



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS (PPG-ERN)

**ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO MANGUEZAL DO RIO  
SERGIPE**

Tese apresentado ao Programa de Pós  
Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da  
Universidade Federal de São Carlos para  
obtenção de grau de doutor.

Aluno: Ms. MARCELO STEINMETZ SOARES

Orientador: Prof. Dr. João Juarez Soares –PPG.ERN-UFSCar

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS (PPG-ERN)

**ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO MANGUEZAL DO RIO  
SERGIPE**

Marcelo Steinmetz Soares

Orientador: Prof. Dr. João Juarez Soares

Professor doutor do departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos  
SP.

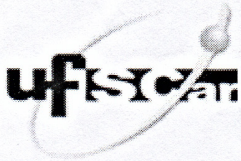
Novembro 2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S676a Soares, Marcelo Steinmetz  
Análise do estado de conservação do Manguezal do  
Rio Sergipe / Marcelo Steinmetz Soares. -- São  
Carlos : UFSCar, 2017.  
104 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São  
Carlos, 2016.

1. Mangue. 2. Vulnerabilidade. 3. Regeneração do  
mangue. 4. Fitossociologia. I. Título.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

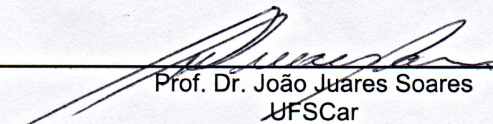
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

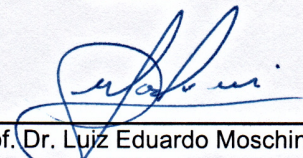
---

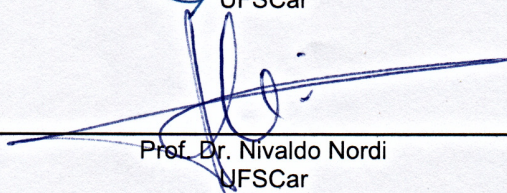
**Folha de Aprovação**

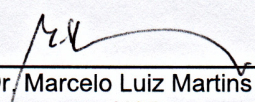
---

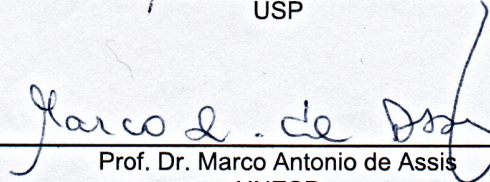
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado do candidato Marcelo Steinmetz Soares, realizada em 01/12/2016:

  
Prof. Dr. João Juarez Soares  
UFSCar

  
Prof. Dr. Luiz Eduardo Moschini  
UFSCar

  
Prof. Dr. Nivaldo Nordi  
UFSCar

  
Prof. Dr. Marcelo Luiz Martins Pompêo  
USP

  
Prof. Dr. Marco Antonio de Assis  
UNESP

## Agradecimento

A minha querida esposa Erika por todo seu apoio e carinho e aos filhos Arthur e Heitor.

Aos meus pais e irmãos por terem sempre me apoiado em minhas escolhas, tornando possíveis minhas conquistas.

Aos meus sogros Seiji e Marina Hiratsuka por me apoiarem e tiveram muita paciência nos momentos mais difíceis.

A CAPES pelo apoio financeiro através de bolsa de doutorado.

Ao Programa de Pós-graduação de Ecologia e Recursos Naturais pela oportunidade oferecida, ao seus professores e funcionários da secretaria pela atenção dada e disposição para solucionar dúvidas e problemas.

Ao meu orientador, que esteve todo tempo ao meu lado dividindo todo seu conhecimento sobre ecologia vegetal e mais uma vez me surpreender dando-me como tema de estudo um bioma muito rico em biodiversidade e recursos naturais.

Ao guia de campo Claudio (Ninja), morador da região, pela sua disposição e conhecimento e vivência, no estuário de rio Sergipe.

Ao meu grande amigo Ricardo pela ajuda com os softwares usados para formulação do mapa de vulnerabilidade ambiental tendo como base os princípios utilizados no INPE.

Aos professores da banca de exame de qualificação pelas sugestões ao trabalho.

E por fim, minha homenagem a natureza que, com sua riqueza de conteúdo e intrincadas interações nos faz pensar que existe uma força muito maior que a gera e a gerência: Deus.

### Resumo.

Os manguezais são sistemas ecológicos na interface entre regiões marinhas e terrestres e por isto submetidos a interferências naturais do ambiente estressantes e de ações antrópicas devido ao alto urbanístico. O manguezal do Rio Sergipe sofre grande pressão ambiental pois este rio, além de banhar a capital do Estado de Sergipe e de outras cidades da região, é rodeado por áreas agrícolas e de tanques de aquicultura. O objetivo deste trabalho foi analisar o estado de conservação deste manguezal considerando a estrutura da vegetação, interferências antrópicas pela presença de resíduos sólidos e quantificação de tocas de caranguejos, capacidade de regeneração através da quantificação de indivíduos regenerantes e elaboração de mapa de vulnerabilidade ambiental. Os resultados obtidos evidenciam que a vegetação do manguezal do Rio Sergipe apresenta, na sua maior parte, bom estado de conservação considerando sua estrutura e composição, corte e morte de árvores. Aspectos como presença de resíduos sólidos e número de tocas de caranguejos dão indicações de interferências antrópicas. A análise de vulnerabilidade ambiental demonstrou um alto grau de suscetibilidade considerando o conjunto de informações sobre o tipo, uso e ocupação do solo, a geologia, a geomorfologia e o clima. Considerando o conjunto de informações neste trabalho pode-se considerar que o manguezal do Rio Sergipe está em bom estado de conservação, mas é suscetível a interferências antrópicas de diversas naturezas devido seu grau de vulnerabilidade e a ocupação e exploração humana. Por isso recomenda-se uma fiscalização intensa e conscientização da importância do manguezal.

Palavras chave: mangue, vulnerabilidade, regeneração do mangue, fitossociologia.

### Abstract.

**Analysis of the conservation status of the mangrove forest of Rio Sergipe.** Mangroves are ecological systems at the interface between marine and terrestrial regions and subjected to natural disturbances of the stressful environment and anthropogenic actions due to urban development. The mangrove of the Rio Sergipe suffers high environmental pressure because this river, in addition to bathe the capital of the State of Sergipe and other cities in the region, is surrounded by agricultural areas and aquaculture tanks. The objective of this work was to analyze the state of conservation of this mangrove considering the structure of the vegetation, human interference by the presence and quantification of trash and burrows of crabs, regeneration capacity through the quantification of individuals regenerating and elaboration of environmental vulnerability map. The results obtained show that the mangrove vegetation of Rio Sergipe presents, for the most part, good condition considering their structure and composition. Aspects such as the presence and number of burrows of crabs give indications of anthropogenic interference. Environmental vulnerability analysis demonstrated a high degree of susceptibility considering the set of information about the type, use and occupation of the soil, geology, geomorphology and climate. Considering the set of information in this paper can be considered that the mangrove forest of Rio Sergipe is in good condition, but is susceptible to anthropogenic interference of various natures because of their degree of vulnerability and the occupation and human exploration. So it is recommended if intense surveillance and awareness of the importance of the mangrove forest.

Key words: mangroves, vulnerability, mangrove regeneration, phytosociology.

## Índice

<b>Introdução geral</b> .....	1
Hipótese.....	.9
Objetivos.....	.9
<b>Capítulo I. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DOS MANGUEZAIS DO RIO SERGIPE, SE.</b>	
Introdução.....	16
Material e métodos.....	18
Resultados .....	.22
Discussão.....	25
Conclusão.....	29
Bibliografia .....	30
<b>Capítulo II. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMO INDICADORES DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS MANGUEZAIS DO RIO SERGIPE – SE, BRASIL.</b>	
Introdução.....	45
Material e métodos .....	47
Resultados .....	50
Discussão.....	51
Bibliografia .....	54
<b>Capítulo III MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO ESTUÁRIO DO RIO SERGIPE E SEUS MANGUEZAIS</b>	
Introdução.....	65
Material e métodos.....	71
Resultados e discussão.....	77
Conclusão.....	81
Bibliografias.....	91
<b>Considerações finais</b> .....	96
<b>Apêndice</b> .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo I

- Figura 1.1. Área de estudo no estuário do Rio Sergipe com localização de manguezais, principais paisagens limítrofes e locais das amostras (adaptado Semarh/SRH. 2012) ..... 35
- Figura 1.2. Gráfico das classes de altura (metros) das populações de espécies encontradas nos levantamentos quantitativos nos manguezais no estuário do Rio Sergipe –SE. .... 36
- Figura 1.3. Gráfico de estrutura diamétrica (DAP em centímetro) das populações das espécies encontradas nos levantamentos quantitativos nos manguezais no estuário do Rio Sergipe –SE. .... 37
- Figura 1.4. Gráficos diâmetro em centímetros (a) e de altura em metros (b) da vegetação dos manguezais no estuário do Rio Sergipe –SE. .... 37
- Figura 1.5. Dendrograma obtido a partir da análise UPGMA para os dados de dominância relativa amostras dos sítios 1 a 19 dos manguezais no estuário do Rio Sergipe- SE. .... 38

### Capítulo 2.

- Figura 2.1. Área de estudo no estuário do Rio Sergipe com localização de manguezais, principais paisagens limítrofes e locais das amostras (adaptado Semarh/SRH. 2012). .... 59
- Figura 2.2. Croqui da metodologia de amostragem dos parâmetros analisados no manguezal do Rio Sergipe - SE. .... 59
- Figura 2.3. Valores de densidade por hectare de árvores adultas nas amostras dos manguezais do Rio Sergipe –SE. .... 60
- Figura 2.4. Número de indivíduos mortos ou cortados por hectare nas amostras dos manguezais do Rio Sergipe –SE. .... 60
- Figura 2.5. Número de plântulas nas amostras dos manguezais do Rio Sergipe –SE. .. 61
- Figura 2.6. Número de tocas de caranguejo nas amostras dos manguezais do Rio Sergipe –SE. .... 61
- Figura 2.7. Número de objetos considerados como resíduos sólidos nas amostras dos manguezais do Rio Sergipe –SE. .... 62



Figura 2.8. Total de resíduos sólidos por classes, observado por área (1000m <sup>2</sup> ) no manguezal do Rio Sergipe – SE. ....	62
--	----

### Capítulo 3.

Figura 3.1 - Mapas em UTB's do estuário do rio Sergipe – SE. Aonde a) mapa de solo, b) mapa geomorfológica, c) mapa pedológico, d) mapa uso do solo e e) pluviosidade. ....	89
---	----

Figura 3.2 – Mapa de vulnerabilidade para cada UTB's gerado com os princípios de Crepani, 2001.para o estuário do rio Sergipe – SE. Aonde a) mapa de vulnerabilidade geológica, b) mapa de vulnerabilidade geomorfológica, c) mapa de vulnerabilidade pedológica, d) mapa de vulnerabilidade uso do solo, e) mapa de vulnerabilidade do clima. ....	90
---	----

Figura 3.3 – Mapa de vulnerabilidade ambiental do estuário de rio Sergipe – SE. ....	91
--	----

