaram 275m²/ha, dos quais 150m²/ha apresentaram características de corte (FIGURA 23), todos pertencentes à espécie *L. racemosa* (FIGURA 24).

6.3.4 Sítio D

No sítio D, localizado no manguezal do rio Jaboatão, foram registradas as espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *A. schaueriana*.

Na parcela D1 foram contabilizados 750 troncos vivos por hectare, com predominância de 70,4% da espécie *R. mangle*, seguida por *L. racemosa* com 22,2% e *A. schaueriana* com 0,1% (FIGURAS 17 e 18; TABELA 8). A altura média das árvores foi 6,5 m, enquanto a altura do dossel atingiu 10,0 m (FIGURA 19, TABELA 8). A área basal de troncos vivos foi 12,15m²/ha e a área basal média de troncos vivos foi 0,45m²/ha, com maior contribuição de troncos ≥10,0 cm (FIGURAS 20, 21 e 22; TABELA 8). Os indivíduos com maiores circunferências foram da espécie *R. mangle*, atingindo até 104 cm, vindo a ser esse a maior circunferência registrada por um indivíduo nos sítios estudados. Os maiores valores de área basal por classe de diâmetro foram dos indivíduos <2,5 cm, com 0,01m²/ha, ≥ 2,5 cm, com 0,8m²/ha e ≥10,0 cm, com 11,38m²/ha (FIGURA 22, TABELA 10). A maior porcentagem de área basal foi de *R. mangle* com 69,9%, sendo a espécie dominante na parcela, seguida da contribuição de 29,9% de *L. racemosa* e 0,1% de *A. schaueriana* (TABELA 9). O DAP médio nesta parcela foi de 59,1 cm (TABELA 8), os indivíduos mortos totalizaram 75m²/ha, todos apresentando características de

corte (FIGURA 23), dos quais 67% eram *R. mangle* e 33% de *L. racemosa* (FIGURA 24).

Nesta parcela foi ainda identificada uma clareira composta por espécimes em estágios de colonização. Foram contabilizados 40 indivíduos, dos quais 100% eram de *R. mangle*, com altura média de 75 cm e máxima de 1,15 m. A circunferência média identificada foi de 7 cm e a máxima de 9 cm.

Na parcela D2 foram contabilizados 1300 troncos vivos por hectare, com predominância de 98,1% da espécie *R. mangle* e 1,9% de *L. racemosa* (FIGURAS 17 e 18; TABELA 8). A altura média das árvores foi 4,9 m, enquanto a altura do dossel atingiu 12,1 m (FIGURA 19, TABELA 8). A área basal de troncos vivos foi 18,01m²/ha e a área basal média de troncos vivos foi 0,35m²/ha, com maior contribuição de troncos $\geq 10,0$ cm, mas também com relevante contribuição de troncos $\geq 2,5$ cm, quando comparado com as demais parcelas analisadas (FIGURAS 20, 21 e 22; TABELA 8). Os indivíduos com maiores circunferências foram da espécie *R. mangle*, atingindo até 103 cm. Os maiores valores de área basal por classe de diâmetro foram dos indivíduos $< 2,5$ cm, com 0,01 m²/ha, $\geq 2,5$ cm, com 3,46m²/ha e $\geq 10,0$ cm, com 16,84m²/ha (FIGURA 22, TABELA 10). A maior porcentagem de área basal foi de *R. mangle* com 92%, sendo a espécie dominante na parcela, seguida da contribuição de 2% de *L. racemosa* (TABELA 9). O DAP médio nesta parcela foi de 41,5cm (TABELA 8), os indivíduos mortos totalizaram 100m²/ha, todos apresentando características de corte (FIGURA 23) e pertencentes à espécie *R. mangle* (FIGURA 24).

6.3.5 Relação Estrutural entre os sítios estudados

Analisando a composição florística dos quatro sítios estudados foi possível observar que no sítio A e B foram encontrados apenas exemplares de *L. racemosa* e *R. mangle*, enquanto nos sítios C e D foram registradas, além destas duas, a presença de *A. germinans* e *A. schaueriana*, em menores densidades, respectivamente (FIGURA 18).

Ao compararmos a estrutura da vegetação de mangue nos quatro sítios estudados é possível observar que o menor valor de DAP médio foi encontrado na parcela A1 do sítio A, o que corrobora o fato da parcela possuir a maior densidade de ind/ha, observando-se uma relação direta entre DAP e densidade (TABELA 8;

FIGURA 25). Na mesma parcela foram também encontrados os maiores valores de indivíduos mortos e de troncos com características de corte. A parcela A2 destacou-se por obter os maiores valores de área basal. Os maiores valores de densidade e dominância de *L. racemosa* ocorreram no sítio A.

O sítio B destacou-se por apresentar a maior altura média registrada entre os bosques estudados e um maior equilíbrio entre as espécies *R. mangle* e *L. racemosa*, no que se refere à dominância e densidade dos indivíduos. *L. racemosa* apresentou valores de densidade e dominância superiores a *R. mangle* na parcela B1 e tais valores apresentaram um cenário oposto na parcela B2 (TABELA 9), na qual foram encontrados os menores valores de indivíduos mortos com características de corte (FIGURA 23).

Em relação ao sítio C, de imediato foi possível observar a ausência da espécie *R. mangle* na parcela C1, e o aparecimento de *A. germinans*. No sítio, *R. mangle* apresentou dominância basal superior em relação a *A. germinans*, entretanto quanto à densidade de indivíduos esta relação se apresenta de forma inversa (FIGURA 18 e TABELA 9).

No que se refere ao sítio D observou-se que foi o único que apresentou a espécie *R. mangle* com valores de dominância e densidade superiores a *L. racemosa*, que esteve presente em todas as parcelas dos sítios estudados, além do maior valor de DAP médio e menor valor de densidade de ind/ha, presente na parcela D1 (TABELAS 8 e 9). Também pode ser registrado o aparecimento da espécie *A. schaueriana*, com valores de dominância e densidade pouco expressivos (FIGURA 18; TABELA 9). O sítio destacou-se por apresentar os menores valores de indivíduos mortos, entretanto todos apresentavam característica de corte (FIGURA 23) e menores valores de altura média. Vale ressaltar o aparecimento de uma clareira no bosque, composta por indivíduos jovens da espécie *R. mangle*, que apresentaram circunferência média e máxima de 7 e 9 cm, respectivamente, altura média de 75 cm e máxima de 1,15 cm.

A densidade relativa das espécies nos quatro sítios foi de 64% de *L. racemosa*, 32% de *R. mangle*, 3% de *A. germinans* e 1% de *A. schaueriana* (FIGURA 26). Em relação à dominância relativa, *L. racemosa* apresentou 71%, *R. mangle* 28%, enquanto *A. germinans* e *A. schaueriana* 1,78% e 0,01%, respectivamente (FIGURA 27). A frequência relativa de *L. racemosa* foi de 44%,

seguida da *R. mangle* com 39%, *A. germinans* com 11% e *A. schaueriana* com 6% (FIGURA 28).

Em relação ao valor de importância das espécies *L. racemosa* apresentou 60%, seguida da *R. mangle* com 33%, *A. germinans* com 5% e por fim *A. schaueriana* com 2% (FIGURA 29).

Em todos os sítios predominaram os valores de área basal por classe de diâmetro $\geq 10,0$ cm.

FIGURA 17 – Números de troncos vivos (m^2/ha) nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

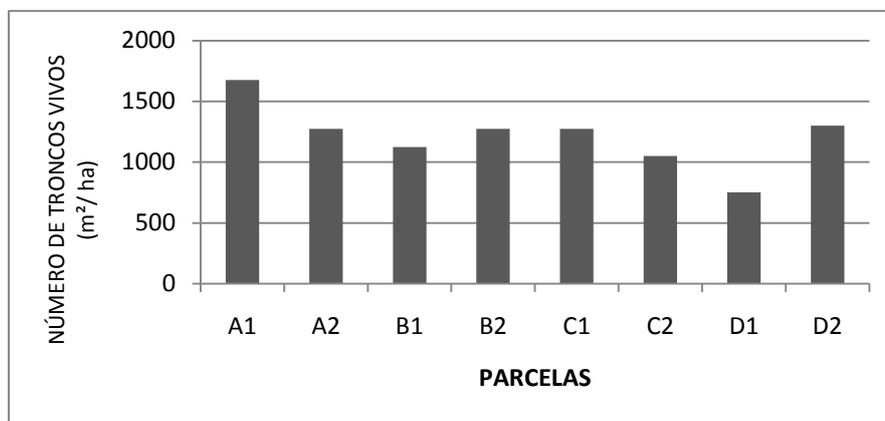


FIGURA 18 - Densidade de troncos vivos por espécie nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

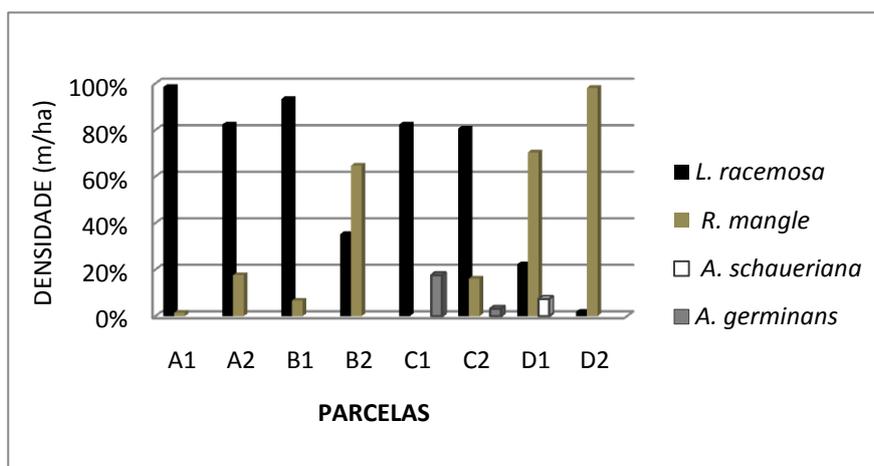


FIGURA 19 – Altura média e altura do dossel dos indivíduos que compõem as parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

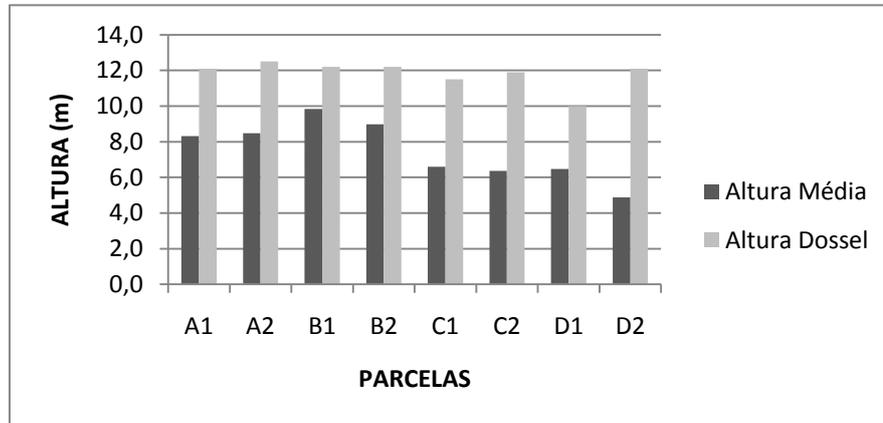


TABELA 8 – Densidade, área basal e área basal média dos troncos vivos, altura média, altura desvio padrão, altura do dossel e DAP médio das parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

Parcelas	Densidade de troncos vivos (m ² /ha)	Área Basal (m ² /ha)	Área Basal Média (m ² /ha)	Altura Média(m)	Altura Desvio Padrão (m)	Altura do Dossel (m)	DAP Médio (cm)
A1	1675	25,76	0,38	8,3	2,3	12,1	38,5
A2	1275	27,41	0,54	8,5	3,3	12,5	52,2
B1	1125	16,91	0,38	9,8	7,6	12,2	46,5
B2	1275	22,55	0,44	9,0	1,8	12,2	47,40
C1	1275	19,80	0,39	6,6	2,9	11,5	44,40
C2	1050	11,86	0,38	6,4	4,0	11,9	41,75
D1	750	12,15	0,45	6,5	2,7	10,0	59,17
D2	1300	18,01	0,35	4,9	3,3	12,1	41,55

FIGURA 20 – Área basal dos troncos vivos por espécies das parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

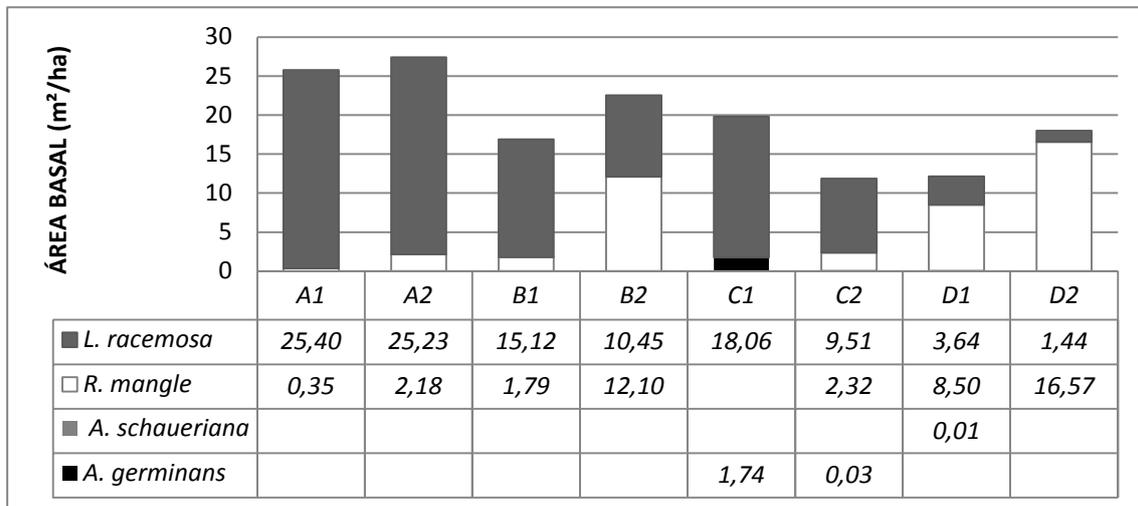


FIGURA 21 – Área basal média dos troncos vivos das parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