### Apêndice.

Figura 4.1. Vista do Rio Sergipe na região estuarina. ....	98
--	----

Figura 4.2. A = Vista do manguezal junto a cidade de Aracaju. B = Casa de pescador a beira do rio. ....	98
---	----

Figura 4.2. A=Solo lamoso e instável de difícil deslocamento no interior do mangue, B= solo estável nos manguezais do Rio Sergipe e C= raízes de <i>Rhizophora mangue</i> . ....	99
--	----

Figura 4.3. A - Ostra aderida a raízes de <i>Rhizophora mangue</i> e B - caranguejo uçá e toca do mesmo. ....	100
---	-----

Figura 4.4. A - Sururu e B - coleta do sururu junto ao mangue no Rio Sergipe . ....	100
---	-----

Figura 4.5. A - Mulheres catadoras de moluscos e caranguejos e B - rede de pesca junto ao mangue do Rio Sergipe. ....	100
---	-----

Figura. 4.6. A = Mangue seco devido mau uso do solo na vizinhança e B = erosão nas margens do Rio Sergipe. Observa-se que o solo acima da margem está desnudo devido ao excessivo pastoreio. ....	101
---	-----

Figura 4.7. A = Presença de resíduos sólidos no interior do mangue e B = “pet” sendo transportado pela maré e vento ao longo do Rio Sergipe. ....	101
---	-----

Figura 4.8. Aterro em região do mangue e depósito de entulhos nas margens de afluente do Rio Sergipe. ....	102
--	-----

Figura 4.9. A= Vista aérea de tanques de cultivo de camarão nas margens de afluente do Rio Sergipe, percebe-se que a área era ocupada originalmente por manguezal. (Imagem do Google Earth obtida em 07/11/2013), B = Detalhe de um tanque de cultivo de camarão. .... 102

Figura 4.10. A = Esgoto lançado a partir de casa de pescador, B = esgoto no interior do mangue provindo de bairro próximo. .... 103

## ÍNDICE DAS TABELAS

### Capítulo 1.

Tabela 1.1. Coordenadas geográficas dos sítios selecionados no manguezal do estuário do rio Sergipe, Estado de Sergipe. ....	40
Tabela 1.2 – Valores de densidade absoluta por hectare das espécies e média (Dm/ha) nas unidades de amostras nos manguezais do Rio Sergipe –SE. ....	41
Tabela 1.3. Dominância relativa das espécies nas unidades de amostras nos manguezais do Rio Sergipe –SE. ....	42
Tabela 1.4 – Associação por semelhança de amostras conforme a dominância relativa das espécies nos manguezais do Rio Sergipe – SE. ....	43

### Capítulo 3.

Tabela 3.1 - Escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas. ....	88
Tabela 3.2 - Variáveis e critérios adotados para as variáveis analisadas. ....	89
Tabela 3.3 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as unidades litológicas, presentes na bacia do baixo Rio Sergipe – SE. ....	90
Tabela 3.4 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as unidades geomorfológicas, presentes na bacia do baixo Rio Sergipe – SE. ....	91
Tabela 3.5 - Valores de vulnerabilidade ambiental atribuídos às diferentes classes de solos, presentes na bacia do baixo Sergipe – SE. ....	92
Tabela 3.6 - Valores de vulnerabilidade ambiental para as unidades de uso da terra, no baixo Rio Sergipe – SE. ....	93

## INTRODUÇÃO GERAL

Os manguezais são sistemas ecológicos que ocorrem nos litorais de continentes e ilhas que sofrem inundações periódicas por água salgada com predomínio nas regiões tropicais e subtropicais. São constituídos por florestas cujas árvores e arbustos crescem nas águas rasas de maré de estuários e zonas costeiras. Neste ambiente de transição, os manguezais apresentam elevada complexidade estrutural e funcional em resposta às condições do ambiente inundável, salgado, redutor, anóxico, e pelas alterações geomorfológicas (Schaeffer-Novelli, 2002). Suas águas barrentas, rica em nutrientes da decomposição da matéria orgânica, são o lar de esponjas, vermes, crustáceos, moluscos e algas, e fornecerem abrigo para mamíferos marinhos, peixes e aves.

São sistemas frágeis, complexos, importantes na produção de matéria orgânica e que servem de habitat temporário ou permanente para diversas espécies, nem por isto deixa de ser um dos sistemas mais ameaçados pela ocupação, exploração e dejetos do homem e assoreamento pelo descuido no uso dos solos circunvizinhos. As perdas anuais de floresta de mangue no período de 2000 - 2005 foram estimadas na ordem de 102 mil ha (FAO, 2012).

Manguezais geralmente são ecossistemas jovens em função da dinâmica das áreas costeiras onde se localizam, submetidas a constantes modificações desses terrenos no entre marés, resultando numa sequência de avanços e recuos da cobertura vegetal (Tomlinson, 1986).

É reconhecido como um ecossistema aberto, no que diz respeito a água, sedimentos, nutrientes e materiais orgânicos (Lugo & Snedaker, 1974). Por ser um sistema aberto, a água, sedimentos, nutrientes e materiais orgânicos são importados e

exportados para ecossistemas adjacentes consequentes às entradas e saídas de marés (Clough *et al.*, 2013) e, no caso em estudo, por rio que flui a partir de reservatórios de água doce no interior do continente.

O aporte de matéria para o ecossistema, sua transformação e consequente exportação, são controlados por fatores físicos (marés, drenagem terrestre, chuvas, lençol freático) e biológicos (produção de serapilheira, lixiviação, decomposição, atividades da fauna, cadeia alimentar). Como está exposto a lavagens diárias pelas marés, exporta material particulado (folhas, galhos, propágulos), a ser decomposto nos corpos d'água adjacentes como rios, estuários e águas costeiras. Nas porções mais internas do manguezal, caracterizadas por relevo mais elevado, 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).

Os manguezais encontram-se entre os ecossistemas mais produtivos do mundo (Kathiresan e Bingham, 2001). Com uma produtividade primária elevada, aproximadamente 50% dela são exportadas para os oceanos na forma de matéria orgânica (Robertson *et al.*, 1992; Dittmar e Lara, 2001; Jennerjahn e Ittekkot, 2002). DITTMAR *et al.* (2006) estimaram que cerca de 10% do fluxo de matéria orgânica dissolvida de origem terrestre exportada para os oceanos é derivado exclusivamente de manguezais, que por sua vez ocupam área inferior a 0,1% da superfície total dos continentes.

Estas florestas intertidais acolhem uma “assemblage” macro-faunística diversa e distinta que consiste principalmente de taxa marinhos que desenvolveram tendências evolutivas de estilos de vida marinha para terrestres e de terrestre para vida marinha, tais como caracóis, caranguejos e mesmo peixes (Ellison *et al.* 1999;

Ravichandran e Wilson 2012) e tem uma grande importância relacionada com a manutenção de estoque de peixes e biodiversidade marinha, além de funcionar como abrigo para espécies (Spalding et al. 2010).

Como apontado em recentes comentários, a relevância do funcionamento da fauna dos manguezais foi totalmente repensada nos últimos 20 anos e vários estudos de fato esclareceram como os componentes da fauna de origem marinhas como braquiúros, gastrópodes e oligochaetes e de origem terrestres como insetos e aracnídeos, exercem uma forte influência sobre funções dos ecossistemas, bem como sobre a estrutura da vegetação das florestas de mangue (Kristensen & Alongi 2006; Cannicci et al. 2008; Kristensen et al 2008).

Manguezais podem ser considerados como “hotspots” de espécies sob intensa pressão evolutiva onde espécies terrestres readaptaram à vida marinha e as espécies marinhas têm sido submetidos a transição para a espécies terrestre (Duke 1995; Ellison et al., 1999).

Os manguezais estão restritos a zona intertropical terrestre entre as latitudes 30° Norte e Sul, podendo variar sua dispersão para maiores ou menores latitudes a depender da temperatura da água do mar limitada pela isoterma de 20°C, variando entre as estações inverno e verão. Estima-se que 70% das zonas costeiras tropicais e subtropicais sejam ocupadas por manguezais (Lacerda e Schaeffer-Novelli, 1999), correspondendo a 14 milhões de hectares em todo o mundo (Giri et al., 2008).

Há uma predominância de distribuição dos manguezais tanto para o continente Americano como para o Africano na costa oeste em detrimento do leste, provavelmente devido ao deslocamento das placas tectônicas que permite nestas áreas a presença de zonas litorâneas mais planas e com menor altitude. Nas ilhas da costa

americana do Oceano Pacífico não há presença desse ecossistema (Spalding et al., 2010).

Os manguezais são divididos em seis zonas distintas de leste a oeste, separados por barreiras que impedem a migração de uma zona para outra. Embora os propágulos de algumas espécies de mangue podem permanecer viáveis na água do mar por um período de meses, as barreiras geográficas de terra e as correntes marítimas entre os oceanos Atlântico e Pacífico Oriental parecem ser entraves significativos à migração transoceânicos entre os litorais da África, Américas e Ásia.

Autores como Ellison et al. (1999) e Saenger (2002), têm apontado a distribuição atual das espécies vegetais de manguezais, com a sua distinção clara entre o velho mundo (Indo-Pacífico Oeste e Leste Africano) com maior número de espécies e do novo mundo (Costa Atlântica da África Ocidental e das Américas orientais) com reduzido número de espécies e também a diferenciação entre as floras de manguezais da costa leste e oeste da África/leste das Américas podendo ser explicado somente por processos históricos.

Para a conservação e o manejo deste ecossistema, classificar as florestas de mangue representa um importante conhecimento (Pellegrini et al., 2009). Desta forma, algumas classificações já foram realizadas como o sistema descrito por Thom (1982) e o sistema de Lugo e Snedaker (1974).

Um modelo mais simplificado de classificação dos manguezais foi proposto por Cintrón et al. (1985), que propuseram uma divisão em 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.

De acordo com os mesmos autores, o manguezal do tipo ribeirinho ocorre nas margens dos rios e apresenta florestas bem desenvolvidas, já que nessas áreas ocorre grande entrada de nutrientes e os níveis de salinidade são baixos, favorecendo o desenvolvimento da vegetação. O manguezal do tipo franja ocorre ao longo de costas protegidas dos continentes ou ao redor de ilhas oceânicas. Nesses locais a salinidade geralmente é alta, já que são locais muito próximos ao mar, possuindo menor entrada de nutrientes quando comparado a florestas ribeirinhas. Manguezais do tipo franja são constantemente inundados durante a oscilação das marés, mas não sofrem com a oscilação pronunciada de sal. 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. No manguezal do tipo bacia, o fluxo das marés é menor do que nos outros dois tipos de manguezal (ribeirinho e franja), podendo estar restrito as marés mais altas. Mangues do tipo bacia requerem entrada de água da chuva para seu melhor desenvolvimento, assim o melhor desenvolvimento estrutural ocorre em locais onde a precipitação excede o potencial de evapotranspiração.

Atualmente efeitos humanos podem ser ainda mais catastróficos devido ao aquecimento global da atmosfera com conseqüente elevação do nível da água dos mares. É conhecido que as espécies vegetais de manguezais necessitam de períodos fora d'água para respiração de suas raízes e a elevação do nível e as ressacas do mar provocam e provocarão fatalmente a perda de grande parte deste ecossistema. A compreensão da biologia das espécies e da dinâmica do ecossistema é fundamental para a preservação dos mesmos e recuperação de áreas degradadas ou que venham ser suprimidas pelo efeito estufa.