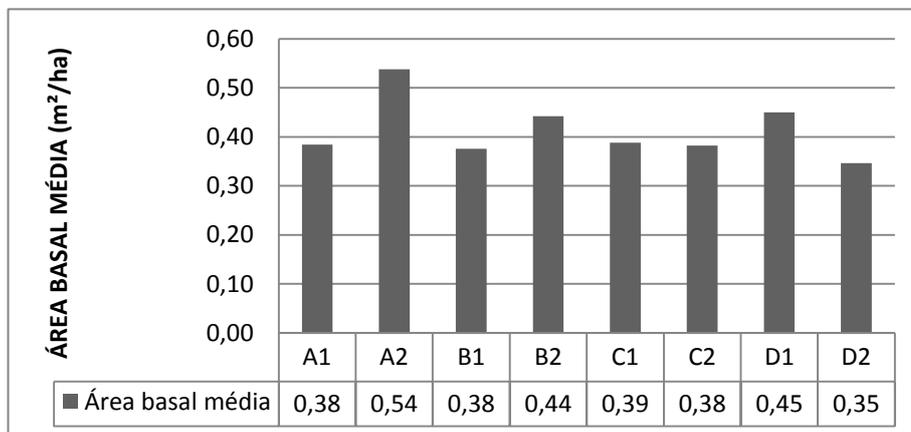


FIGURA 22 – Área basal dos troncos vivos por classe de diâmetro das parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

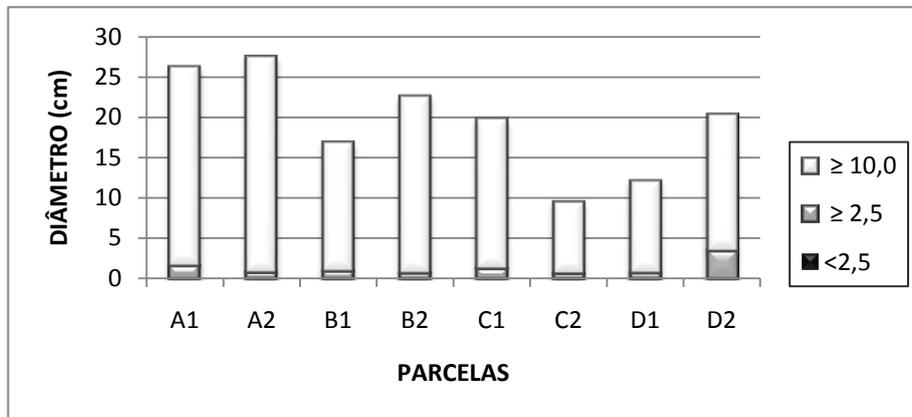


TABELA 9 - Percentagem por espécie de área basal (dominância), à esquerda; e número de indivíduos (densidade) à direita; nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

PARCELAS	<i>L. racemosa</i> (%)		<i>R. mangle</i> (%)		<i>A. germinans</i> (%)		<i>A. schaueriana</i> (%)	
	Área	Densidade	Área	Densidade	Área	Densidade	Área	Densidade
A1	98,6	98,5	1,4	1,5	--		--	
A2	92,0	82,4	8,0	17,6	--		--	
B1	89,4	93,4	10,6	6,7	--			
B2	46,3	35,3	53,7	65,0	--		--	
C1	91,2	82,4	--	--	8,8	17,7	--	
C2	80,1	80,6	19,6	16,1	0,3	3,2	--	
D1	30,0	22,2	75,0	70,4	--		0,1	7,4
D2	8,0	2,0	92,0	98,1	--		--	

TABELA 10 - Valores de área basal (m^2/ha) dos troncos vivos por classe de diâmetro nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

PARCELAS	< 2,5	≥ 2,5	≥ 10,0
A1	0,00	1,64	24,49
A2	0,00	0,80	26,60
B1	0,00	0,98	15,92
B2	0,00	0,72	21,82
C1	0,06	1,20	18,52
C2	0,04	0,66	8,85
D1	0,01	0,76	11,38
D2	0,01	3,46	16,84

FIGURA 23 – Troncos mortos ou com características de corte nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

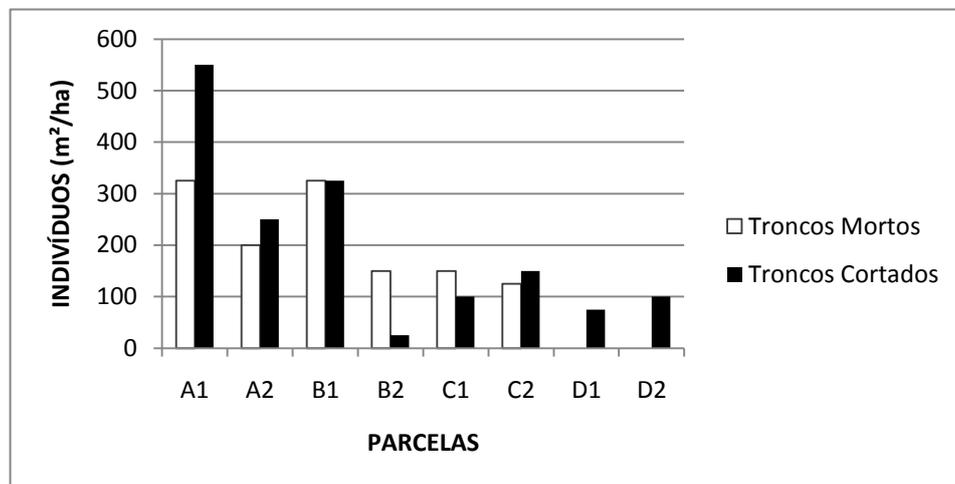


FIGURA 24 – Percentagem dos indivíduos com características de corte por espécie nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

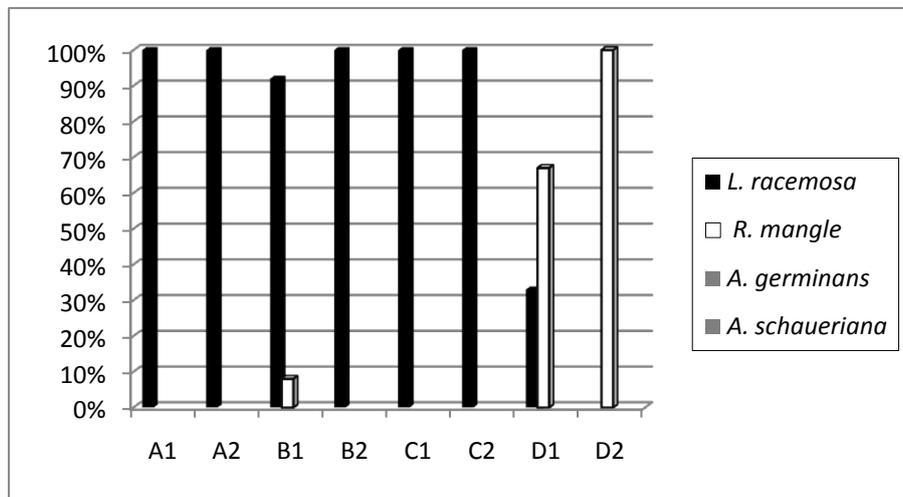


FIGURA 25 – Relação entre a densidade e DAP médio dos troncos que compõem as parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

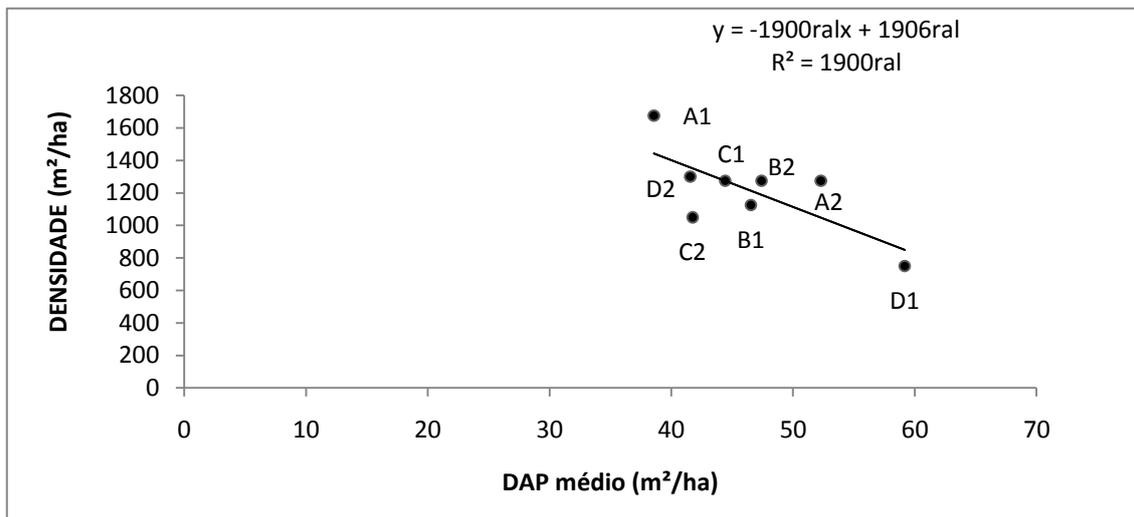


FIGURA 26 – Densidade relativa das espécies encontradas nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

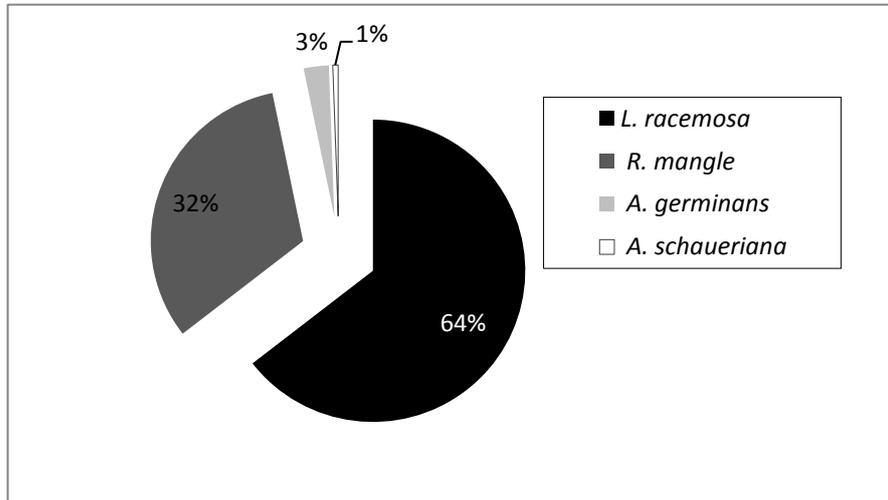


FIGURA 27 – Dominância relativa das espécies encontradas nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

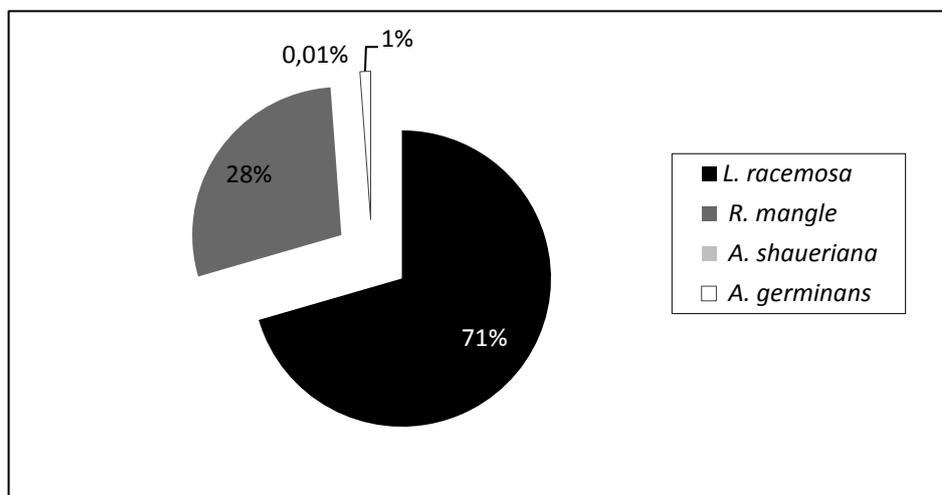


FIGURA 28 - Frequência relativa por espécie nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.

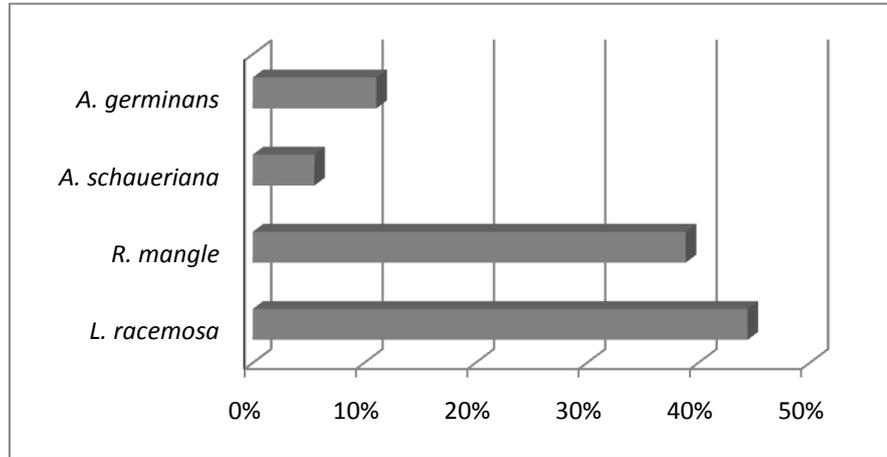
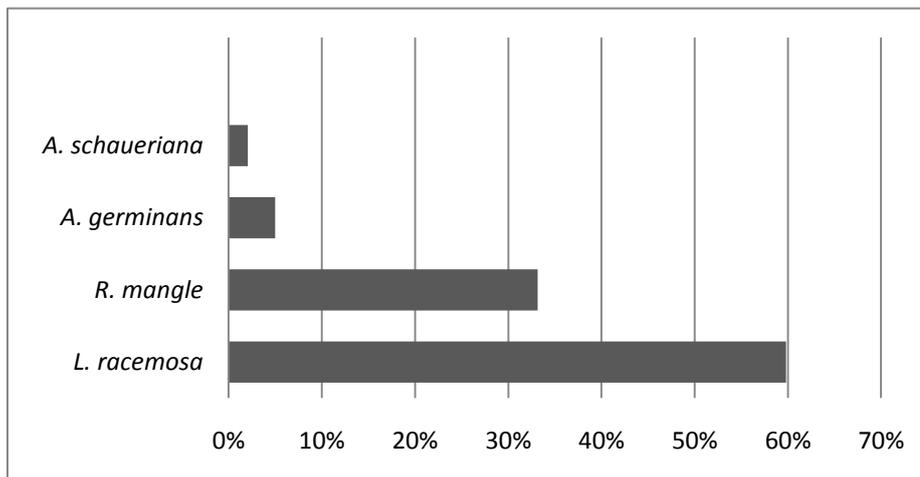


FIGURA 29 – Valor de importância por espécie nas parcelas analisadas no manguezal do estuário de Barra das Jangadas/PE.



6.3.6 Classificação das florestas de mangue

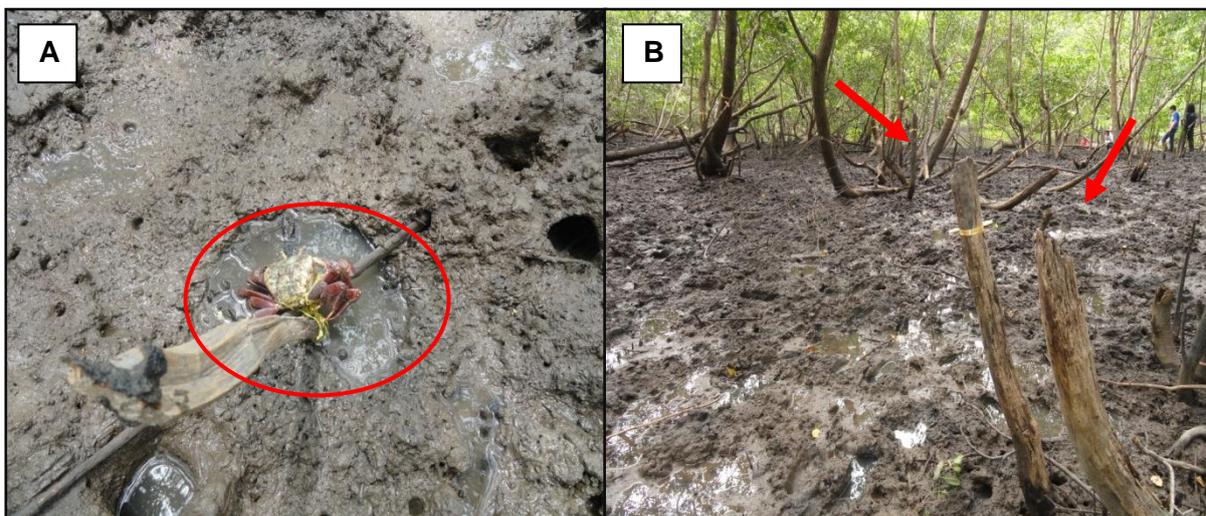
A classificação das florestas de mangue representa um importante conhecimento para a conservação e o manejo deste ecossistema (PELLEGRINI et al., 2009).

O manguezal presente no estuário de Barra das Jangadas é do tipo ribeirinho, ocorrendo ao longo dos rios que compõem a área, Jaboatão e Pirapama, e seus respectivos braços, sofrendo influência da maré e maior aporte de nutrientes.

No que se refere aos tensores antrópicos que provocam a degradação do ecossistema foram observados: resíduos sólidos trazidos pelos rios, corte de árvores e pesca predatória, por meio de armadilhas.

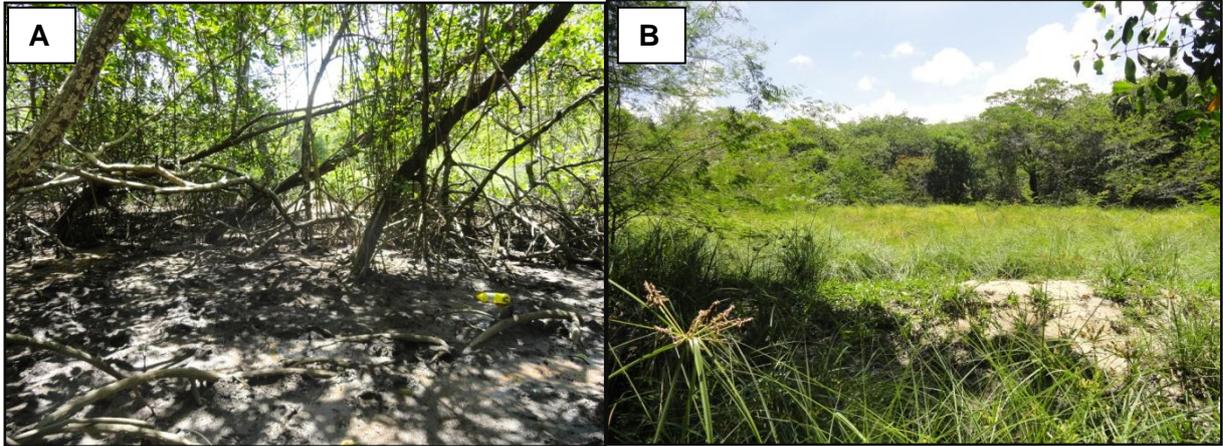
No sítio A destacou-se o grande número de indivíduos com características de corte, além de armadilhas do tipo redinha para coleta de caranguejos (FIGURA 30). O sítio B se localizou próximo a uma restinga e não apresentou indícios de resíduos sólidos (FIGURA 31). No sítio C os vestígios de desmatamento foram evidenciados nos locais adjacentes às parcelas demarcadas (FIGURA 32) e no sítio D foi registrada a presença de resíduos sólidos e a ocorrência de clareira em uma das parcelas analisadas (FIGURA 33).

FIGURA 30 - Sítio A: (A) Armadilha do tipo redinha na parcela 1; (B) Vista parcial e os cortes na vegetação.



Autor: Vila Nova, 2012.

FIGURA 31 - Sítio B: (A) Vista Parcial; (B) Restinga presente próximo à parcela 2.



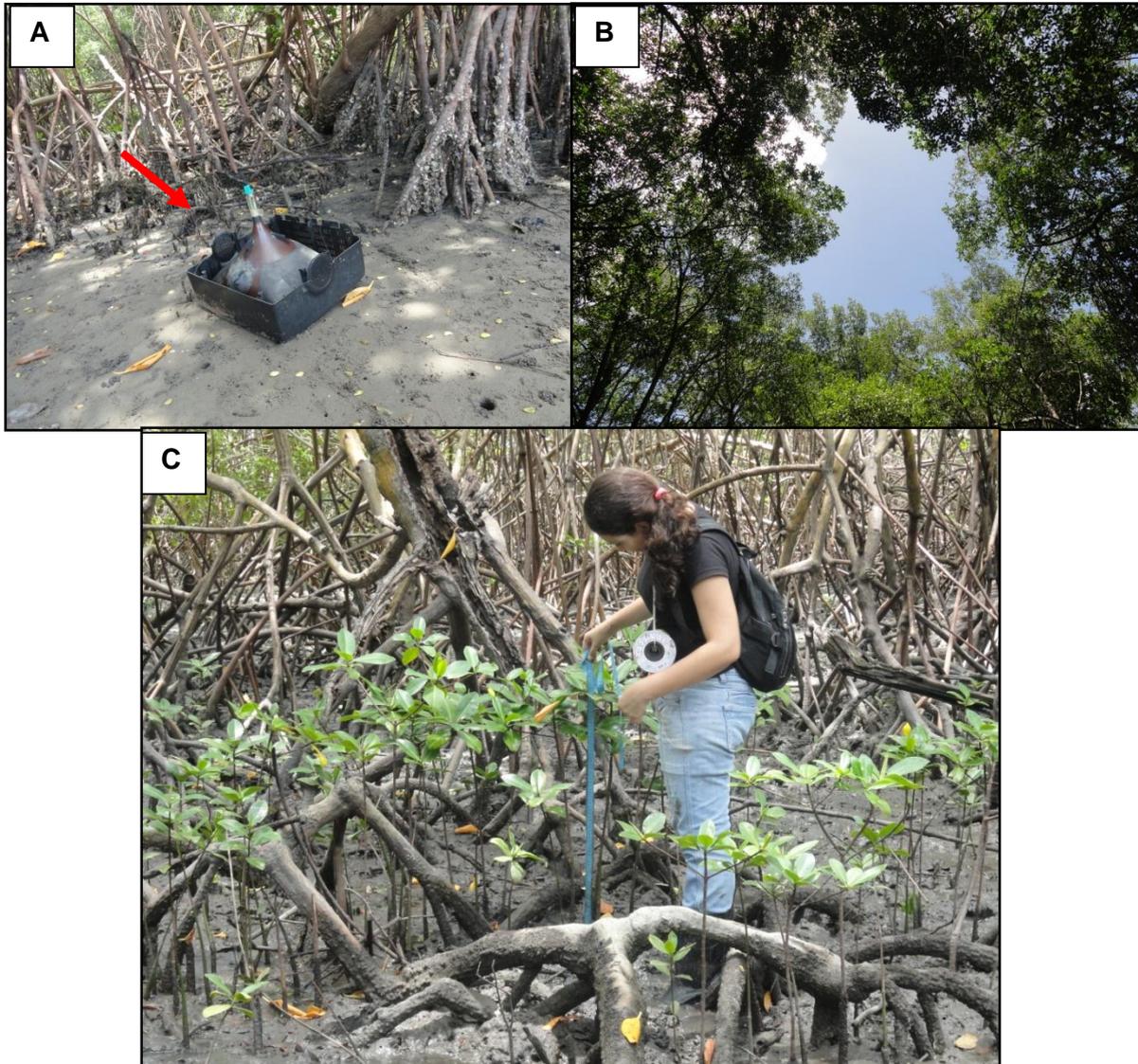
Autor: Coelho, 2012.

FIGURA 32 - Desmatamento adjacente ao sítio C.



Autor: Vila Nova, 2012.

FIGURA 33 - Sítio D: (A) Presença de resíduo sólido (Tubo de televisão); (B) Ocorrência de clareira; (C) Indivíduos em processo de colonização.



Autor: Vila Nova, 2012.

7 DISCUSSÃO

7.1 ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL

O sistema estuarino de Barra das Jangadas apresentou variações espaço temporais que foram demonstradas com a aplicação da classificação supervisionada.

O manguezal estudado apresentou um crescimento na área total ocupada por vegetação entre os anos de 1999 e 2011, entretanto a vegetação semi densa demonstrou retração em todos os anos analisados, diferentemente da vegetação esparsa, que após retração nos anos de 1989 a 1999 voltou a expandir em 2011, principalmente em decorrência da cultura do coco, que é comum na região. A vegetação de mangue nos últimos 22 anos passou por um processo de adensamento, possivelmente em detrimento da vegetação semi densa e de algumas áreas antes ocupadas por vegetação esparsa.

A supressão da vegetação nas restingas e manguezais tem se intensificado no decorrer dos anos, apesar do adensamento da vegetação de mangue no referido estuário, pois a densidade demográfica na região costeira é crescente desde a formação do território brasileiro (BARROS, 1998).

Silva et al. (2009), avaliando a evolução espaço temporal com a utilização de imagens de satélites para analisar a presença de vegetação e do solo exposto na Microrregião de Itamaracá, observaram, diferentemente do presente estudo, uma diminuição na área total ocupada pelo manguezal.

Ao realizar uma análise temporal da vegetação de mangue no estuário de Barra das Jangadas, Silva et al. (2009) relataram resultados semelhantes aos dados obtidos por este estudo. Durante o período estudado (1974 a 2008) segundo os autores, a área ocupada por vegetação correspondeu a uma expansão de 34,27% em sua distribuição, apesar do acelerado incremento dos processos de urbanização e industrialização, principalmente entre os anos de 1997 e 2008.

Brandão et al. (2009), estudando o complexo estuarino dos rios Beberibe e Capibaribe, entre as cidades de Recife e Olinda, enfatizaram que a área foi alvo de extensos aterros e obras viárias, principalmente na década de 1970 com a supressão da cobertura vegetal do manguezal, que se recompôs entre 1974 e 2002, passando

de 18.257,2 m² para 46.526,7 m² após a conclusão das obras de infraestrutura e diminuição dos impactos negativos.

Outros trabalhos em manguezais pernambucanos evidenciam o adensamento da vegetação de mangue nos estuários. Barbosa (2010) observou que o bosque de mangue do manguezal do Pina apresentou uma capacidade de recomposição natural, mesmo após a redução evidenciada no ano de 1991. A autora ainda afirma que apesar do adensamento da vegetação, os mangues submetidos à grande incidência de tensores podem não alcançar o seu máximo desenvolvimento estrutural, e que o aumento da recomposição natural dos indivíduos não significa, necessariamente, que o mesmo está sob condições adequadas de conservação.