No Brasil os manguezais ocupam uma extensa área que vai de Foz do Oiapoque 04° 30'N AM a Laguna SC 28° 30' S, principalmente em deltas de rios pelos quais penetram para o interior do continente. Embora a grande extensão ao longo do continente com variadas condições ambientais, a riqueza em espécies vegetais é pequena, sendo que na maior extensão da costa atlântica é ocupada por cinco espécies arbóreas: *Rhizophora mangle* L. (Mangue-vermelho) - Rhizophoraceae; *Avicennia germinans* (L.) Stearn e Stapf Leechm ex Moldenke (Mangue-preto) e *A. schaueriana* Stapf et Leechman – Acanthaceae; *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (Mangue-branco) e *Conocarpus erectus* L. (mangue-de-botão) - Combretaceae. Estas espécies estão adaptadas a suportar inundações periódicas e salinidade do solo.

São múltiplas as funções ecossistêmicas dos manguezais no controle e manutenção do equilíbrio natural do ambiente. Assim a produção de biomassa, sua decomposição e exportação de nutrientes para o mar onde é incorporada ao ecossistema aumenta sua produtividade; a produção de alimento, habitat e proteção para fauna local e visitante; local de postura e criadouro para muitas espécies marinhas e proteção contra a erosão dos solos circundantes pelas marés e ressacas do mar entre outras. Além disto, para muitos habitantes locais é fonte de alimento, de madeira para abrigos e de fitoterápicos.

Não obstante sua importância e de ser protegido por leis ambientais federais e estaduais, os manguezais são ambientes altamente sujeitos a degradação e interferência humana devido a pesticidas trazidos pelas águas do interior do continente; ocupação urbana através de aterramento; locais de ejeção de dejetos humanos como esgotos e resíduos sólidos e exploração excessiva de seus recursos pelo corte de árvores, coleta da fauna, etc.

Sergipe apresenta grandes áreas de manguezal na Região Nordeste (Lacerda, 1999). Conforme os registros disponíveis, ainda são raros os inventários biológicos nessa região principalmente sobre a estrutura dos manguezais existentes, o que impede um melhor esclarecimento sobre o potencial desses ecossistemas para a biodiversidade regional dentro das políticas de conservação existentes (Kilca, et al. 2010). Segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente de Sergipe (Adema. 2012), os 25.626,24 hectares de área total de manguezal estão divididos em quatro regiões. Sendo que 2.911,07 hectares estão situados na região do Baixo São Francisco, 8.342,23 hectares no Sul Sergipano, 291,31 no Leste Sergipano e 13.325,46 hectares encontram-se na Grande Aracaju.

No Estado de Sergipe, ainda são poucos os trabalhos abordando aspectos do manguezal considerando principalmente sua extensão e ocupação antrópica descaracterizando-o, entre estes, podemos citar Souza (2006), Fontes (1997), Almeida e Ribeiro (2009), Landim e Guimarães (2006), Araujo (2009), Kilka et al. (2010) e Oliveira e Rodrigues (2012).

A capital do estado de Sergipe, na época era província, foi fundada em 1855 a partir de uma vila de pescadores em uma colina denominada Colina de Santo Antonio com a finalidade de facilitar o escoamento da produção da região com predomínio de sal, algodão e açúcar-de-cana através do Rio Sergipe. Esta colina rodeada de áreas inundáveis com predomínio de manguezais, rios e canais escoadouros se tornou insalubre em decorrência das águas paradas e “pútridas”. Devido principalmente a presença de epidemias de cólera e malária, a necessidade de expansão urbana além da colina e de acesso às margens do Rio Sergipe o aterramento das áreas inundáveis foi a solução encontrada. Colinas e dunas foram desmontadas e lagos, córregos e mangues

foram aterrados. Uma descrição mais detalhada se encontra em Almeida e Ribeiro (2009).

A expansão urbana continua sendo uma das razões para aterramento de áreas inundáveis e a dinâmica da desembocadura do Rio Sergipe com depósitos marinhos tem acrescido novas áreas e modificado as existentes de uma forma dinâmica e contínua, de modo que bairros recentes terem surgido nestas áreas e de forma não intencional acrescido novas áreas de manguezais (Santos 2014).

Os manguezais do Rio Sergipe apresentam extensão em comprimento de até 25 km para o interior do continente e com largura cerca de 2 km de na porção mais larga. Segundo Araújo (2006) e Landim & Guimarães (2006) os manguezais do Rio Sergipe estão em rápido processo de degradação devido à especulação imobiliária, lançamento de esgoto sem tratamento e corte de árvores. Além destes impactos citados, a degradação ambiental dos manguezais está relacionada ao seu uso para aquicultura, à formação de bancos de sedimentos no leito do rio devido erosão em áreas circunvizinhas e à exploração descontrolada da fauna nele existente, comprometendo a dinâmica de decomposição da matéria orgânica e a exportação de nutrientes. A ocupação e exploração dos mangues é um dilema urbanístico-ambiental. Se por um lado há a importância deste ecossistema como referido acima, por outro existe a necessidade de uso da terra para benefícios diretos para o homem. Neste caso o uso dos rios para escoamento de produções e deslocamento humano e para habitação, cultivo e lazer tornam a faixa marítima uma área altamente valorizada. Para Vargas (2013) ‘a construção de uma cidade sustentável é possível e somente viável com a eliminação do entendimento da natureza intocável, que "congelaria" Aracaju, bem como do entendimento do ambiente natural indesejado, a ser conquistado e artificializado’. Frente à necessidade de uso e ocupação do solo pelo homem, este será responsável pela

racionalidade de seu uso. Para isto a necessidade de estudos e projetos que viabilizem este paradigma.

Dentro deste contexto, o presente trabalho pretende analisar os manguezais do Rio Sergipe abordando a composição e estrutura da vegetação (capítulo 1), interferências biológicas pelo homem (capítulo 2) e verificação das áreas com maior ou menor vulnerabilidade ambiental (capítulo 3).

**Hipótese:** partimos do pressuposto de que existem locais com maior e com menor interferência nos manguezais devido à pressão antrópica e que parâmetros biológicos e ambientais são bons indicadores do estado de conservação e fornecem dados que permitem formular propostas de manejo.

**Objetivo geral:** Caracterizar a estrutura das florestas do manguezal e de alguns fatores ambientais do estuário do Rio Sergipe com o propósito de gerar bases para o manejo, restauração e conservação deste importante ecossistema costeiro.

**Objetivos específicos:**

- Verificar a existência de padrões de zonação e/ou distribuição das espécies ao longo do rio através da análise de parâmetros fitossociológicos.
- Verificar e quantificar fatores ambientais que possam indicar intensidade de perturbação dos manguezais.
- Elaboração de um mapa de vulnerabilidade ambiental como subsídio para criação de áreas de prioridade de manejo.

## Referências bibliográficas.

Almeida, F.C. e Ribeiro, A. S. 2009. A esfera pública e a devastação dos manguezais aracajuanos, Sergipe, Brasil. *Revista Eletrônica do Prodepa* 3(1):23-41.

Araujo H. M. P. 2009. Estuário do Rio Sergipe: importância e vulnerabilidade. In Alves, J.P.H. **RIO SERGIPE: importância, vulnerabilidade e preservação** Ed. UFS. São Cristóvão, SE. p. 65-86.

Cannicci, S; Burrows, D.; Fratini, S.; Smith, T.J.; Offenberg, J. et Dahdouh-Guebas, F. 2008; Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany* 89:186–200

Cintrón, G.; Lugo, A.E. E Martinez, R. 1985 Structural and functional properties of mangrove forests. **Annals of the Symposium Signaling the Complexion of the Flora of Panama**. University of Panama, Panama. p. 53-67,

Clough, B. 2013. **Continuing the Journey Amongst Mangroves**. ISME Mangrove Educational Book Series No. 1. International Society for Mangrove Ecosystems (ISME), Okinawa, Japan, and International Tropical Timber Organization (ITTO), Yokohama, Japan.

Dittmar, T.; Lara, R. J. 2001. Do mangroves rather than rivers provide nutrients to coastal environments south of the Amazon River? Evidence from long-term flux measurements. **Marine Ecology-Progress Series**, v. 213, p. 67-77,

Dittmar, T.; Hertkorn, N.; Cattner, G et Lara, R.J. 2006. Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans. **Global Biogeochemical Cycles**, 20(1):1-7.

Duke, N.C. 1995. Genetic diversity, distributional barriers and rafting continents – more thoughts on the evolution of mangroves. **Hydrobiologia** 295: 167-181.

Ellison, A.M; Farnsworth, E.J.& Merkt, R.E. 1999. Origins of mangrove ecosystems and the mangrove biodiversity anomaly. *Global Ecology and Biogeography* 8: 95-115

FAO. 2012. **State of the World's Forests**. Rome, Italy: FAO.

Fontes, A. L. 1997. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Japaratinga/SE**. Tese de doutorado, Rio Claro, IGCE/UNESP,. 298 p

Giri, C.; Zhu, Z.; Tieszen, L. L.; Singh, A.; Gillette, S.; Kelmeli, J. A. 2008 Mangrove forest distributions and dynamics (1975-2005) of the tsunami-affected region of Asia. *Journal of Biogeography*, v. 35, n. 3, p. 519-528,

Jennerjahn, T. C.; Ittekkot, V. 2002 Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins. *Naturwissenschaften*, v. 89, n. 1, p. 23-30,

Kathiresan, K.et Bingham, B. L. 2001 Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology*, v. 40: 81-251.

Kilca,R.V. Costa, M.P. Zanini, R.Z., Carvalho, F.A. e Costa, A.F.. 2010 . Estrutura de manguezais em diferentes estágios sucessionais no estuário do Rio Piauí,Sergipe – Brasil. *Pesquisas: Botânica* 61:171-189

Kristensen, E.& Alongi, D.M. 2006; Control by fiddler crabs (*Uca vocans*) and plant roots (*Avicennia marina*) on carbon, iron, and sulfur biogeochemistry in mangrove sediment. - *Limnol. Oceanogr* 1557–1571.

Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T, and Marchand, C, 2008. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems. *Aquatic Botany* 89, 201–219.

Lacerda, L. D. 1999. Os manguezais do Brasil. In: VANNUCCI, M. (Ed.). **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: EdUSP, p. 185-196.

Lacerda, L. D.; Schaeffer-Novelli, Y. 1999. Mangroves of Latin America: the need for conservation and sustainable utilization. In: Yáñez-Arancibia, A. e Lara-Dominguez, A. L. (Ed.). **Ecosistemas de manglar en America Tropical**: UICN / NOAA / Instituto De Ecologia, A.C., p.5-8,

Landim, M. e Guimarães, C. P. 2006. **Manguezais do rio Sergipe**. In Alves, J.P.H. 2006. **Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**. Aracaju-SE: Ós Editora: p. 210 – 219.