Silva (2012) contabilizou a vegetação de mangue nos estuários pernambucanos, e das onze áreas analisadas os estuários de Goiana, Canal de Santa Cruz, Timbó, Ipojuca, Maracaípe, rio Formoso e o de Barra das Jangadas apresentaram um adensamento na sua vegetação de mangue, o que vem a corroborar com o presente estudo.

Segundo Lacerda et al. (2006), em estudos realizados nos manguezais nordestinos, a grande amplitude das marés e o suave gradiente de altitude das bacias costeiras dos rios tornam seus estuários muito sensíveis a variações do nível do mar e a mudanças no fluxo fluvial, geralmente aumentando a intrusão salina no continente. Em consequência disso os manguezais também se deslocam rio acima, colonizando áreas ocupadas por vegetação terrestre ou de água doce. Esse processo pode ser acelerado pela deposição de sedimentos finos trazidos pela maré, oriundos da erosão de depósitos nas praias. Este processo parece ser atualmente, segundo estes autores, o principal responsável pela expansão da área de manguezais no litoral nordestino.

Vale salientar que o acréscimo da vegetação densa deu-se principalmente na margem direita do rio Jaboatão e nas porções mais a montante do rio Pirapama, onde alguns tensores antrópicos, como a expansão imobiliária, ainda são incipientes.

No período de 1989 a 1999, de acordo com as imagens analisadas, foi possível identificar o aumento exponencial da área urbana e do solo exposto nos bairros de Pontezinha, Ponte dos Carvalhos e Barra das Jangadas, vindo a reduzir no ano de 2011. No entanto, o agrupamento das classes área urbana e solo exposto mostrou-se como obstáculo para a determinação da extensão do crescimento urbano, mesmo este podendo ser observado nas imagens.

Bryon (1994) afirma que em 1991 a taxa de urbanização da região metropolitana do Recife atingiu 95%, com uma pequena redução quando comparada à de 1980, que foi de 96%. A partir de 1940, segundo a Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes, o Município começou a apresentar um acelerado processo de adensamento demográfico, exibindo uma taxa de crescimento semelhante à do município do Recife. A sua população dobrou no período de 1980 a 1990, tendo se concentrado, predominantemente, na orla marítima que teve um crescimento da ordem de 478%, em 30 anos (CPRM, 1997).

Silva et al. (2009), ao analisarem o referido estuário por meio de checklist e fotografias aéreas, identificaram pontos de pressão antrópica decorrentes principalmente da expansão urbana e pressão imobiliária nos últimos 33 anos.

De acordo com Grostein (2001), o avanço da urbanização, sua escala e velocidade não constituem problema em si, não fosse a forma como ocorreu, pois a sustentabilidade do aglomerado urbano relaciona-se, dentre muitos fatores, com o modo de ocupação do território; a disponibilidade de insumos para seu funcionamento (disponibilidade de água); a descarga de resíduos (destino e tratamento de esgoto e lixo) e a qualidade dos espaços públicos.

Segundo Noriega et al. (2009), o elevado índice de densidade populacional ao longo do sistema estuarino de Barra das Jangadas representa um importante fator que pode influenciar a qualidade do corpo hídrico receptor, porque a maioria dos resíduos líquidos domésticos são despejados diretamente nos rios sem qualquer tratamento.

Duke (2001) ressalta que os manguezais são dinâmicos, possuem crescimento contínuo e constante, se restabelecem e se renovam devido às suas características peculiares que lhes proporcionam sobrevivência e regeneração mesmo estando submetidos a ações antrópicas. Tais particularidades conferidas aos manguezais podem também explicar o adensamento da vegetação presente no estuário de Barra das Jangadas.

7.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS

A estrutura dos bosques de mangue é resultante dos fatores ambientais a que estejam sendo submetidos; nestes ambientes atuam muitas forças de diferentes intensidades e frequências (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

Em relação à temperatura do solo, os valores registrados variaram entre 28 e 30°. A superfície do solo se aquece principalmente por absorção de energia solar. Quer durante o dia, quer à noite, ocorrem trocas de calor entre a superfície do solo e a atmosfera, tanto por condução quanto por irradiação (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Os valores de temperatura do ar apresentados pelo manguezal do estuário de Barra das Jangadas se mantiveram acima de 29°C, estando de acordo com as condições ideais para o desenvolvimento dos manguezais, ou seja, temperaturas médias acima de 20°C. Nestes ecossistemas a amplitude térmica anual deve ser menor que 5°C, com média das temperaturas mínimas não inferiores a 15°C (KIENER, 1973; DIEGUES, 1987; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; VANNUCCI, 2002).

Os dados de umidade relativa do ar apresentaram variações de 49 a 71%. A umidade relativa também varia de acordo com a temperatura, já que esta está relacionada diretamente com a retenção de vapor d'água. Assim, quanto maior a temperatura do ar, maior sua capacidade de reter calor e menor fica a taxa de vapor na atmosfera, diminuindo a umidade relativa do ar (MANUEL et al., 2012).

Os valores de salinidade da água intersticial foram maiores nos sítios localizados no rio Jaboatão, devido à maior influência marinha, com valores variando entre 26 e 30, e inferiores no rio Pirapama, onde a mínima alcançada foi de 13 e a máxima 19, provavelmente por esta estar localizada mais a montante do estuário, no sítio C.

No estuário do rio São Mateus/ES, Silva; Bernini e Carmo (2005) encontraram valores de salinidade que variaram entre 2 e 38.

Nascimento Filho et al. (2007), em seu estudo sobre o rio Ariquindá, Tamandaré/PE, encontrou valores de salinidade que variaram de 40 a 90. O autor enfatiza que 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.

Barbosa (2010) registrou no manguezal do Pina/PE valores de salinidade que apenas ultrapassaram 0,5 em uma única parcela, dentre as nove analisadas, o que

pode ser explicado pela localização dos seus sítios de estudo, situados em áreas de menor influência marinha.

Fernandes e Peria (1995) destacam que as espécies de mangue são próprias de ambientes salinos, embora possam se desenvolver em ambientes livres da presença de sal, nessas condições não ocorrendo a formação de bosques, pois as espécies de mangue acabam perdendo espaço para aquelas que crescem mais rápido e com melhores adaptações à presença de água doce. Segundo estes autores, *Rhizophora* é o gênero menos tolerante à presença de sal, desenvolvendo-se em ambientes onde a água intersticial apresenta teores menores que 50. *Avicennia* é o gênero mais tolerante, conseguindo sobreviver em locais onde a água intersticial pode variar de 65 a 90 e a *Laguncularia* apresenta tolerância intermediária quando comparada com os dois gêneros anteriores.

Como característica geral, os sedimentos em manguezais são bastante homogêneos, quase sem estrutura sedimentar, enriquecidos gradualmente na base por grãos de areia provenientes das barras arenosas que constituem o substrato (BARRÊDO et al., 2008).

As análises de sedimento no manguezal do estuário de Barra das Jangadas permitiram classificá-los como franco a franco siltoso, com percentuais de areia grossa superiores ao de areia fina. Devido ao acúmulo de grandes massas de sedimentos e detritos trazidos pelos rios e mar, há uma expansão constante das áreas de manguezal, sendo áreas pedologicamente instáveis, dinâmicas, devido à constante deposição de areia do mar e rejuvenescimento do solo ribeirinho, com deposições aluviais e lacustres (ROSSI; MATTOS, 2002).

As altas taxas de silte verificada nas análises que compõem o sítio C podem ser elucidadas, segundo Ganju et al. (2004), pelo ciclo de enchentes e vazantes das marés, isto porque ocorre um período de parada na corrente o qual favorece a sedimentação das partículas em suspensão em ambientes estuarinos, considerando que as correntes de maré mantêm em suspensão predominantemente as partículas de tamanho silte e argila como observado por Wang e Ke (1997) Christiansen et al. (2000) e Antony (2004). O processo de sedimentação das partículas no sítio C pode ser maior, devido à sua localização mais a montante do estuário.

Os valores de pH, que variaram de 4,8 a 7,6 possibilitaram a caracterização dos sedimentos como de ácidos a neutros. Estes valores podem estar relacionados à oxidação de sulfetos, decomposição de serrapilheira, hidrólise de tanino das

plantas de mangue (as quais liberam vários ácidos orgânicos) (LIAO, 1990), ou em função das flutuações do nível freático ou do conteúdo de umidade. Para Ricklefs (2003), valores extremos de pH podem afetar tanto o crescimento como a disponibilidade de nutrientes para os organismos.

Em relação às análises químicas realizadas nos sedimentos do manguezal do estuário de Barra das Jangadas, observou-se que os valores referentes ao magnésio foram maiores que os de cálcio. Ambos os elementos são macronutrientes secundários para as plantas, juntamente com o enxofre.

Os teores altos de magnésio podem estar relacionados às menores perdas por lixiviação, pois de acordo com Gismonti (2009), o Mg é mais solúvel que o cálcio e sujeito, então, à perdas por lixiviação. O magnésio, como o nitrogênio, é parte da clorofila e sua deficiência aparece com um amarelecimento entre as nervuras das folhas mais velhas.

Os efeitos indiretos do cálcio são tão importantes quanto o seu papel como nutriente. O cálcio promove a redução da acidez do solo e da água, melhora o crescimento das raízes e aumenta a atividade microbiana, a disponibilidade de molibdênio (Mo) e de outros nutrientes. O cálcio reduzindo a acidez do solo diminui a toxidez do alumínio (Al), cobre (Cu) e manganês (Mn). Plantas que apresentam altos teores de cálcio resistem melhor à toxidez destes elementos (GISMONTI, 2009).

Dos compostos químicos analisados, o potássio foi o que apresentou a menor disponibilidade nos sedimentos, provavelmente por ser sujeito a perdas por lixiviação. Entretanto os íons de K têm função importante na síntese de proteínas, no metabolismo respiratório e fotossintético das plantas (WERLE et al., 2008).

Os valores de soma de base são elevados, pois além do cálcio e magnésio, são altos os teores de sódio nestes sedimentos, devido à influência de água marinha, que possui $10,8\text{g L}^{-1}$ de Na^+ (LARCHER, 2000).

Segundo Cuzzuol et al. (2001), os sedimentos do manguezal do rio Mucuri apresentaram valores variando de ligeiramente ácido a neutro, com valores de pH variando de 6,5 a 7,7. De maneira geral, a concentração de nutrientes do sedimento deste manguezal segue a ordem decrescente: $\text{Fe} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Mn} > \text{P} > \text{Zn} > \text{Cu}$.

Caracterizando os sedimentos de mangue em Ilhéus/BA, Gomes (2002) classificou-os como franco-arenosos ou mais grosseiros, apresentando em algumas camadas, elevados teores de alumínio juntamente com elevados teores de base

trocáveis, especialmente o magnésio, reflexo da influência da água do mar, além do abaixamento do pH pela presença de enxofre no extrato de sais solúveis.

Em relação à composição dos sedimentos de manguezais, Lamberti (1969, citado por ROSSI et al., 2002) caracterizou amostras coletadas a 20 cm de profundidade em manguezais de Itanhaém (SP), na classe textural Arenó-Barrenta com 35% de silte e 42% de areia fina. O pH apresentou-se sempre superior a 5,0 e inferior a 6,5. A análise química mostra que são solos salinos, com teores de bases ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$) elevados, portanto férteis.

Na composição dos sedimentos do manguezal do rio Crumahú, Guarujá/SP, Firme (2003) constatou que a classe textural das amostras variou de argilosa a muito argilosa com frações de silte, argila e areia variando, respectivamente de 37 a 87%, 13 a 58% e a 9% e o Ph de 4,1 a 5,9. As análises químicas apresentaram tendências de $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$ que vai mudando para $\text{Na} = \text{Ca} = \text{Mg} > \text{K}$, passando a $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$ e finalizando com $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{Ca}$.

No mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Silva; Bernini e Carmo (2005) verificaram que o sedimento apresentou características que variaram de arenoso, lama siltico-arenosa a lama siltosa, enquanto os valores de pH se mantiveram entre 5,7 e 7,9.

Recentemente Barbosa (2010), caracterizando os sedimentos do Manguezal do Pina, classificou-os como de classe arenosa e franco arenosa, formado por areia fina, silte e argila orgânica, o pH apresentou variação de 4,7 a 5,8. Em relação à composição química, os valores referentes ao magnésio foram maiores que os de cálcio e os teores de matéria orgânica foram mais expressivos em locais onde há maior produção de detritos e menor influência das marés.

De maneira geral, a concentração de nutrientes do sedimento no manguezal do estuário de Barra das Jangadas seguiu a ordem $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{K}$. Segundo Gamero et al. (2004), a dominância dos cátions Mg e Ca seguidos de Na e K, confere ao solo o caráter eutrófico, ou seja, que possui concentrações de nutrientes em níveis ótimos, ou quase ótimos, para o crescimento de plantas e animais, o que vem a corroborar os bons níveis de desenvolvimento estrutural alcançados pela vegetação do manguezal de Barra das Jangadas .

7.3 CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO

Cinco espécies de mangue foram assinaladas para o manguezal do estuário de Barra das Jangadas na sua porção conhecida como Ponta Cabo: *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans*, *A. schaueriana* e *C. erectus*, sendo esta última registrada fora dos sítios de amostragem.

Segundo Coelho et al. (2004), no litoral de Pernambuco são encontrados os três gêneros típicos de manguezal (*Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*) e o gênero considerado de transição (*Conocarpus*).

Desta forma, a composição florística presentemente encontrada corrobora com os resultados obtidos por Souza e Sampaio (2001) em Suape e Nascimento Filho et al. (2007), no estuário do rio Ariquindá. Outros estudos em manguezais pernambucanos, tais como Schuler; Andrade e Santos (2000), no manguezal do Canal de Santa Cruz, Correia (2002), no estuário do Rio Timbó e Barbosa (2010), no Manguezal do Pina/PE referem-se apenas a ocorrência das espécies *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana*.

As espécies não apresentaram um padrão de zonação definido. Segundo Coelho et al. (2004), o padrão de distribuição nem sempre é regular, porém o mangue vermelho seria mais comum na parte mais próxima ao mar, o mangue de botão na margem externa ao manguezal, o mangue siriúba na porção média e o mangue branco na porção mais afastada do mar, rio acima. Essa distribuição pode ter sido modificada muitas vezes, ora por eventos naturais, ora por intervenção humana.

Alguns estudos, no entanto, têm demonstrado que a ocorrência das espécies ao longo do rio varia, até mesmo em regiões geograficamente próximas. No manguezal do estuário de Barra das Jangadas, *L. racemosa*, assim como *R. mangle*, exibem maior abundância nos sítios com maior influência marinha em relação à *A. germinans*, que, por sua vez, exibe maior densidade relativa em áreas mais distantes do oceano (BERNINI; REZENDE 2010).

Padrões de zonação não definidos foram encontrados em Suape/PE (SOUZA; SAMPAIO, 2001), Ariquindá/PE (NASCIMENTO FILHO et al., 2007) e Pina/PE (BARBOSA, 2010), o que, segundo Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983), é comum nos manguezais do Nordeste.

A densidade relativa na área estudada mostrou que a espécie *L. racemosa* apresentou os maiores índices, seguida de *R. mangle*, posteriormente, com menor densidade, *A. germinans* e de forma incipiente no bosque, *A. schaueriana*. Três parcelas, B2, D1 e D2, apresentaram índices de povoamento maior da espécie *R. mangle*, salientando que o sítio D é o que recebe maior influência marinha, enquanto nas demais parcelas a predominância foi de *L. racemosa*. Segundo Smith III (1992), bosques de mangue sujeitos à maior frequência de distúrbios possuem menor representatividade de espécies de Rhizophoraceae, quando comparadas a espécies como *L. racemosa*.

Em manguezais de Suape/PE Souza e Sampaio (2001) postularam que a espécie *R. mangle* destacou-se como predominante, seguida por *L. racemosa*, e de forma menos expressiva, *A. germinans* e *A. schaueriana*. Nos manguezais do rio Timbó/PE (CORREIA, 2002) e Arinquiná (NASCIMENTO FILHO et al., 2007) destacam-se índices de densidade superiores para a espécie *R. mangle*. Barbosa (2010) encontrou, no manguezal do Pina, *L. racemosa* com densidade relativa superior a *R. mangle* e *A. schaueriana*.

Deus et al. (2003) verificaram densidades diferentes em manguezais do Piauí, onde a maior densidade foi de *L. racemosa*, seguida de *A. germinans* e, por último, *R. mangle*.

No manguezal da Península Bragança/PA (MATNI et. al., 2006), ocorreram as espécies *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa*, sendo *R. mangle* a mais abundante, seguida por *A. germinans* e, em menor quantidade, *L. racemosa*.

Calegário (2012), no estuário do rio São João/RJ identificou diferentes densidades, visto que classificou o estuário como superior e inferior. No estuário superior a espécie *L. racemosa* apresentou maiores densidades, seguida de *R. mangle*, enquanto no estuário inferior as maiores densidades foram de *R. mangle*, *L. racemosa* e em menor abundância, *A. schaueriana*.

Em relação ao quantitativo dos indivíduos vivos nas parcelas estudadas, os valores chegaram a atingir 1.675 ind/ha na parcela A1. A parcela D1, apesar de apresentar o menor número de indivíduos vivos por m²/ha, foi a que apresentou, assim como todo o sítio D, a ocorrência de troncos mortos apenas decorrentes de cortes, sendo os mesmos das espécies *L. racemosa* e *R. mangle*. Salienta-se que a menor presença de indivíduos pode ser explicada pela dominância da espécie *R.*

mangle no sítio, visto que suas extensões cauleares ocupam mais espaço e podem impedir o crescimento de outros indivíduos.

Entretanto é importante ressaltar que no sítio D foi verificada a incidência de clareiras, provavelmente decorrentes de cortes em árvores já adultas. Nessas clareiras foi possível observar indivíduos da espécie *R. mangle* em processo de colonização. Menghini (2004) afirma que a recomposição, em manchas, no interior do bosque remanescente, provavelmente é resposta às clareiras deixadas pelas árvores adultas mortas, permitindo, deste modo, recrutamento de plântulas. Porém, Jimenéz et al. (1985) sugerem que a recuperação natural de um bosque de mangue, após perturbação antrópica, torna-se mais demorada que após uma perturbação natural, pois altera as condições naturais do ambiente.

Em manguezais pernambucanos foram identificadas densidades superiores às do manguezal de Barra das Jangadas.

Em Suape/PE, Souza e Sampaio (2001) encontraram densidades diferentes: em áreas pouco antropizadas, o número de indivíduos oscilou de 917 a 5.683 ind/ha, em áreas de regeneração antiga oscilaram entre 7.150 e 11.850 ind/ha. Correia (2002), no estuário do rio Timbó/PE, também contabilizou distintas densidades nas transecções situadas nas margens esquerda e direita do rio Timbó, com valores variando de 760 a 12.000 ind/ha e 840 a 6.140 ind/ha, respectivamente. Nos manguezais do rio Arinquiná/PE, Nascimento Filho et al. (2007) registrou densidades entre 840 e 62.000 ind/ha e no manguezal do Pina/PE, Barbosa (2010) encontrou valores que chegaram a atingir 2.850 ind/ha, entretanto um elevado número de cortes foi encontrado nas parcelas com poucos indivíduos.

Estudos de estrutura de bosque em outras regiões também encontraram densidades superiores às verificadas no manguezal dos rios Pirapama e Jaboatão.

Soares et al. (2003), na baía de Guanabara/RJ, analisaram 32 bosques, distribuídos em seis transversais, e encontraram espécies com densidades totais que variaram de zero (clareiras) a 52.800 ind/ha. No estuário do rio Paraíba do Sul/RJ, Bernini e Rezende (2004) contabilizaram de 1.920 a 3.400 ind/ha. Bernini e Rezende (2010) descrevem densidades com até 21.000 ind/ha no estuário do rio Itabapoana, ES/RJ. Calegário (2012), em manguezais do rio São João/RJ, identificou que a densidade de indivíduos variou entre 5.240 e 14.710 ind/ha, com valores médios significativamente maiores no estuário superior.

Silva; Bernini e Carmo (2005), no estuário do rio São Mateus/ES, quantificaram densidade de indivíduos inferior ao registrado pelo manguezal de Barra das Jangadas, com valores variando de 450 a 1.450 ind/ha. Os autores ressaltam que essa crescente variação foi tendenciosa no sentido rio-mar. Resultados semelhantes foram encontrados por Matni et al. (2006), que registraram densidade absoluta máxima de 146 indivíduos por hectare nos bosques de mangue na península de Bragança/PA..

A densidade de um bosque é função de sua idade e amadurecimento, ou seja, os bosques passam durante seu desenvolvimento de uma fase em que o terreno está ocupado por uma grande densidade de árvores de diâmetro reduzido, a uma fase de maior amadurecimento, quando o domínio é feito por poucas árvores de grande porte e volume, ou seja, a densidade se reduz com o amadurecimento do bosque. O processo que causa esta redução é devido à competição das copas por espaço, bem como ao desenvolvimento radicular. As árvores mais altas recebem a luz solar diretamente e crescem rapidamente, dificultando ou mesmo impedindo o desenvolvimento daqueles indivíduos cujas copas não recebem luz diretamente, os quais morrem devido à competição, deixando ainda mais espaço para o desenvolvimento dos mais bem dotados (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986).

A área basal total dos sítios estudados no manguezal de Barra das Jangadas foi de 154,45 m²/ha, onde a espécie dominante foi *L. racemosa*, que esteve presente em todas as parcelas analisadas, seguida pela *R. mangle*, *A. germinans* e, em menor índice de domínio, *A. schaueriana*, ordem semelhante à encontrada em relação à frequência de ocorrência. Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) citam que a frequência é a porcentagem de parcelas em que se encontra uma determinada espécie, entretanto a comparação entre parcelas só poderá ser feita entre parcelas de um mesmo tamanho, o que se aplica ao presente estudo.

Segundo Souza et al. (2007), o valor de importância sintetiza os parâmetros estruturais já analisados. No manguezal de Barra das Jangadas a espécie *L. racemosa*, com 60%, foi a que obteve maior valor de importância nos bosques analisados, seguida de *R. mangle* com 33%, *A. germinans* com 5% e por fim *A. schaueriana* com 2%.

O maior valor de biomassa e madeira do estuário foi encontrado no manguezal do rio Jaboatão, 27,41m²/ha de área basal na parcela A2, apresentando um menor número de indivíduos quando comparado com o sítio A1. Tal indicador é

um excelente índice de grau de desenvolvimento do bosque, já que está intimamente relacionado com o volume de madeira e com a biomassa do bosque (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986)

Em relação aos demais parâmetros estruturais, o DAP médio variou de 41,5 à 52,5cm, com maiores contribuições de indivíduos com DAP maior ou igual a 10,0cm. Os valores médios da altura média e do dossel compreenderam respectivamente, 7,5 m/12,8 m, tendo as parcelas B1 e A2 apresentado a maior altura média e dossel, respectivamente.

Os valores de densidade foram indiretamente proporcionais ao DAP médio, demonstrando que, de acordo com Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986), a densidade se reduz gradualmente durante o desenvolvimento do bosque, de tal forma que os bosques maduros se caracterizam por possuírem poucas árvores de grandes diâmetros médios. Dessa forma, as parcelas D1 e A2 apresentaram características de bosque mais maduro em relação aos bosques das demais parcelas.

Dentre os manguezais pernambucanos já estudados, em relação à estrutura do bosque, os de Suape/PE (SOUZA; SAMPAIO, 2001) apresentaram valores de altura média (6,7 a 16,3 m) e máxima (10 a 18 m) superiores aos registrados para o manguezal do estuário de Barra das Jangadas. Foram encontrados valores também superiores para a área basal em Suape/PE, chegando a atingir máxima de 60,8m²/ha, enquanto no manguezal de Barra das Jangadas foi contabilizado valor máximo de 27,41m²/ha. Essa diferença de área basal pode estar relacionada à maior contribuição da espécie *R. mangle* no manguezal de Suape/PE.

Correia (2002), no estuário do rio Timbó/PE, também cita *R. mangle* como espécie dominante, obtendo dados estruturais de altura média nas margens direita e esquerda oscilando entre 2,88 e 9,77 cm e 4,9 e 8,51 cm, DAP médio entre 7,31 e 16,08 cm e por fim área basal variando de 7,21 a 16,08 cm e 5,69 a 11,65 cm, respectivamente.

Estudando o manguezal do rio Ariquindá/PE, Nascimento Filho et al. (2007) encontraram o maior valor de área basal de 25,39m²/ha, tendo *R. mangle* como espécie dominante, diâmetro máximo de 35 cm, com maiores contribuições de indivíduos com DAP maior ou igual a 2,5 cm, com altura média do bosque variando de 0,4 a 8,9 m e altura do dossel de 1,4 a 11,1m.

Barbosa (2010), no manguezal do Pina/PE, obteve valores médios de altura e do dossel que variaram de 6,3 a 9,4 cm e de 8,0 m a 14,5 m, respectivamente, DAP

médio máximo de 2,58 cm, área basal de 30,86m²/ha com maior contribuição de indivíduos com diâmetros maior ou igual a 10 cm e dominância da espécie *L. racemosa*.

Nos bosques de mangue na Baía de Guanabara/RJ Soares et al. (2003) encontraram altura média das árvores de 7,27 m e DAP médio de 7,83 cm.

Bernini e Rezende (2004), estudando o mangue do rio Paraíba do Sul/RJ, postulam que a área basal dos indivíduos vivos total foi de 40m²/ha, sendo *A. germinans* a espécie dominante, a altura média do bosque esteve entre 6,3 m e 9,9 m e DAP médio variou de 7,44 a 13,4 cm.

Ao estudar a estrutura do bosque no estuário do rio São Mateus/ES, Silva; Bernini e Carmo (2005) encontraram diferentes dominâncias em seus sítios de estudo. Aqueles sob maior influência das marés apresentaram menor desenvolvimento estrutural e dominância da espécie *R. mangle*, enquanto nos que apresentaram melhor desenvolvimento estrutural dominaram *L. racemosa* e *A. germinans*. Os parâmetros estruturais demonstraram que o DAP médio foi de 29,6 cm, a altura média de 5,4 a 12,0 m, enquanto a área basal variou de 7,21 a 31,1m²/ha.

Matni et al. (2006) identificaram valores máximos de área basal de 111m²/ha nos manguezais da península de Bragança/PA. As alturas neste bosque variaram de 9 a 24 m, com classes de diâmetro variando de 12,5 a 95 cm, sendo *R. mangle* a espécie mais abundante.

Segundo Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983), em escala global as maiores árvores de mangue são encontradas próximo à linha do equador, onde os indivíduos podem atingir alturas máximas entre 45 e 50 m. O melhor desenvolvimento estrutural observado naquela região reflete as boas condições ambientais para o desenvolvimento das florestas, particularmente no que se referem à disponibilidade adequada de água doce, nutrientes e luminosidade (BERNINI; REZENDE, 2010).

Sobre a estrutura do bosque de mangue no estuário do rio Itabapoana, ES/RJ, Bernini e Rezende (2010) descrevem-no com altura média entre 4,0 e 10,1 m, DAP médio de 3,7 a 13,5 cm, com área basal viva variando de 13,5 a 48,3m²/ha, onde 59% estiveram compreendidas na classe diamétrica $\geq 10,0$ cm. Os autores citam que os bosques com maior desenvolvimento estrutural exibiram dominância de *A. germinans*, enquanto *L. racemosa* foi dominante em bosques menos desenvolvidos.