Landim, M. e Guimarães, C. P. 2006. Manguezais do rio Sergipe. In: J. P. H. ALVES (Orgs.).**Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**. Aracaju: Ós Editora, 195-221 São Cristóvão: Editora UFS.

Lugo, A.E. & Snedaker, S.C. 1974. The ecology of mangroves. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* .5:39-64.

Oliveira, K.E.J. e Rodrigues, A.J. 2012. Impactos ambientais no manguezal do bairro Treze de Julho. **Anais do I Seminário Nacional de Geoecologia e Planejamento Territorial**. UFS.

Pellegrini, J.A.C., Soares, M.L.G., Chaves, F.O., Estrada, G.C.D., Cavalcanti, V.F. 2009. A method for the classification of mangrove forests and sensitivity/vulnerability analysis. *J. Coast. Res.* 56, 443–447.

Ravichandran, S. & F.S. Wilson. 2012 Variations in the crab diversity of the mangrove environment from Tamil Nadu, Southeast coast of India. Centre of Advanced Study in Marine Biology, Annamalai University, Parangipettai, Tamil Nadu, India

Robertson, A.I., Alongi, D.M. & Boto, K.G. 1992. Food chains and carbon fluxes. In: Robertson, A.I.& D.M. Alongi, D.M.. **Tropical Mangrove Ecosystems** pp. 293–326. American Geophysical Union, Washington DC, USA.

Saenger, P. 2002. **Mangrove Ecology, Silviculture and Ecology**. Kluwer Academic Publishers. 11 Netherlands.363p.

Spalding, M. Kainuma, M and Collins, L. (2010). **World Atlas of Mangrove**. Ed. Earthscan. Washington, DC. 319 p.

Schaeffer-Novelli, Y. 2002. Manguezal, marisma e apicum (Diagnóstico Preliminar). In: **Avaliações e ações prioritárias para conservação da biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha**. Brasília: MMA/SBF.

Santos G. C. 2014. Derivações antropogênicas e Evolução do manguezal nos bairros 13 de julho e Jardins em Aracaju-SE. *Revista Brasileira de Geografia Física* 7(2):278-290.

Souza, A. C. A. 2006. Aracaju no contexto ambiental da Bacia Costeira do rio Sergipe. In: H. M. Araújo, *et al.* (Orgs.). **O Ambiente Urbano: visões geográficas de Aracaju**. Aracaju: Editora UFS, p.266-284.

Spalding, M. Kainuma, M and Collins, L. (2010). **World Atlas of Mangrove**. Ed. Earthscan. Washington, DC. 319 p.

Thom, B.G. 1982 Mangrove ecology: a geomorphological perspective. In: B.F. Clough (Ed.). **Mangrove ecosystems in Australia, structure, function and management**. Australian National University Press, Canberra, p. 3-17,.

Tomlinson, P. B. 1986. **The Botany of Mangroves**. New York: Cambridge University Press,. 170p

Vargas, M. A. 2013. [http://www.aracaju.se.gov.br/obras\\_e\\_urbanizacao/?act=fixo&materia=ocupacao\\_da\\_cidade](http://www.aracaju.se.gov.br/obras_e_urbanizacao/?act=fixo&materia=ocupacao_da_cidade). – acesso em 01/04/2013



**ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DO MANGUEZAL DO ESTUÁRIO DO RIO  
SERGIPE, SE - BRASIL**

**Marcelo Steinmetz Soares<sup>1\*</sup>.**

**João Juarez Soares<sup>2</sup>.**

**<sup>1</sup> Marcelo Steinmetz Soares. PPG.ERN, UFSCar. Address. Avenida São Carlos,  
3737. CEP 13566.970. Caixa Postal 1020. São Carlos, SP. Brasil. Email:  
marstesoa@yahoo.com.br**

**<sup>2</sup>João Juarez Soares. PPG.ERN. UFSCar**

RESUMO: Estrutura da vegetação dos manguezais da bacia do Rio Sergipe, SE. Os manguezais são considerados ecossistemas de grande importância por participarem da cadeia alimentar de organismos terrestres e aquáticos. Porém, estudos têm verificado que estes têm sofrido intensas interferências antrópicas. Neste trabalho, procurou analisar a estrutura, o padrão de distribuição das espécies e o grau de conservação dos manguezais na bacia do Rio Sergipe do Estado de Sergipe, Brasil. O método de amostragem da vegetação foi por parcelas de tamanho variável e pela distribuição das amostras ao longo do canal principal e afluentes. Na análise dos dados foram determinados os parâmetros fitossociológicos e agrupamentos por similaridade baseado em dados de dominância. Os resultados obtidos demonstraram uma predominância das espécies *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. e *Rhizophora mangle* L. formando quatro tipos de agrupamentos. Em geral, pela estrutura da vegetação não se percebeu alto grau de perturbação a não ser em alguns locais próximos a áreas habitadas.

Palavras Chave: fitocomunidades, manguezal, estuário, *Rhizophora*.

#### ABSTRACT

Vegetation structure Mangrove River Basin Sergipe, SE. Mangroves are considered very important ecosystems for participating in the food chain of aquatic and terrestrial organisms. However, studies have found that these have suffered intense human interference. In this work was to analyze the structure, the pattern of distribution of species and the degree of conservation of mangroves in the basin of the Rio Sergipe State of Sergipe, Brazil. The sampling of the vegetation was by variable size of plots and the distribution of samples along the main channel and tributaries. In analyzing the data, we were determined phytosociology and clusters by similarity based on dominance data. The results showed a predominance of species *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. and mangle L. forming four types of clusters. In general, the structure of the vegetation is not perceived high degree of disturbance unless in some locations near populated areas.

Keywords: phyto communities, mangrove, estuary, *Rhizophora*.

## INTRODUÇÃO

Os manguezais são constituídos de espécies arbóreas tolerantes à salinidade, que evoluíram a partir de árvores de zonas alagadas. Este fato aconteceu há mais de 50 milhões de anos e pode ser considerado como "hotspots" de espécies em constante pressão evolutiva, onde espécies terrestres se adaptaram à vida marinha e as espécies marinhas têm sido submetidos à transição para espécies terrestres (Duke 1995; Ellison *et al.*, 1999; Cannicci *et al.* 2012).

Essas florestas, com suas árvores e arbustos, crescem nas águas rasas de maré de estuários e zonas costeiras nas regiões tropicais. Neste ambiente de transição, os manguezais apresentam elevada complexidade estrutural e funcional em resposta às condições do ambiente inundável, salgado, anóxico e pelas alterações geomorfológicas (Schaeffer-Novelli, 2002). Suas águas barrentas, ricas em nutrientes da decomposição da serapilheira, fornecem abrigo e alimento para diversas espécies de animais marinhos e terrestres (Soares, 1999). São considerados dentro do conceito de "wetlands" e prestam importantes serviços ecossistêmicos, tanto de provisões, como alimentos, madeira, produtos medicinais, quanto de regulação, como proteção das costas marinhas e estocagem de carbono (Melchor *et al.* 2001; Wittmann *et al.* 2015).

Neste ambiente, a água, os sedimentos, os nutrientes e os materiais orgânicos são importados e exportados para ecossistemas vizinhos consequentes às entradas e saídas de marés, e, no caso em estudo, por rio que flui oriundo de reservatórios de água doce no interior do continente. Estima-se que 50% da produtividade primária do manguezal é exportada para os oceanos contribuindo com cerca de 10% do total de matéria orgânica dissolvida de origem terrestre para os oceanos, embora ocupem uma área inferior a 0,1% da superfície total dos continentes

(Robertson *et al.*, 1992; Kathiresan e Bingham, 2001; Jennerjahn e Ittekkot, 2002; Dittmar *et al.* 2006).

Ao longo do litoral brasileiro, existem centenas de estuários, com dimensões variando desde poucos até centenas de quilômetros, divididos em oitos unidades fisiográficas, sendo que a região proposta neste estudo se localiza na Unidade V: Cabo Calcanhar (05°08'S) ao Recôncavo Baiano (13°00'S) (Schaeffer-Novelli *et al.*1990). Nesta unidade, ocorrem seis espécies arbóreas verdadeiras de manguezal: *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechm ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora racemosa* G. F. Mayer e *Rhizophora harrisonii* Leechm (Schaeffer-Novelli *et al.* 1990). No entanto, existem aquelas espécies associadas ao manguezal como *Conocarpus erectus* L. (mangue de botão), *Hibiscus pernambucensis* L. (algodoeiro da praia) e *Acrostichum aureum* L. (samambaia do mangue). Também podem ser observadas espécies epífitas de orquídeas, bromélias, samambaias e líquens (Schaeffer-Novelli & Cintrón 1986)

Em toda a costa atlântica brasileira, são numerosos os trabalhos ecológicos realizados como em São Paulo (Oliveira *et al.* 2011), Rio de Janeiro (Soares, 1999), Espírito Santo (Petri *et al.* 2011; Londe *et al.* 2013), Bahia (Schmidt, 2006) e Pernambuco (Braga *et al.* 1989; Brito, 2011; Sila, 2012) entre outros.

Os manguezais no estado de Sergipe ocupam uma área de 25.626,24 hectares que estão divididos em quatro regiões: baixo São Francisco com 2.911,07 ha; sul sergipano com 8.342,23 ha; grande Aracaju e leste sergipano com 291,31 ha (Semarh/SRH. 2012).

No Estado de Sergipe, ainda são poucos os trabalhos abordando aspectos do mangue, considerando principalmente sua extensão e a ocupação antrópica que tem o descaracterizado. Entre estes, pode-se citar; Fontes (1997); Almeida e Ribeiro (2005);

Landim e Guimarães (2006); Souza (2006); Kilka *et al.* (2011); Oliveira e Rodrigues (2012).

A expansão urbana e industrial na zona costeira tem acelerado grandemente o ritmo de ocupação e conseqüente destruição dos manguezais. Hoje no Brasil cerca de 40% da população vive em áreas costeiras, como manguezais (Marroni & Asmus, 2013).

A caracterização estrutural da vegetação de mangue constitui uma valiosa ferramenta para o entendimento da resposta desses ecossistemas às condições ambientais existentes, às pressões antrópicas, bem como aos estudos e ações que levam à recuperação e conservação do ambiente (Soares 1999). O estudo da estrutura da vegetação analisa o grau de desenvolvimento da floresta, possibilitando a identificação e a delimitação de bosques com características semelhantes (Schaeffer-Novelli & Cintrón 2002)

O objetivo do presente estudo foi caracterizar a estrutura de bosques de mangue do estuário do rio Sergipe, com o propósito de fornecer subsídios à conservação do ecossistema.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Local de estudo.** A área geográfica de interesse desse estudo compreende a Bacia Costeira do Rio Sergipe, abrangendo vários municípios onde ocorre a presença de manguezais (Fig. 1.1).

O clima dominante na região, de acordo com o método de classificação climática de Thornthwaite e Mather, é Megatérmico Subúmido a Úmido (C2 A' a') em que o período mais chuvoso, com excedentes hídricos, concentram-se no final do outono e no inverno e com moderada deficiência hídrica no verão, associada à maior

evapotranspiração. Dos 1410,34 mm precipitados como média anual, 64,63% ocorrem no período de abril a julho (Semarh/SRH. 2012).

Existe uma predominância de ventos alísios alternando durante o ano, do Sudeste no inverno e do Nordeste na maior parte do ano. A geologia dos locais de ocorrência de manguezais é formada por depósitos flúvio-lagunares e litorâneos com uma geomorfologia quase plana, favorecendo o desenvolvimento de áreas inundáveis, tanto por marés, como por fluxo de águas fluviais. Os solos regionais, nas bordas externas dos manguezais, têm predominância de solos podzólicos e hidromórficos arenosos, em se tratando de áreas de restingas e deposicionais. Os solos onde ocorre a presença de manguezais são típicos, formados de sedimentos finos com alta porcentagem de matéria orgânica e salinos. (SEPLANTEC/SUPES, 2000).

A ocupação dos solos na região limítrofe aos manguezais tem predomínio de pastagens, agricultura de subsistência e zonas urbanas, responsáveis pelo intenso desmatamento na região, restando poucos fragmentos mal conservados. O grande número de tanques de aquicultura nas bordas internas dos manguezais contribuiu para a ocupação e degradação dos manguezais, tanto pelo espaço ocupado, como pela eutrofização das águas e dejetos (Semarh/SRH. 2012).

Os principais afluentes onde ocorrem manguezais na margem direita são Rio Jacarecica, Cotinguiba e Poxim e na margem esquerda Rio Pomonga. Os manguezais ao longo do curso do Rio Sergipe e seus afluentes chegam a penetrar para o interior do continente cerca de 25 km em linha traçada perpendicular ao limite do mar e 30 km ao longo do curso do rio.

**Metodologia de amostragem.** O estudo foi conduzido no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2014 durante o período de maré baixa aonde foram feitos:

*Florística.* O levantamento das espécies foi realizado através do método expedito nas bordas da mata, em trilhas e canais temporários de escoamento das marés para seu interior e durante os levantamentos quantitativos (Fidalgo & Bononi, 1980).

*Amostragem quantitativa.* O tipo de amostra para caracterização da estrutura da vegetação de manguezais foi baseado na metodologia proposta por diversos autores (Schaffer-Novelli & Cintrón, 1986; Soares, 1999 e Kilka *et al.* 2011), que recomendam o uso de parcelas e várias replicações de amostras, de modo a ser mais representativo e para permitir mais robusta análise estatística.

Devido à extensão dos manguezais em comprimento, variação em largura e os objetivos deste trabalho, foi montado previamente um mapa da região na qual se alocaram os pontos onde seriam realizadas as amostras, a fim de encontrar maior variabilidade de fisionomias ao longo do curso do rio e de seus afluentes. O deslocamento foi feito por barco até a chegada no local e depois no interior da vegetação foi feito a pé.

Foram realizadas 19 amostragens, totalizando 9.750 m<sup>2</sup>. O tamanho das parcelas variou entre 150 m<sup>2</sup> e 900 m<sup>2</sup>, em função da uniformidade em composição e estrutura da vegetação de modo garantir a representatividade dos pontos amostrais (área mínima) e dificuldades de deslocamento na vegetação, tanto pelo solo instável, como pelo emaranhado de raízes (caules) escoras de *Rizophora mangle*. As amostras foram plotadas a partir de cinco metros da borda para evitar indivíduos tombados nas margens. Os pontos foram georeferenciados com GPS-Garmin modelo Etrex 10 (Tab.1.1).

Em cada parcela, as árvores foram identificadas e tinham a sua altura medida com vara e o seu perímetro medido à altura do peito (1,30 m do solo - PAP), com o auxílio de uma fita métrica, sendo posteriormente transformado em diâmetro (DAP). Foram considerados somente indivíduos com dois ou mais metros de altura. Em

alguns indivíduos de *Rizophora mangle*, os perímetros foram medidos acima das raízes escoras quando estas eram em grande número, pois seus troncos afilavam rapidamente abaixo delas. Consideraram-se como indivíduos, todas as manifestações acima do solo (Schaffer-Novelli & Cintrón, 1986). Na presença de ramificação acima do solo, os ramos foram medidos individualmente e os cálculos feitos como se fossem um indivíduo. Neste tipo de vegetação ocorrem problemas de amostragem devido ao tombamento de numerosos indivíduos e suas rebrotas podem ser até mais grossas que o ramo principal, dificultando as medidas. Os dados de campo foram digitados em planilha Microsoft Office Excell versão 2010 e os cálculos e gráficos realizados com os recursos deste programa.

Cálculos fitossociológicos realizados: densidade, área basal total, dominância absolutas e relativas (Müeller-Dombois & Elleberg 1974).

*Parâmetros fitossociológicos.* Densidade:  $D_{ai} = N_i/A$  onde  $D_{ai}$  = densidade absoluta da espécie  $i$ ;  $N_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  e  $A$  = área amostrada. Área Basal:  $A_{bi} = d^2/4\pi$  onde  $A_{bi}$  = área basal da espécie  $i$ ;  $D_{ai}$  = densidade absoluta da mesma espécie. Dominância relativa:  $D_{ori} = (D_{oai}) / \sum D_{oan} \cdot 100$  onde:  $D_{ori}$  = dominância relativa da espécie  $i$ ;  $D_{oai}$  = dominância absoluta da espécie  $i$ ;  $\sum D_{oan}$  = Somatória das dominância absoluta das espécies.

*Análise de agrupamento.* A análise de agrupamento facilita a percepção de agrupamentos vegetais que podem estar relacionados a fatores ambientais ou de interações entre espécies. As funções de similaridade entre amostras ou associação entre espécies podem ser realizadas de forma subjetiva ou através de testes. Foi testada a análise de agrupamento de duas formas: por aglomeração com base na junção de amostras pela semelhança na composição qualitativa e quantitativa das espécies presentes e por similaridade entre amostras, utilizando UPMGA (Unweighted Pair



Group Method with Arithmetic Mean - Método de agrupamento com Média Aritmética).

Para análise de agrupamento, seguiu-se a metodologia descrita em Matteucci & Colma (1982), em que as amostras são aglomeradas conforme as espécies presentes e suas quantidades. No presente estudo se considerou a dominância relativa como expressão de quantidade. Como é um sistema subjetivo, depende muito da percepção do pesquisador e das características das amostras.

As funções de similaridade entre amostras foram calculadas a partir de tabelas de correlações quantitativas. Neste estudo foi utilizado os valores de dominância relativa por serem mais representativos das características estruturais da vegetação, pois levam em consideração não só o número de indivíduos (densidade) como também o tamanho (área basal). Para cálculo da similaridade, optou-se pela distância Euclidiana, que utiliza valores quantitativos. Para a junção das amostras para construção do dendrograma foi utilizada a média aritmética entre os valores das duas amostras a serem fusionadas.

## RESULTADOS

*Florística.* As seguintes espécies foram encontradas durante os trabalhos de levantamento quantitativo e levantamento expedito: *Rhizophora mangle* L. - (Mangue-vermelho) – Rhizophoraceae; *Avicennia germinans* (L.) Stearn e Stapf Leechm ex Moldenke (Mangue-preto) e *A. schaueriana* Stapf et Leechman – Acanthaceae e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (Mangue-branco) - Combretaceae. Além dessas, observaram-se espécies consideradas associadas ao manguezal como o *Conocarpus erectus* L. (mangue-de-botão) – Combretaceae e *Hibiscus pernambucensis* L. (Algodoeiro-da-praia) - Malvaceae em locais onde a inundação ocorrem em ocasiões

esporádicas e ou onde o solo é menos salino. Algumas epífitas foram observadas como bromélias e orquídeas.

*Populações.* As espécies apresentaram diferentes padrões de altura populacional (Fig. 1.2). A população de *R. mangle* está mal distribuída nas classes de altura, porém foi a espécie que teve as maiores alturas absolutas, alcançando a classe entre 10 a 11 metros e poucos indivíduos nas classes inferiores. *L. racemosa* apresentou poucos indivíduos nas classes inferiores e nas superiores, e demonstrou altura média adulta entre três e seis metros. Foi a espécie com maior número absoluto de indivíduos sendo, portanto, a espécie com maior população nos manguezais do Rio Sergipe. *A. germinans* foi a espécie que melhor se enquadrou no padrão de muitos indivíduos jovens (baixa altura) e menor número de indivíduos de porte mais elevado. Ocorreram poucos indivíduos de *A. schaueriana*, de modo ser difícil analisar sua estrutura populacional.

Em relação às classes diamétricas, os padrões apresentados pelas espécies foram diferentes dos de altura (Fig. 1.3). *R. mangle* apresentou maior número nas classes diamétricas inferiores. Deve-se observar que na classe diamétrica menor, ocorrem valores inferiores devido à metodologia de amostragem que exclui alguns indivíduos menores que dois metros. *L. racemosa* e *A. germinans* apresentaram padrões semelhantes ao de *R. mangle*. Estes padrões representam uma distribuição indicativa de regeneração das espécies, ou seja, maior número de espécies jovens e menor de espécies mais velhas, de modo que aquelas poderão substituir em quantidade as espécies que morrem. *L. racemosa*, apresentou os maiores valores absolutos de diâmetro chegando a indivíduos na classe maior que 40 cm. Ao comparar os gráficos de altura e diâmetro, se observa que as populações apresentam padrões diferentes: *R. mangue* apresenta, na média, uma população com maior diâmetro e altura e *L. racemosa* uma população de

média altura e diâmetro. *A. germinans* apresenta-se bem estabelecida em termos de número de indivíduos jovens em relação ao de adulto. Além disto, se observa um padrão esguio dos indivíduos, ou seja, uma relação altura/diâmetro mais elevada que as outras espécies.

#### *Parâmetros estruturais da comunidade.*

Densidade. A densidade das espécies variou significativamente de uma amostra para outra de 0 a 100%, neste caso, com populações uniespecíficas. Também na densidade total de indivíduos, houve variação de 350 ind./ha na amostra 15 até 3950 ind./ha na amostra 4 (Tab. 1.2). Em relação a densidade absoluta por hectare obteve-se a média de 393,3 de *L. racemosa*; 359,2 de *R. mangle*; 224,0 de *A. germinans* e 5,3 de *A. schaueriana*, totalizando uma média de 981,8 indivíduos por hectare.

Altura e diâmetro da comunidade. Como o diâmetro e altura refletem a capacidade de regeneração de uma comunidade vegetal, tanto a estrutura diamétrica como a de altura demonstraram a capacidade de regeneração das espécies de manguezais do Rio Sergipe devido ao grande número de indivíduos jovens em relação ao de adulto (Fig. 1.4)

Dominância. Ocorreu uma significativa variação na dominância nas diferentes amostras, como consequência da variação da densidade das espécies e no tamanho dos indivíduos (Tab. 1.3).

#### *Análise de agrupamento.*

Por associação de amostras. A análise de agrupamento por aglomeração de amostras, considerando presença e dominância das espécies em cada amostra, demonstrou a ocorrência de grupos bem definidos (Tab. 1.4). O resultado foi semelhante à análise por similaridade entre amostra e será apresentado e discutido juntamente com este.