Recentemente, Calegario (2012), estudando o manguezal do rio São João/RJ, observou que a altura dos indivíduos variou entre 3,1 e 6,1 m e os valores de DAP médio foram inferiores a 7,0 cm. A contribuição basal no estuário superior foi de 28,8m²/ha, com dominância da espécie *L. racemosa*, enquanto no estuário inferior *R. mangle* foi dominante e o sítio com maior contribuição basal obteve 11,32m²/ha.

De acordo com os diversos trabalhos apresentados passíveis de comparação sobre a estrutura do bosque, o manguezal de Barra das Jangadas/PE apresentou características de bosques mais desenvolvidos que o descrito para o estuário do rio Timbó/PE (CORREIA, 2002) e São João/RJ (CALEGÁRIO, 2012). Em relação aos manguezais de Suape/PE (SOUZA; SAMPAIO, 2001) e da península de Bragança/PA (MATNI et al., 2006), no entanto, os bosques presentemente estudados apresentaram menor desenvolvimento estrutural. Índices semelhantes aos encontrados no manguezal de Barra das Jangadas foram referidos para os estuários do rio Ariquindá/PE (NASCIMENTO FILHO et al., 2007), São Mateus/ES (SILVA; BERNINI; CARMO, 2005) e no manguezal do Pina/PE (BARBOSA, 2010). As pesquisas realizadas na baía de Guanabara (SOARES, 2003), nos estuários do rio Paraíba do Sul (BERNINI; RESENDE, 2004) e Itabapoana (BERNINI; RESENDE, 2009), indicaram índices superiores de características estruturais do bosque no que se refere aos valores de área basal, densidades de troncos vivos e altura, quando comparados com o manguezal de Barra das Jangadas.

Os dados obtidos demonstraram que o manguezal do estuário dos rios Jaboatão e Pirapama exibe variabilidade estrutural que, segundo Bernini e Resende (2010), pode ser atribuída à variação das características ambientais (como distância do oceano) e fatores bióticos (características específicas das espécies). Os autores enfatizam que tais diferenças destacam as peculiaridades de cada manguezal e ressaltam a importância de ações de manejo específicas para a manutenção do ecossistema.

7.4 PANORAMA AMBIENTAL

Segundo Noriega et al. (2009), o estuário de Barra das Jangadas é um corpo hídrico importante; nas margens de seus rios, principalmente o Jaboatão, são encontrados bares, hotéis e residências, além de ser fonte natural de cultivo de espécies aquáticas. Porém, padece ao longo dos anos com a pressão do desenvolvimento urbano e industrial, representando uma das áreas mais vulneráveis à degradação provocada pelo aumento da pressão demográfica no estado de Pernambuco.

O diagnóstico socioambiental do litoral sul de Pernambuco (CPRH 2003), no qual está incluído o estuário de Barra das Jangadas, relaciona os principais problemas que atingem os manguezais:

- retirada indiscriminada de lenha e de madeira;
- corte do mangue para instalação de viveiros e aterro para construção;
- pesca predatória e exploração descontrolada da fauna estuarina;
- poluição dos estuários;
- ampliação do número de viveiros com corte de mangue;
- redução do estoque pesqueiro estuarino;
- aumento da ocupação urbana desordenada, comprometendo a preservação de manguezais e restingas;

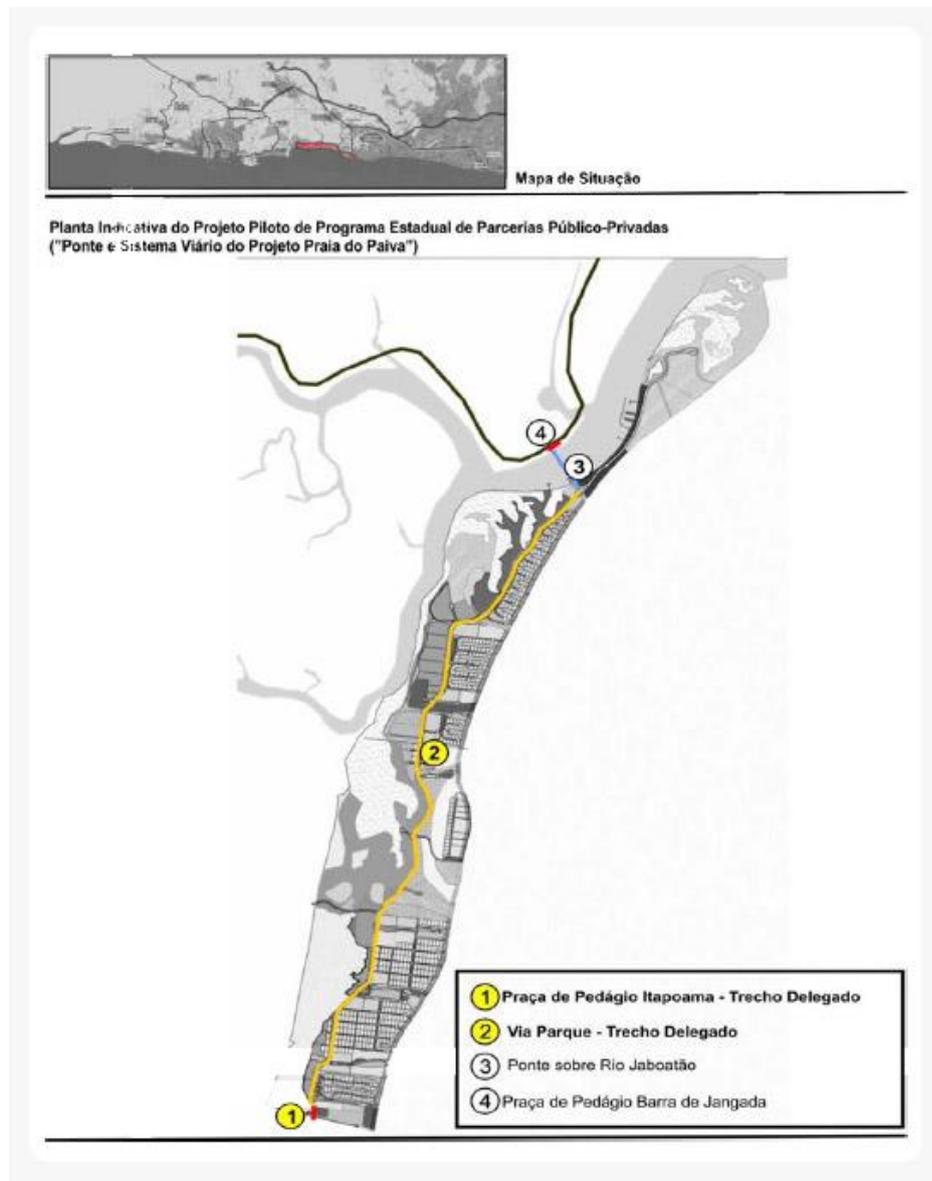
A constatação desses problemas e a necessidade de planejar e implementar, com a participação da sociedade, ações para recuperar e preservar esse importante recurso hídrico da Região Metropolitana do Recife resultou na criação Comitê da Bacia Hidrográfica (COBH) do Rio Pirapama e Jaboatão.

O COBH-Pirapama – o primeiro implantado no Estado – foi instalado em junho de 1998. Dentre as ações desse comitê figuram a implementação da Agenda 21 Local, a mediação de conflitos do uso da água e outorga do uso da Barragem do Pirapama (CPRH, 1999). Já o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Jaboatão foi constituído anos mais tarde, em março de 2001 (COBH Rio Jaboatão, 2006) onde das ações previstas, a elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia era uma ação prioritária.

Leite (2009), realizando um levantamento ambiental e pesqueiro dos rios Jaboatão e Pirapama, identificou que além da poluição dos cursos d'água por origem industrial, existe a poluição por origem doméstica, tanto por esgoto como por depósito de lixo nas margens dos rios. Ainda segundo esta autora, os contaminantes químicos dos efluentes lançados pelas indústrias e, principalmente, os esgotos urbanos com elevado teor de matéria orgânica, além de diversificados, são abundantes, representando uma grande pressão poluente para o corpo d'água e os organismos aquáticos que nele vivem.

No estuário estudado ainda encontram-se em fase de efetivação construções de grande porte, como o Complexo Turístico Praia do Paiva, que consiste da implantação de um destino internacional associado a empreendimentos residenciais e comerciais, além de serviços de alto padrão, localizados no município do Cabo de Santo Agostinho (FIGURA 34). Segundo Sanfelici (2010), são projetos que em virtude de sua envergadura e do dispêndio elevado em publicidade que os acompanha, abrem as portas para novos investimentos em suas adjacências que podem, em poucos anos, converter uma área pouco valorizada em um novo eldorado do mercado imobiliário.

FIGURA 34 - Complexo de Turismo e Lazer da Praia do Paiva/PE.



Fonte: Governo do Estado de Pernambuco, 2010.

Dessa forma, os dados obtidos por este estudo evidenciaram que o estuário conjunto dos rios Jaboatão e Pirapama apresentou capacidade de adensamento da sua vegetação de mangue nos anos analisados, demonstrando que o ecossistema é resistente aos diversos tensores que podem gerar impactos negativos.

Entretanto, seus indivíduos podem não alcançar o máximo desenvolvimento estrutural, haja vista que a capacidade de um sistema se recompor a determinados distúrbios depende da disponibilidade de energia suficiente para reorganizar a

estrutura e ainda, das condições ambientais em que se encontra inserido (LUGO; SNEDAKER, 1974; LUGO 1978).

Para Schaeffer-Novelli (2002) o manguezal é considerado um dos ecossistemas mais complexos do ambiente marinho, não apenas por sua diversidade biológica, mas principalmente devido à diversidade funcional. Sistemas complexos tendem a resistir mais eficientemente às perturbações tanto naturais quanto induzidas pelo homem. Mas a cada perturbação há perda de elementos do sistema, levando a uma simplificação, tornando-o menos apto a ação de novos fatores e por consequência, mais vulnerável e com menor capacidade de suporte.

A autora salienta que a conservação do patrimônio natural depende do manejo adequado de seus recursos e um bom manejo não depende, necessariamente, de altas tecnologias nem de conhecimentos “exotéricos”, requerendo apenas responsabilidade, vontade política e ações efetivas de preservação.

8 CONCLUSÕES

- ❖ O mapeamento espaço-temporal do manguezal de Barra das Jangadas permitiu visualizar o adensamento da vegetação de mangue, principalmente na margem direita do rio Jaboatão e na porção mais a montante do rio Pirapama, além das transformações que ocorreram no uso e ocupação do seu entorno em função do incremento da urbanização, sobretudo nos últimos 30 anos.
- ❖ Os dados abióticos de temperatura do solo, do ar, salinidade da água intersticial e umidade relativa do ar, que foram registrados nos sítios estudados no manguezal do estuário de Barra das Jangadas, enquadram-se dentro dos parâmetros considerados característicos para o ecossistema manguezal.
- ❖ O caráter eutrófico, ou seja, a concentração de nutrientes na ordem Mg>Ca>Na>K, conferido aos sedimentos dos manguezais de Barra das Jangadas, é um dos fatores abióticos que contribui de maneira positiva para o desenvolvimento estrutural do bosque.
- ❖ A presença das espécies *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans*, *A. schaueriana* e *C. erectus* no manguezal analisado corrobora com os resultados obtidos por outros estudos desenvolvidos em áreas estuarinas do nordeste brasileiro.
- ❖ As espécies não apresentaram um padrão de zonação definido, corroborando com outros trabalhos realizados em diversos manguezais do Brasil, entretanto a ocorrência das espécies ao longo do rio demonstrou que *L. racemosa* e *R. mangle* exibiram maior abundância nos sítios com maior influência marinha e *A. germinans* foi registrada apenas em áreas mais distantes do oceano.
- ❖ No manguezal de Barra das Jangadas *L. racemosa* apresenta-se como espécie-chave na manutenção da estrutura do bosque, visto que apresentou maior valor de importância dentre as espécies encontradas.
- ❖ Os parâmetros estruturais do bosque indicam que o mesmo encontra-se numa fase madura, pois se enquadra nas características de bosques mais desenvolvidos com predomínio na classe diamétrica maior ou igual a 10 cm.

- ❖ Os resultados obtidos no presente estudo tornam-se importantes para políticas de manejo, monitoramento e conservação do manguezal distribuído no estuário de Barra das Jangadas/PE.

REFERÊNCIAS

ANTHONY, E. J. Sediment dynamics and morphological stability of estuarine mangrove swamps in Sherbro Bay, West Africa. **Marine Geology**. Amsterdam, v. 208, p. 207-224, 2004.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Coordenação de Antonio Christofolletti. 11.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

BARBOSA, F. G. **Estrutura e análise espaço temporal da vegetação do manguezal do Pina, Recife-PE** : subsídios para manejo, monitoramento e conservação. Dissertação – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Geografia. 89 f.: il., fig., tab. Recife: 2010.

BARRÊDO, J. F.; COSTA, M. L. da; VILHENA, M. do P. S. P.; SANTOS, J. T. dos; Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim (Pará). **Revista Brasileira de Geociências**, volume 38 (1): 24-35, 2008.

BARRETO, D. S. P.; CANTARELLI, J. R. R.; CIRILO, J. A.; LIMA, J. C. A. L. Caracterização do uso e ocupação do estuário do rio Jaboatão/PE-Brasil com uso de imagens de alta resolução. In: **Congresso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental**, Punta Del Este, 2006.