Por similaridade entre amostras. A análise de similaridade resultou em dendrograma demonstrativo no qual se podem deduzir a presença de quatro agrupamentos e duas parcelas independentes em nível acima de 70%, que é razoável para este tipo de vegetação devido ao restrito número de espécies (Fig. 1.5). Pode-se considerar que cada um destes componentes se constitui em Agrupamentos próprios se distribuindo ao longo do curso do rio, conforme as características ambientais.

✓ Grupo 1 – Amostras 2, 5 e 19. Formado por um agrupamento que podemos classificar como monoespecíficas de *R. mangle*.

✓ Grupo 2 – Amostras 7, 9, 11, 12, 14, 15 e 16. Formado por conjunto de espécies com dominância de *R. mangle* e secundariamente por *L. racemosa*.

✓ Grupo 3 – Amostras 1, 3, 6, 13. Formado por conjunto de espécies com predomínio acentuado de *L. racemosa* e secundariamente por *R. mangle* ou *A. germinans*.

✓ Grupo 4 – Amostras 8, 10 e 17. Um agrupamento sem um predomínio de qualquer espécie ou dominância maior que 50%.

✓ Amostra 18. Agrupamento formada por *L. racemosa* e *A. schaueriana*.

✓ Amostra 4. Agrupamento formada com dominância quase absoluta de *A. germinans*.

No nível de 50% de similaridade é possível distinguir dois grupos e uma amostra isolada: um grupo com predomínio de *R. mangle*, outro com *L. racemosa* e amostra 4 com *A. germinans*.

## DISCUSSÃO

As espécies encontradas foram as mesmas referidas em diferentes trabalhos realizados por diferentes autores ao longo da costa entre Rio Grande do Norte e Santa Catarina (Schaeffer-Novelli *et al.* 1990; Soares 1999; Landim e Guimarães 2006; Silva 2012; Marinho *et al.* 2014). Na costa norte do Brasil ocorrem maior número de espécies que na costa leste (Santos 1986). O número de espécies em manguezais na costa atlântica, tanto no continente americano como africano, é menor que o existente na costa oeste do oceano pacífico (Clough, 2013), embora haja dificuldade de identificar se uma espécie é típica de mangue ou não, pois o sistema se caracteriza como um “continuum” entre sistema terrestre e aquático (Spalding *et al.* 2010). Ao longo da costa do Rio Sergipe, a transição mostrou-se de forma brusca sendo fácil a distinção entre manguezal e vegetação limítrofe, pois nos dados não se observou mistura de espécies de mangue com outras de terra firme.

No conjunto das espécies a relação entre indivíduos jovens e adultos apresentou um padrão de florestas inequâneas, com grande número de indivíduos nas classes de menor diâmetro, porém esta relação foi favorecida pela espécie *A. germinans* com grande número de indivíduos nas classes menores de altura e diâmetro. As demais espécies apresentaram maior número de indivíduos nas classes médias e altas o que permite deduzir sobre dificuldade de estabelecimento de novos indivíduos destas espécies nos locais. Isto ocorre provavelmente devido ao sombreamento, como também ao tipo de solo, fluxo das marés e das correntes que arrastam os propágulos para locais distantes.

Como em outros estudos (Lignon 2005, Calegario 2012), a variação de densidade entre as amostras demonstrou ser grande. Para Kilca (2010) a densidade de plantas tende a decrescer com o aumento da idade do mangue e para Soares (1999), há

uma relação direta entre densidade e conservação. O corte e a retirada de adultos favorecem o surgimento de maior número de jovens, aumentando a densidade absoluta. A densidade absoluta foi baixa para todas as espécies na maior parte das amostras, dando indicações que os manguezais do Rio Sergipe se encontram em bom estado de conservação na maior parte de sua extensão.

Observou-se, no entanto, a presença de grande número de plântulas destas espécies em locais de novos afloramentos de solos deposicionais, constatação também feita por Petri *et al.* (2011), o que pode reforçar a hipótese da densidade populacional e consequente sombreamento como inibidor para o estabelecimento de novos indivíduos. Isso pôde ser constatado, quando se analisa os dados originais de cada amostra e verifica-se que é menor o número de indivíduos jovens em amostras com maior densidade demográfica de indivíduos adultos.

Ocorreu uma nítida diferenciação entre as populações em relação às dimensões das espécies, distinguindo-se tanto pelo padrão de altura como pelo de área basal. Assim, *R. mangle* apresentou-se com as maiores alturas e *L. racemosa* os maiores diâmetros. Os indivíduos de *A. germinans* apresentaram maior presença nas classes diamétricas e de altura menores indicando o menor porte desta espécie.

A alta densidade das espécies de *Avicennia* e *Laguncularia* em algumas amostras pode ser indicativo de áreas de regeneração pois segundo Soares (1999) estas espécies possuem uma alta taxa de crescimento e são consideradas pioneiras. Estas amostras demonstraram ser bastante impactadas no que se refere a riqueza de espécies uma vez que mangues “maduro” tem a tendência de serem monodominantes e, além disso, a densidade muito alta está estritamente relacionada à má conservação local. (Schaeffer-Novelli *et al.* 1990; Soares *et al.*, 2003; Kilca, 2010).

Analisando a estrutura dos conjuntos de espécies presentes na área, observam-se diferentes padrões, sendo algum uniespecíficos e outros mais complexos, porém em nenhuma amostra ocorreram as quatro espécies encontradas juntas, o que demonstra um certo segregacionismo entre elas e que está relacionado com a idade e estado de conservação de manguezais (Petri *et al.*2011).

A distinção dos grupos encontrados pela análise de agregação de amostras permite relaciona-los com características ambientais. Assim o grupo 1, no qual predominou a espécie *R. mangle*, parece estar relacionado a áreas com maior tempo de permanência de água superficial durante a maré baixa, seja pelo nível do solo ser baixo ou por interposição de depósitos que retém água nas partes mais interioranas, dificultando o escoamento e também a maior dinâmica das águas ao longo do curso principal do leito do rio, ocasionando menor depósito de sedimento e maior revolvimento do mesmo pelo movimento das marés e das ondas. São locais com baixa densidade de indivíduos indicando pouco distúrbios antrópicos (Soares *et al*, 2003; Kilca, 2010;). O grupo 3 parece estar relacionado a áreas mais secas durante a maré baixa, consequência do nível do solo mais elevado ou da transição com áreas secas nas bordas com solo firme, ocorrendo predominantemente em afluentes com pouca dinâmica das águas. Os grupos 2 e 4 ocorreram em áreas intermediárias entre estes dois grupos. Observações visuais dão a entender que o nível do solo, e consequente menor tempo de residência das águas de marés, estão relacionados à estrutura radicular das espécies que facilitam a deposição de sedimentos. Nas espécies encontradas, as raízes ou pneumatóforos de *Avicennia* e *Laguncularia* facilitam a deposição de sedimentos.

A distribuição dos grupos não mostrou uma correlação com a distância ao mar, o que pode indicar a não existência de relação com a salinidade da água ou do solo como encontrado em outros trabalhos como Bernini *et al.* 2010 e Costa *et al.* 2015, já

que a distância do mar determina maior ou menor salinidade ao longo do leito do rio encontrado por estes autores. Assim a distância física entre as amostras (ex. 2, 5 e 19), com estrutura e composição da vegetação semelhantes, demonstra a facilidade de dispersão das espécies de mangue e que a distância do mar não é fator determinante, mas que outros fatores podem influenciar a distribuição das espécies. A distribuição das espécies ao longo do estuário de rios se apresenta de forma diferente em diferentes localidades, podendo ser influenciada pela salinidade da água, o tempo de permanência de água livre no solo, o fluxo de diásporos e por fatores antrópicos (Citron *et al* 1998; Soares *et al.* 2003; Bernini & Rezende 2010; Petri *et al* 2011).

A distribuição da vegetação demonstrou relação com a dinâmica do rio, regiões com menor velocidade do fluxo de água das marés e corrente do rio propiciam depósitos de sedimentos que também são retidos pela trama de enraizamento de *Laguncularia* e das duas espécies de *Avicennia* com seus pneumatóforos. Onde a dinâmica do rio é maior, principalmente nas curvas ou frontal a direção predominante dos ventos, ocorre o domínio de *R. mangle* com raízes do tipo escora que propiciam maior sustentação em virtude do sedimento ser mais instável.

## CONCLUSÕES.

Observa-se certa discriminação nas relações interespecíficas de modo a se observar uma tendência de agrupamentos dominados por uma espécie, característica considerada presente em regiões do mangue com pouco ou sem distúrbios. Reforça esta constatação as características da comunidade que demonstram estar bem estruturada. Entretanto existem ações antrópicas principalmente em locais próximos a áreas urbanizadas.



Não se observou uma distribuição das espécies em função do distanciamento ao mar como encontrado por outros autores parecendo estar mais relacionada ao dinamismo das águas tanto pela maré como pela ação física das ondas.

Os resultados encontrados neste estudo podem contribuir para o planejamento e o manejo ecológico deste mangue, assim como dar subsídios para a continuidade de estudos na área.

**Agradecimentos:** À CAPES e ao PPGERN pela bolsa de doutorado ao primeiro autor. Ao Sr, Cláudio (Ninja) barqueiro que com seu conhecimento dos manguezais do Rio Sergipe muito auxiliou no desenvolvimento dos trabalhos de campo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.C. e Ribeiro,A.S. 2005. A esfera pública e a devastação dos manguezais aracajuanos, Sergipe, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodema**. 3(1) 23-41.
- Braga, R.A.P; Uchoa, T.M.M e Duarte, M.T.M.B. 1989. Impactos ambientais sobre o manguezal de Suape - PE. **Acta bot. bras**. 3(2):9-20 supl.
- Bernini, E. & Rezende, C.E. 2010. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. **Biotemas** 23(1):49-60.
- Bernini E, Silva MAB, Carmo TMS, Cuzzuol GRF. Spatial and temporal variation of the nutrients in the sediment and leaves of two Brazilian mangrove species and their role in the retention of environmental heavy metals. *Braz J Plant Physiol* 2010;22: 177–87.

- Brito, L. N. 2011. Identificação visual da distribuição de resíduos sólidos do manguezal de um trecho do rio Capibaribe, relacionado ao número de tocas de caranguejo, Recife, PE, Brasil. **XIV COLACMAR** Balneário Camboriú (SC / Brasil).
- Calegario, G. 2012. **Aspectos estruturais da vegetação do manguezal do estuário do rio São João, RJ**. Dissertação PPGERN – UENF. 60pg.
- Cannicci, S.; Bartolini, F.; Penha-Lopes, G.; Fratini, S.; Fusi, M & Dahdouh-Guebas, F. 2012. Functions of macrobenthos in mangrove forests:>20 years of research lessons. In: Farid Dahdouh-Guebas & Behara Satyanarayana. **Proceedings of the International Conference: Meeting on Mangrove ecology,functioning and Management**. Université Libre de Bruxelles (ULB), Belgium. p.1-9.
- Clough, B. 2013. **Continuing the Journey Amongst Mangroves**. ISME Mangrove Educational Book Series No. 1. International Society for Mangrove Ecosystems (ISME), Okinawa, Japan, and International Tropical Timber Organization (ITTO), Yokohama, Japan.
- Costa, P. ; Dórea , A.; Mariano-Neto, E. et Barros, F. 2015. Are there general spatial patterns of mangrove structure and composition along estuarine salinity gradients in Todos os Santos Bay? **Estuarine, Coastal and Shelf Science** . 166(A): 83–91.
- Dittmar, T.; Hertkorn, N.; Cattner, G et Lara, R.J. 2006. Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans. **Global Biogeochemical Cycles**, 20(1):1-7.
- Duke, N.C. 1995. Genetic diversity, distributional barriers and rafting continents – more thoughts on the evolution of mangroves. **Hydrobiologia** 295: 167-181.
- Duke, N.; Ball, M. and Ellison, J.1998. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. **Global Ecology & Biogeography Letters**. 7(1): 27-47.

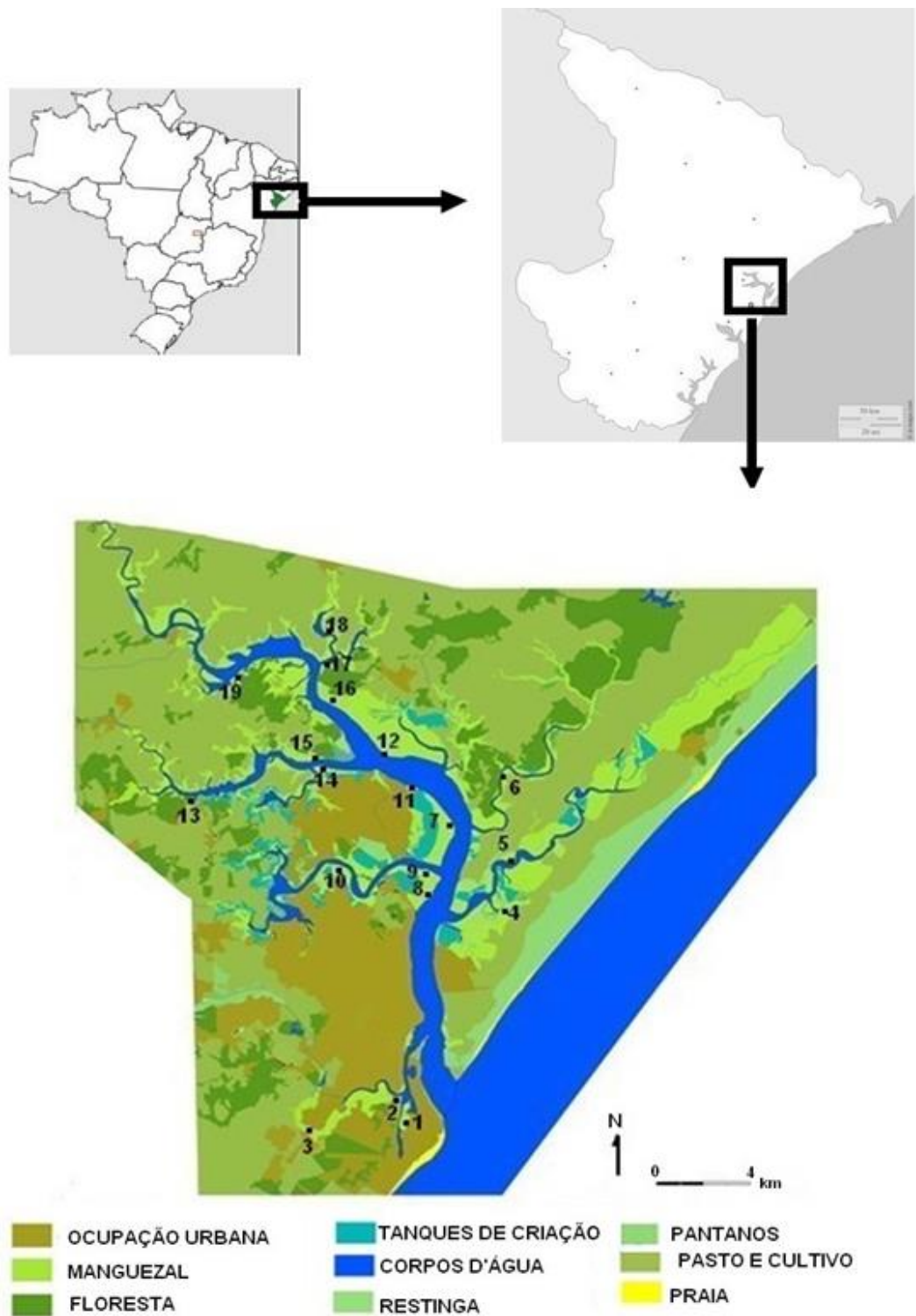
- Ellison, A.M; Farnsworth, E.J.& Merkt, R.E. 1999. Origins of mangrove ecosystems and the mangrove biodiversity anomaly. *Global Ecology and Biogeography* 8: 95-115
- Fontes, A. L. 1997. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Japaratuba/SE**. Tese de doutorado, Rio Claro, IGCE/UNESP,. 298 p.
- Kathiresan, K.et Bingham, B. L. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology**, v. 40: 81-251, 2001.
- Kilca,R.V. Costa, M.P. Zanini, R.Z., Carvalho, F.A. e Costa, A.F.. 2010 . Estrutura de manguezais em diferentes estágios sucessionais no estuário do Rio Piauí,Sergipe – Brasil. **Pesquisas: Botânica** 61:171-189.
- Jennerjahn, T. C.; Ittekkot, V. 2002. Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins. **Naturwissenschaften**, 89(1):23-30.
- Landim, M. e Guimarães, C. P. 2006. Manguezais do rio Sergipe. In: J. P. H. ALVES (Orgs.).**Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**. Aracaju: Ós Editora, 195-221 São Cristóvão: Editora UFS.
- Lignon, M.C. 2005. **Ecologia de Manguezais: desenvolvimento espaço-temporal no sistema costeiro Cananéia-Iguape**, São Paulo, Brasil. Tese IO-USP.178p.
- Londe, V.; Salles D. M.; Leite, M.G.P. et Antonini, J. 2013. Estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, 37 (4): 629-637.
- Marinho, L.C., Oliveira, R.P. Giuliatti, A.M. 2014. Flora da Bahia: Rhizophoraceae. **Sciencibus: Série Biológicas** 1-5.

- Marroni, E.V., Asmus, M.L., 2013. Historical antecedents and local governance in the process of public policies building for coastal zone of Brazil. *Ocean. Coast. Manag.* 76, 30e37.
- Matteucci, S. et Colma, A. 1982. **Metodologia para el studio de la vegetation.** OEA. Washington DC.168p.
- Melchor, G.; Armenteros, M.; Fernandez, O.; Linares et Fragas, Y. 2001. Antibacterial activity of *Rhizophora mangle* bark. **Fitoterapia**: 72(6): 689–689.
- Mueller-Dombois, D. and Elleberg, H. 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology.** Ed. Wiley, NY.
- Oliveira, A.L. Tessler, M.G. e Turra, A. 2011. Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas – Estudo de caso na Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba, SP. **Journal of Integrated Coastal Zone Management** 11(1):75-84.
- Oliveira, K.E.J. e Rodrigues, A.J. 2012. Impactos ambientais no manguezal do bairro Treze de Julho . **Anais do I Seminário Nacional de Geoecologia e Planejamento Territorial.** UFS.
- Petri, D.J.C., Bernini, E., Souza, L.M. & Rezende, C.E. 2011. Species distribution and structure of mangrove of the Benevente River, Anchieta, ES. **Biota Neotropica.** 11(3):107-116.
- Robertson, A.I., Alongi, D.M. & Boto, K.G. 1992. Food chains and carbon fluxes. In: Robertson, A.I.& D.M. Alongi, D.M.. **Tropical Mangrove Ecosystems** pp. 293–326. American Geophysical Union, Washington DC, USA.
- Saenger, P. 2012. **Mangrove Ecology, Silviculture and Ecology.** Kluwer Academic Publishers. Netherlands.363p.
- SANTOS, M.C.F.V. 1986. Considerações sobre a ocorrência de *Rhizophora harrisonii* Leechamn e *Rhizophora racemosa* G.F.W. Meyer, no litoral do Estado do Maranhão, Brasil. *Bol. Lab. Hidrobiol.* 7:71-91.

- Schaeffer-Novelli, Y. & Cintrón, G., 1986, **Guia para estudo de áreas de manguezal. Estrutura, função e flora**. Caribbean Ecological Research, São Paulo, 150p.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G.; Adaime, R.R. & Camargo, T.M., 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, 13(2): 204-218.
- Schaeffer-Novelli, Y. 2002. Manguezal, marisma e apicum (Diagnóstico Preliminar). In: **Avaliações e ações prioritárias para conservação da biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha**. Brasília: MMA/SBF.
- Schmidt, A.J. 2006. **Estudo da dinâmica populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (LINNAEUS, 1763) (CRUSTACEA-DECAPODA-BRACHYURA), e dos efeitos de uma mortalidade em massa desta espécie em manguezais do Sul da Bahia** [www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21131/tde-24092009-112525/-2011](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21131/tde-24092009-112525/-2011). Visto em 12/12/2015.
- Semarh/SRH. 2012. **Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Estado de Sergipe.
- Silva, J. B. 2012. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do ecossistema manguezal em Pernambuco**. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia. UFP.
- Soares, M. L. G. 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, 59(3): 503-515.
- Soares, M.L.G., Chaves, F.O., Corrêa, F.M. & Silva Junior, C.M.G. 2003. Diversidade estrutural de bosques de mangue e sua relação com distúrbios de origem antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). **An. Inst. Geoc.** 26:101-106.

- SEPLANTEC (Secretaria de estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia) SUPES (Superintendência de Estudos e Pesquisas). 2000. Informes Municipais: Aracaju. Aracaju, SEPLANTEC.
- Souza, A. C. A. 2006. Aracaju no contexto ambiental da Bacia Costeira do rio Sergipe. In: H. M. ARAÚJO, *et al.* (Orgs.). **O Ambiente Urbano: visões geográficas de Aracaju**. Aracaju: Editora UFS, p.266-284.
- Spalding, M. Kainuma, M & Collins, L. (2010). **World Atlas of Mangrove**. Ed. Earthscan. Washington, DC. 319 p.
- Tomlinson, P. B. 1986. **The Botany of Mangroves**. New York: Cambridge University Press,. 170p
- Wittmann F.,Householder, E., Wittmann, A.O., Lopes A., Junk, W. & Piedade, M.T.F. 2015. Implementation of the Ramsar Convention on South American wetlands: an update. **Research and Reports in Biodiversity Studies** 4: 47–58.