BARRETO, T. M. dos S. P. B; NETO, F. de F. P; LEITÃO, S. N. **Microzooplâncton como ferramenta de avaliação ambiental no estuário de Barra das Jangadas – PE**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro. Caxambu – MG. 2007.

BARROS, N. C. C. de. **Manual de Geografia do Turismo: meio ambiente, cultura e paisagens**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1998.

BERNINI, E; REZENDE, C. E. Estrutura da vegetação e floresta de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro. **Acta bot. bras.** 18(3), p. 491-502. 2004.

_____. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. **Biotemas** 23(1): 49-60. 2010.

BRAGA, E. S; BONETTI, C. V. D. H; BURONE, L; FILHO, J. B. Eutrophication and Bacterial Pollution caused by Industrial and Domestic Wastes at the Baixada Santista. Estuarine System- Brazil. **Mar. Poll. Bull.**, 40 (2): 165-173. 2000.

BRAGA, R. A. P; UCHOA, T. M. de M; DUARTE, M. T. M. B. Impactos ambientais sobre o manguezal de Suape – PE. **Acta bot. bras.** 3 (2): 1989.

BRANCO, E; FEITOSA, F. A. N; FLORES MONTE, M. J. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco - Brasil). **Tropical Oceanography** (Revista Online), Recife, v. 30, n. 2. p. 79-96, 2002.

BRANDÃO, I. M.; GUIMARÃES, A. S.; TRAVASSOS, P. E. P. **Ecologia de paisagem**: uma análise multi - temporal dos manguezais urbanos do Complexo de Salgadinho, Olinda/PE. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril, INPE, p. 4569-4576. 2009.

BRYON, M. E. Q. **Desenvolvimento Urbano x Meio Ambiente**: a relação da ocupação do espaço urbano com os recursos naturais remanescentes o caso das áreas estuarinas da região metropolitana do Recife (RMR). Dissertação, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano e Regional, CAC - UFPE, 1994.

BRONDIZIO, E. S.; MCCRACKEN, S. D; MORAN, E. F; SIQUEIRA, A. D; NELSON, D. R; PEDRAZA, C. R. The colonist footprint: toward a conceptual framework of land use and deforestation trajectories among small farmers in the Amazonian frontier. In: WOOD, C. H.; PORRO, R. (Ed.). **Deforestation and land Use in the Amazon**. Gainesville, FL: University Press of Florida, 2002. p. 133-161.

CALEGARIO, G. **Aspectos estruturais da vegetação do manguezal do estuário do rio São João – RJ**. Dissertação de Mestrado, 60p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Brasil. 2012.

CANDEIAS, A. L. B; TAVARES JÚNIOR, J. R; MOURA, A. R. L. U. de; MEDEIROS, C. **Reconhecimento das feições do complexo estuarino de Itamaracá usando índices espectrais**. Anais II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação. Recife, 2008

CHRISTIANSEN, T; WIBWERG, P. L; MILLIGAN, T. G. Flow and sediment transport on a tidal salt marsh surface. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. London, v.50, p.315-331, 2000.

CLARK, J. **Coastal Zone Management Handbook**. New York: Lewis Publisher/CRC, Press. 694 p. 1996.

CINTRÓN, G; LUGO, A.E. e MARTINEZ, R. Structural and functional properties of mangrove forests. **Analns of the Simposium Signaling the Complexion of the Flora of Panama**. University of Panama, Panama. p. 53-67, 1985.

CINTRÓN, G; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Proposta para Estudo dos Recursos de Marismas e Manguezais**. Relatório Interno do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Nº 10. São Paulo, p. 1-13. 1981.

_____. **Mangrove forest – ecology and response to natural and man induced stressors**. In: Workshop on coral reefs, seagrass beds and mangroves: their interactions in coastal zones of the Caribbean, St. Croix, U.S., Virgin Islands, Unesco Report in Marine Science, 23: 87-113. 1982.

_____. **Introducción a la ecologia del manglar**. Montevideo, UNESCO/ROSTLAC. 109p. 1983.

COBH – JABOATÃO (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão). **Regimento interno do comitê da Bacia do Rio Jaboatão**, Jaboatão dos Guararapes, 2006.

COELHO, P. A. Distribuição dos crustáceos decápodos na área de Barra das Jangadas. **Trab. do Instit. Oceanogr. Univ. Fed. de Pernambuco**. Recife: v. 5 - 6 p. 159 - 174. 1963/64

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

COELHO, P. A; BATISTA-LEITE. L. M. A; SANTOS, M. A. C; TORRES, M. F. A. O Manguezal. In: ESKINAZI-LEÇA, E; NEUMANN-LEITÃO, S; COSTA, M. F.(Orgs). **Oceanografia um Cenário Tropical**. Bagaço: Recife, 2004. 761 p.

CORREIA, V. L. **O Bosque de mangue do estuário do rio Timbó, estado de Pernambuco, Brasil**: características estruturais e vulnerabilidade da área frente às tensões antrópicas. Dissertação de Mestrado, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA, 2002.

COSTA, P. R. M, ALCÂNTARA, E. H. de; AMORIM, A. de J. E; MOCHEL, F. R. Avaliação das potencialidades e fragilidades das áreas de manguezal para a implementação do ecoturismo usando ferramentas de sensoriamento remoto em Cururupu – MA, Brasil. In: **Caminhos de Geografia** 22(17) 237 – 243, 2006.

COUTINHO, P. N. (Coord.). **Estudo da erosão marinha nas praias de Piedade, Candeias e no estuário de Barra de Jangadas**. LGGM/UFPE, Relatório Final, Recife, 1997.

CPRH (Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos). **Diagnóstico Ambiental Integrado da Bacia do Pirapama**. CPRH – Recife, 1999.

_____. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Sul de Pernambuco. Recife (PE)**: CPRH/GERCO. 87 p. 2003.

_____. **Relatório final de diagnóstico dos recursos hídricos (RDRH) da Bacia GL 2**. Governo do Estado de Pernambuco. 2006.

CPRM-RE/PMJG (COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS). **Projeto Diagnóstico do Meio Físico da Bacia Lagoa Olho D'Água**. Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes. 1997.

CUNHA, A; VICTOR-CASTRO, F; LIRA, L; LARRAZÁBAL, M. E. L; FONSECA-GENEVOIS, V. Morfodinâmica da foz do estuário do rio Jaboatão e praias adjacentes – PE. **VII COLACMAR**. v.1, p.218-219, 1997.

CURTIS, J. T. **The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities**. Univ. of Wisconsin Press, Madison. 657 pp. (apud Mueller-Dombois & Ellenberg 1974:118) 1959.

- CUZZUOL, G.R. F; CAMPOS, A. Aspectos nutricionais na vegetação de manguezal do estuário do Rio Mucuri, Bahia, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, V.24, n.2, jun. 2001. p. 227-234.
- DEUS, M. S. M.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODRIGUES, S. M. C. B.; ANDRADE, V. C. Estrutura da vegetação lenhosa de três áreas de manguezal do Piauí com diferentes históricos de antropização. **Brasil Florestal**, n. 78, 2003. p. 53-60.
- DIEGUES, A. C. S. **Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litorâneos no Brasil**. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 1987.
- DINERSTEIN, E; OLSON, D. M; GRAHAM, D; WEBSTER, A; PRIMM, S; BOOKBINDER, M; LEDEC, G. **A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean**. The World Bank in association with the World Wildlife Fund, Washington, D. C. USA, 1995.
- DITTMAR, T; HERTKORN, N; KATTNER, G; LARA, R. J. Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans. **Global Biogeochemical Cycles**.v. 20, GB 1012. 2006.
- DUKE, C. N. Gap creation and regeneration processes driving diversity and structure of mangrove ecosystems. **Wetlands and Ecology Management**. (9): 257-269. 2001.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Manual de métodos de análise de solo** – 2ªed. ver. atual. 212p. – Rio de Janeiro, 1997.
- _____. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**, 2ª ed. – Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2006.
- FERNANDES, A.J; PERIA, L.C.S. In: **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar**. Caribbean Ecological Research: São Paulo, 1995. 64 p.
- FIRME, L. P. **Caracterização físico - química de solos de mangue e avaliação de sua contaminação por esgoto doméstico por traçadores fecais**. Dissertação de mestrado, 70p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
- FONSECA, S. M; ROCHA, M. T. O MDL e as florestas de Manguezal. **Trabalho Científico Gestão Socioambiental VII SEMEAD**. São Paulo, 13 p. 2001.
- FRANÇA, M. M. ; FERNANDES FILHO, E. I. ; OLIVEIRA, F.S. ; XAVIER, B.T.L. . **Utilização de Classificador Estatístico Maxver para análise do uso e cobertura da terra no município de Viçosa-MG**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa-MG. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009.
- GAMERO, R. M. P.; TORRADO, P. V.; FERREIRA, T. O. Mineralogia e Físico – Química dos solos de mangue do rio Iriri no Canal de Bertioga. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 28, p. 233 – 243. 2004.

GANJU, N. K; SCHOELLHAMER, D. H; WARNER, J. C; BARAD, M. F; SCHLADOW, S. G. Tidal oscillation of sediment between a river and a bay: a conceptual model. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. London, v.60, p. 81-90, 2004.

GERCO. **Diagnóstico do meio físico e biótico e mapa do uso e ocupação do solo do núcleo metropolitano do litoral pernambucano**. SECTMA; CPRH: 2006.

GOMES, F. H. **Caracterização de solos de manguezais e de restinga no município de Iheus – Bahia**. Tese de doutorado, 96p. Universidade Federal de Viçosa, 2002.

GOMES, D. M. F; CAVALCANTI, M. A. de Q; PASSAVANTE, J. Z. de O. Fungos filamentosos isolados de sedimento do manguezal de Barra das Jangadas, Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 39, n. 1, p. 36-45, 2011.

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana a persistência de processos "insustentáveis"**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v.15, n.1, p. 13-19, 2001.

GUIMARÃES, A. S; TRAVASSOS, P; SOUZA, F; PEDRO, W. M; GONÇALVES, F. D; COSTA, F. Impact of aquaculture on mangrove areas in the northern Pernambuco Coast (Brazil) using remote sensing and geographic information system. **Aquaculture Research**. v. 41, p. 828-838, 2010.

HAZIN, F. H. V; BURGESS, G. H; CARVALHO, F. C. A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992-2006. **Bulletin of Marine Science**. v. 82, n. 2, p. 119-212. 2008.

HAZIN, F. H.V.; NETO, F. F. P.; LEITE, A. P. A.; **Diagnóstico ambiental dos rios Pirapama e Jaboatão**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura. Laboratório de Tecnologia Pesqueira. Recife, 2008.

JENSEN, J. R. Introductory Digital Image Processing - A Remote Sensing Perspective. **Prentice Hall**, Inc., New Jersey, pp. 197-256. 1996.

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

KIENER, A. Les mangroves duglobe: Aspects écologiques, biocénotiques et physiologiques particulaiers, mise em valeur. **Bulletin de Muséum National D'Histoire Naturelle**. 3^a série, n^o 164, mai-jun 1973.

KILCA, R. V; ALBERTI, L. F; SOUZA, A. M; WOLF, L. Estrutura de uma floresta de mangue na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC. In: **Ciência e Natureza**, UFSM. v. 33. 57 – 72. 2011.

KJERFVE, B; LACERDA, L. D. Mangroves of Brazil. In: L.D. Lacerda. Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions. **Mangrove Ecosystems technical reports**, vol.2, ITTO TS-13. Vol. 1 Project PD114/90 (F), 245-272. 1993.

LABOMAR. Universidade Federal do Ceará (UFC). Instituto de Ciências do Mar - Sociedade Internacional para Ecossistemas de Manguezal – ISME-BR. **Estudo das Áreas de Manguezais do Nordeste do Brasil**: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. 62 p. Ceará: novembro de 2005.

LACERDA, L. D. Manguezais: Florestas de Beira Mar. **Ciência Hoje**. v. 3, nº. 13: 63-70. 1984.

LACERDA, L. D; MAIA, L. P; MONTEIRO, L. H. U; SOUZA, G. M. E; BEZERRA, L. J. C; MENEZES, M. O. T. **Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, p. 24 – 29. Agosto, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. de Carlos Henrique B. de A. Prado. São Carlos: Rima, 531p. 2000.

LEITE, A. P. A. **Levantamento ambiental e pesqueiro dos rios Jaboatão e Pirapama no estado de Pernambuco, Brasil**. Dissertação – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aquicultura. 67 f.: il. Recife: 2009.

LIAO, J.F. The chemical properties of the mangrove Solonchak in the northeast part of Hainan Island. **The Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni (Suppl.)** 9(4). p. 67-72. 1990.

LIGNON, M. C. **Dinâmica do manguezal no sistema Cananéia – Iguape, Estado de São Paulo – Brasil**. Dissertação, 72p. Instituto Oceanográfico do Estado de São Paulo, 2001.

LIGNON, M. C; COELHO JR, C; ALMEIDA, R; MENGHINI, R. P; SCHAEFFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN, G; DAHDUOH-GUEBAS, F. Characterization of mangrove forest types in view of conservation and management: a review of mangals at the Cananéia region, São Paulo State, Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI 64 (Proceedings of the 11th International Coastal Symposium), 349-353. Szczecin, Poland, ISSN 0749-0208. 2011.

LOUREIRO, S. T. A; CAVALCANTI, M. A. de Q; NEVES, P. R; PASSAVANTE, J. Z. de O. Leveduras isoladas de sedimento do manguezal de Barra das Jangadas, Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 39, n. 1, p. 60-68, 2011.

LUGO, A. E; Stress and ecosystems. In: J. H. Thorp & J. W. Gibbons (eds.), **Energy and Environmental Stress in Aquatic Systems**. DOE. Symposium Series. National Technical Information Service, Springfield, USA. 1978.

_____. **Conserving Latin American and Caribbean mangroves**: issues and challenges Madera y Bosques. Número especial: 5-25. 2002.

LUGO, A. E; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. In: **Annual Review of Ecology and Systematics**. v: 5: 39-64. 1974.

MANOEL, M. C; MOTA, I. Z; MENEGATTO, M. S; ALMEIDA, R. C. J; Análise da zona de transição da vegetação da restinga e do mangue a partir de parâmetros microclimáticos: estudo de caso da ilha do Cardoso Cananéia, SP. **Revista Geonorte**, v. 2, p. 734-746, 2012.

MARKHAM, B. L., BARKER, J. L. **Thematic Mapper Band Pass Solar Exoatmospherical Irradiances**. International Journal of Remote Sensing, v. 8, n. 3, p.517-523, 1987.

MATNI, A. S; MENEZES, M. P. M; MEHLIG, U. Estrutura dos bosques de mangue da península de Bragança, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 3, p. 43-52. 2006.

MENGHINI, R. P. **Ecologia de manguezais**: Grau de perturbação e processos regenerativos em bosques de mangue da Ilha de Barnabé, Baixada Santista, São Paulo, Brasil. Dissertação, 115p. Instituto Oceanográfico do Estado de São Paulo, 2004.

_____. **Ecologia de Manguezais**: Dinâmica da recomposição natural em bosques de mangue impactados. Tese, 22f. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2008.

MONTEIRO, L. H. U; SOUZA, G. M; MAIA, L. P; LACERDA, L. D. de; Evolução das áreas de manguezal do litoral nordeste brasileiro entre 1978 e 2004. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, Recife, p. 36 - 42 01 set. 2004.

MORAN, E. F; BRONDISIO, E; MAUSEL, P; WU, Y. Integrating Amazonian vegetation, land-use, and satellite data. **Bioscience**, Washington, DC, v. 44, n.5, p. 329-338, may 1994.

NASCIMENTO-FILHO, G. A; COELHO - JR; CORREA, F. M; LONGO, A. F. P; GASPAR, F. L; SCHWAMBORN, R. Desenvolvimento estrutural de bosque de mangue ao longo do gradiente de inundação do Rio Ariquindá, Baía de Tamandaré, Pernambuco. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v. 15, p. 31-37, 2007.

NORIEGA, C. D. E. **Distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes, no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Pernambuco – Brasil)** Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2005.

NORIEGA, C. E. D; COSTA, K. M. da; MONTES, M. de J. F; MACÊDO, S. J; ARAUJO, M. C. de; FEITOSA, F. A. do N; RODRIGUES, S. L. Series temporales de variables hidrobiológicas en un estuario tropical (Brasil). **Revista de Biología Marina y Oceanografía**. v. 44, p. 93/1-92, 2009.

NORIEGA, C. D. E; MUNIZ, K; ARAÚJO, M. C; TRAVASSOS, R. K; NEUMANN-LEITÃO, S. Fluxos de nutrientes inorgânicos dissolvidos em um estuário tropical –

Barra das Jangadas – PE, Brasil. **Tropical Oceanography** (Revista Online), Recife, v. 33, n. 2. p. 129-139, 2005.

OKUDA, T; NÓBREGA, R. Estudo da Barra das Jangadas. Part. I - Distribuição e Movimento da Clorinidade - Quantidade de Corrente. **Trab. do Instit. de Biologia Marítima e Oceanogr. Univer. do Recife**. Recife: v. 1. n. 2. p. 175-191, 1960.

OKUDA, T; CAVALCANTI, L. B; BORBA, M. P. Estudo da Barra das Jangadas Part. II - Variação do pH, oxigênio dissolvido e consumo de permanganato. **Trab. do Instit. de Biologia Marítima e Oceanogr. Univer. do Recife**. Recife: v. 1. n. 2. 60p. 193, 1960.

_____. Estudo da Barra das Jangadas Part. III - Variação de nitrogênio e fosfato. **Trab. do Instit. de Biologia Marítima e Oceanogr. Univer. do Recife**. Recife: v. 1. n. 2. p. 207, 1960.

OLIVEIRA, N. M. G. A. E; CARVALHO, J. A. R; LUNA, L. C; SPINELLI, F. R. S. Costa acumulativa do rio Jaboatão ao Cabo de Santo Agostinho/PE - Brasil: processos transformadores do olhar distraído ao olhar dirigido na eficácia de produzir mudanças. **Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo**, v. 01, p. 21, 2011.

OTTMANN, F.; OTTMANN, J. M. Estudo da Barra das Jangadas Part. IV- Estudo dos sedimentos. **Trab. do Instit. de Biologia Marítima e Oceanogr. Univer. do Recife**. Recife: v. 1. n. 2. p. 219, 1960.

OTTMANN, F.; OKUDA, T.; CAVALCANTI, L. B.; SILVA, O. C.; ARAÚJO, J. V. A.; COELHO, P. A.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI, E. Estudo da Barra das Jangadas - Parte V - Efeitos da poluição sobre a ecologia do estuário. **Trab. do Instit. Oceanogr. Univ. Fed. de Pernambuco**. Recife: v. 7 - 8. p. 7 16, 1965/66.

PELLEGRINI, J. A. C; SOARES, M. L. G; CHAVES, F. O; ESTRADAS, G. C. D; CAVALCANTI, V.F. A Method for the Classification of Mangrove Forests and Sensitivity/Vulnerability Analysis. **Journal of Coastal Research**, p. 443-447, 2009.

PEREIRA FILHO, J; SCHETTINI, C. A. F; RÖRIG, L; SIEGLE, E. Intratidal variation and net transport of dissolved inorganic nutrients, poc and chlorophyll a in the Camboriú River Estuary, Brazil. **Estuar, Coastal and Shelf Sci.**, 53: 249-257. 2001.

PPA - PLANO PLURIANUAL. **Município de Jaboatão dos Guararapes (2006-2009)**. Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes: Jaboatão dos Guararapes, 2005.

PRIMAVERA, J. H. Mangroves as nurseries: Shrimp populations in mangrove and non-mangrove habitats. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 46, p. 457-464, 1998.

QUARTAROLI, C. F. Classificação de Imagens de Sensoriamento Remoto: tutorial básico. Campinas: **Embrapa Monitoramento por Satélite**, 50p: II (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 56) ISSN 1806-3322. 2006.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Guanabara Koogan. 503p. 2003.

RIZZI, R. **Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos. 212 p. 2004.

ROSSI, M; MATTOS, I. F. A. Solos de Mangue do Estado de São Paulo: Caracterização Química e Física. **Revista do Departamento de Geografia**, 15 (2002) 101–113 p.

SALES, J. B. de L; MEHLIG, U; NASCIMENTO, J. R; FILHO, L. F. R; MENEZES, M. P. M. de; Análise estrutural de dois bosques de mangue do rio Cajutuba, município de Marapanim, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém, v. 4, n. 1, p. 27-35, jan.- abr. 2009.

SANFELICI, D. M. O financeiro e o imobiliário na reestruturação das metrópoles brasileiras. **Revista da ANPEGE**, v. 6, p. 3-16, 2010.

SANTOS, T. de O; ANDRADE, K. V. S. de; SANTOS, H. V. S; CASTADENA, D. A. F. G; SANTANA, M. B. S; HOLANDA, F. S. R; SANTOS, M, J, C. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. In: **Scientia Plena**, V. 8, Nº. 04, 2012.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (Coord). **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. Caribbean Ecological Research: São Paulo, 1995. 64 p.

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

_____. **Grupo de Ecossistemas: Manguezal, Marisma e Apicum**. São Paulo: Brasil, 119 p. 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN, G. **Guia para estudos de áreas de manguezais (estrutura, função e flora)**. [S.l.]: Caribbean Ecological Research. 156 p. 1986.

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. **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 27-38, 2000.

SERAFIM, C. F. S; HAZIN, F. H. V. **O ecossistema costeiro**. In: Serafim, C. F. S.; Chaves, P. T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília – DF: Ministério da Educação. v. 8, p. 101-115. 2005.

SILVA, M. C. **Relações da dinâmica costeira com a meiofauna de um ambiente impactado (Estuário do rio Jaboatão, Pernambuco, Brasil)**. Dissertação de Mestrado, apresentada ao Departamento de Zoologia da UFP. Recife, 1997.

SILVA, J. B. da; **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do ecossistema manguezal em Pernambuco**. Tese de doutorado, 188p. Programa de Pós Graduação em Geografia – UFPE. 2012.

SILVA, M. A. B; BERNINI, E; CARMO, T. M. S. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**.19(3), p. 465-471. 2005.

SILVA, O. C; COELHO, P. A. Estudo ecológico da Barra das Jangadas (Nota Prévia). **Trab. do Instit. de Biologia Marítima e Oceanogr. Univer. do Recife**. Recife: v. 1. n. 2. p. 235, 1960.

SILVA, J. B. da; GALVÍNCIO, J. D; CORRÊA, A. C. de B; SILVA, D. G da; MACHADO, C. C. C. Classificação geomorfológica dos estuários do estado de Pernambuco (Brasil) com base em imagens Landsat 5/TM. In: **Revista Brasileira de Geografia Física** 01, 118-133, 2011.

SILVA, J. S.; OLIVEIRA, T. H.; TORRES, M. F. A.. **Utilização de imagens aéreas na análise temporal de ambientes impactados: estudo de caso- estuário do rio Jaboatão- Pernambuco- Brasil**. In: XIV SBSR, 2009, Natal- RN. XIV SBSR Sensoriamento Remoto. São José dos Campos : INPE, v. 1. p. 6257-6283. 2009.

SILVA, C. A. V; SILVA, H. A; OLIVEIRA, T. H; GALVÍNCIO, J. D. **Uso do sensoriamento remoto através de índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na microrregião de Itamaracá – PE**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, p. 3079-3085. 25-30 abril 2009.

SMITH III, T.J. Forest structure. In: ROBERTSON, A.I. & ALONGI, D.M. (Eds.), **Tropical mangrove ecosystems**. American Geophysical Union, Washington, p. 101-136. 1992.

SOARES, M. L. G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 3, p. 503-515. 1999.

SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. O. CORRÊA, F. M.; JÚNIOR, C. M. G. S. **Diversidade estrutural de bosques de mangue e sua relação com distúrbios de origem antrópica: o caso da Baía da Guanabara (Rio de Janeiro)**. Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v. 26, p. 101-116. 2003.

SOARES, M. L. G; CHAVES, F. de O; ESTRADA, G. C. D; CAVALCANTI, V. F; PORTUGAL, A. M. M; BARBOSA, B. Caracterização das florestas de mangue do complexo estuarino de Caravelas – Bahia – Brasil. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré - PE - v. 16, n. 5, p. 23-41, 2008.

SOUSA, T. A. F. **Política ambiental costeira: Uma análise do seu impacto em Bragança – PA**. Dissertação, 149f. Universidade Federal do Pará. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Tópico úmido. Belém, 2011.

SOUZA, F. N. de; ARAÚJO, E. J. G. de; MELLO, J. M. de; SCOLFORO, J. R. S.; SILVA, C. P. de C. Composição florística e estrutura de dois fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia do Rio Grande, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 183-185, jul. 2007. Nota científica.

SOUZA, M. M. A.; SAMPAIO, E. V. Variação temporal da estrutura dos bosques de mangue de Suape - PE após a construção do porto. **Acta Botânica Brasilica**. v. 15, n. 1, p. 1-12. 2001.

SPALDING, M. BLASCO, F. FIELD, C. **World mangrove atlas**. ISME, Okinawa, 178 pp. 1997.

TORRES, M. F. A; SILVA, J. B; BARBOSA, F. G; MELO, J. G. S; VIDAL, C. V. S. **Caracterização estrutural dos bosques de mangue do baixo curso do rio Capibaribe, Recife/Pe: Uma Contribuição Para O Gerenciamento Ambiental**. In: 12º Congresso Nordeste de Ecologia, 2009, Gravatá-PE.

VANNUCCI, M. **Os Manguezais e nós: uma síntese de percepções**. 2ª ed. rev. e amp. São Paulo: EDUSP, 2002. 244 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A; **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital 2, Recife, 2006.

VILA NOVA, F. V. P; COELHO, M. P; TORRES. M. F. A. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na avaliação do efeito de borda: Manguezal do Pina - PE. In: Giovanni Seabra; Ivo Mendonça. (Org.). **Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011, v. 1, p. 248-254.

WALSH, G. E. Mangroves: a review. In: REIMOLD, R.J e QUEEN, W.H. (Eds.). **Ecology of halophytes**. Academic Press, New York, p. 51-171. 1974.

WANG, X; KE, X. Grain-size characteristics of the extant tidal flat sediments along the Jiangsu coast, China. **Sedimentary Geology**. Amsterdam. v.112, p.105-122, 1997.

WERLE, R; GARCIA, R. A; ROSOLEM, C. A; Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2297-2307, 2008.

WOOD, C. H; PORRO, R; (Eds.). **Deforestation and land Use in the Amazon**. Gainesville, FL: University Press of Florida ed, 2002.

ZAGÁLIA. C. R; CARVALHO, E. V. T; SANTOS, R. N. A. **Mapeamento de Manguezais do Brasil: Subsídio ao Projeto GEF Mangue**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, 2007. 21-26 p.

(ZAPE) **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos – unidade de execução de pesquisa e desenvolvimento – UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco, 2001. CD – ROM (Embrapa Solos. Documentos, 35).

APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima) Disponível em:
http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=37 Acesso em: 26 de dezembro, 2012.

CPTEC - INPE (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos) Disponível em:
http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/monitoramento_brasil.shtml Acesso em: 27 de dezembro, 2012.

CONDEPE-FIDEM (Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco), 1996. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br> Acesso em: 2 de Dezembro de 2012.

GISMONTI. **Cálcio, Magnésio e Enxofre**, 2009. Disponível em:
<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/>. Acesso em: 06 de janeiro de 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 14 de dezembro, 2012.