1



2

3

4

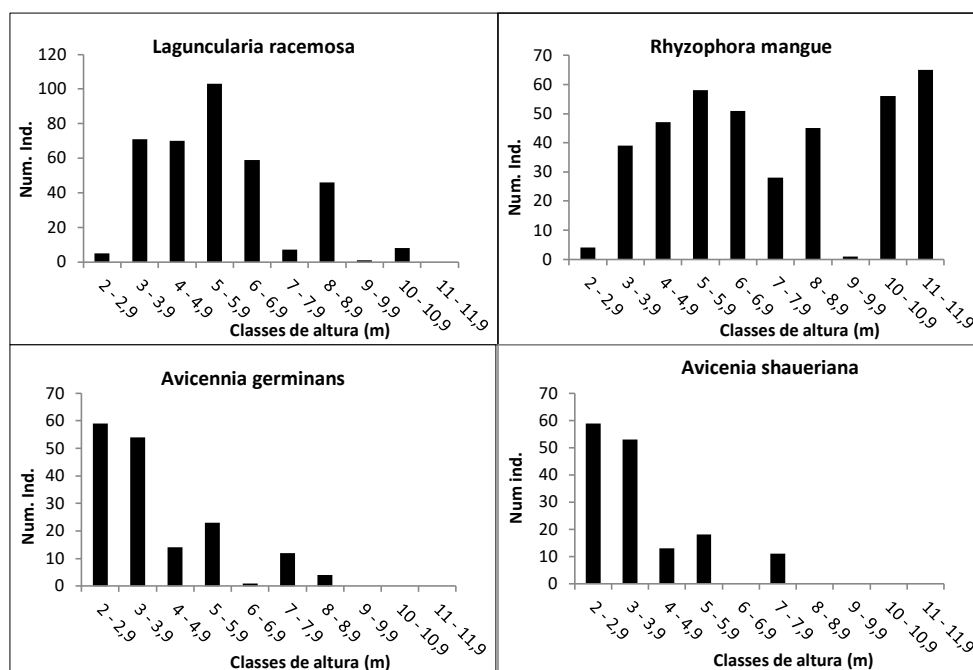
5

6

7

Figura 1.1. Área de estudo no estuário do Rio Sergipe com localização de manguezais, principais paisagens limítrofes e locais das amostras (adaptado Semarh/SRH. 2012).

1



2

3

4

5

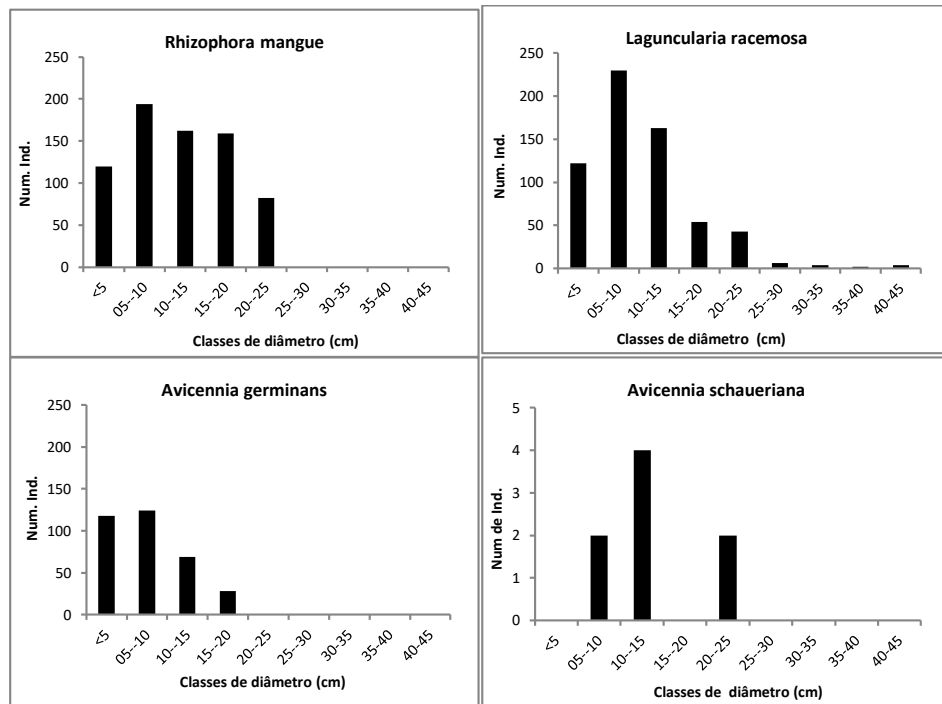
6

7

Figura 1.2. Gráfico das classes de altura (metros) das populações de espécies encontradas nos levantamentos quantitativos nos manguezais no estuário do Rio Sergipe –SE.



1



2

3

4

5  
6  
7  
8  
9  
10

11

12

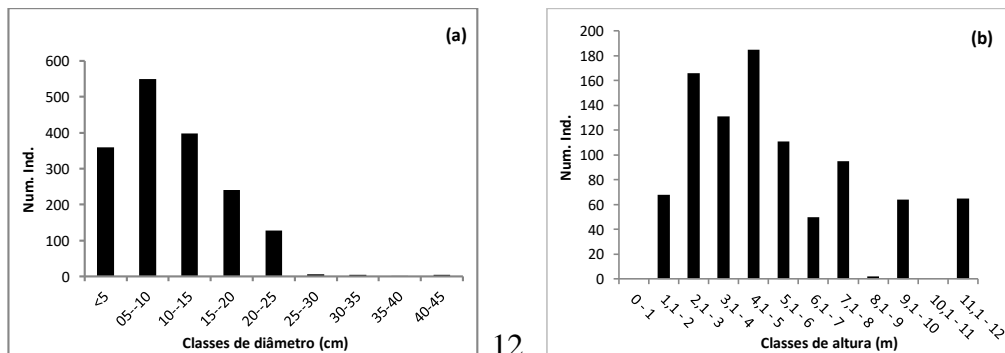
13

14

15

16

Figura 1.3. Gráfico de estrutura diamétrica (DAP em centímetro) das populações das espécies encontradas nos levantamentos quantitativos nos manguezais no estuário do Rio Sergipe –SE.

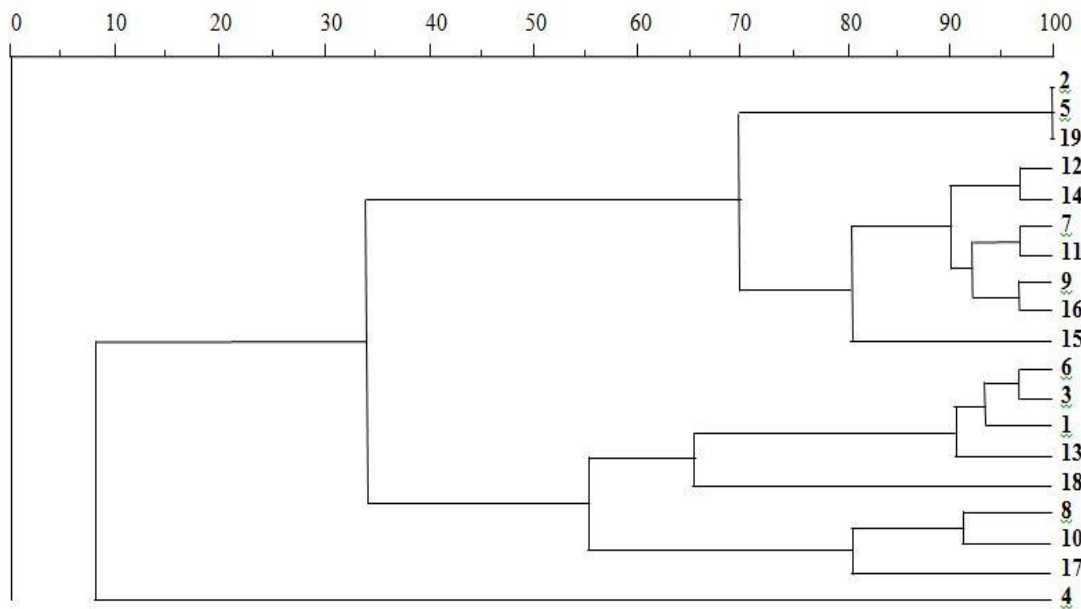


11

12  
13

14  
15  
16

Figura 1.4. Gráficos diâmetro em centímetros (a) e de altura em metros (b) da vegetação dos manguezais no estuário do Rio Sergipe –SE.



1

2            Figura 1.5. Dendrograma obtido a partir da análise UPGMA para os dados de  
 3    dominância relativa amostras dos sítios 1 a 19 dos manguezais no estuário do Rio  
 4    Sergipe- SE.

5

6

Tabela 1.1. Coordenadas geográficas dos sítios selecionados no manguezal do estuário do rio Sergipe, Estado de Sergipe.

<b>Sítio</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>	<b>Sítio</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>
S 01	10° 58' 21.8" <u>S</u> 37° 03' 04.7" <u>W</u>	S 11	10° 49' 54.0" S 37° 02' 46.9" W
S 02	10° 57' 29.9" <u>S</u> 37° 03' 15.6" <u>W</u>	S 12	10° 49' 8.80" S 37° 03' 31.78" W
S 03	10° 51' 45.0" <u>S</u> 37° 00' 28.2" <u>W</u>	S 13	10° 50' 4.64" S 37° 08' 39.86" W
S 04	10°.53'01.2" <u>S</u> 37° 01' 47.6" <u>W</u>	S 14	10° 49' 27.78" S 37°05'35.72" W
S 05	10° 51' 45.0" <u>S</u> 37° 00' 28.2" <u>W</u>	S 15	10° 49' 12.27" S 37° 04' 54.81" W
S 06	10° 50' 54.8" <u>S</u> 37° 01' 00.1" <u>W</u>	S 16	10° 48' 21.8" S 37° 04' 21.8" W
S 07	10° 50' 39.4" <u>S</u> 37° 01' 59.7" <u>W</u>	S 17	10° 46' 52.9" S 37° 04' 51.9" W
S 08	10° 52' 33.7" <u>S</u> 37° 02' 35,1" <u>W</u>	S 18	10° 46' 10.8" S 37° 05' 00.7" W
S 09	10° 51' 47.7" <u>S</u> 37° 02' 28.0" <u>W</u>	S 19	10° 47' 37.3" S 37° 05' 23.0" W
S 10	10° 52' 22.5" <u>S</u> 37° 05' 31.7" <u>W</u>		

Tabela 1.2 – Valores de densidade absoluta por hectare das espécies e média (Dm/ha) nas unidades de amostras nos manguezais do Rio Sergipe –SE.

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Dm/ha
<i>Rhizophora mangle</i>	100	583	89	100	589	0	644	300	817	300	1022	375	0	0	333	700	425	25	422	359,2
<i>Laguncularia racemosa</i>	1150	0	589	0	0	1200	89	725	67	133	400	50	1253	500	17	200	375	725	0	393,3
<i>Avicennia germinans</i>	50	17	44	3850	0	133	0	75	17	0	44	0	0	25	0	0	0	0	0	224
<i>Avicennia schaueriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	5,3
Total	1300	600	722	3950	589	1333	733	1100	900	433	1467	425	1253	525	350	900	800	850	422	981,8

Tabela 1.3. Dominância relativa das espécies nas unidades de amostras nos manguezais do Rio Sergipe –SE.

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Laguncularia</i> <i>racemosa</i>	87,5	0	91,4	0	0	92,9	18,5	54	26,3	64,3	22,5	14,7	100	15,2	0,9	28,1	40,7	61,7	0
<i>Rhizophora</i> <i>mangle</i>	3,4	99,4	4,8	4,6	100	0	81,5	41	69,9	35,3	69,5	85,3	0	82,1	99,1	71,9	59,3	2,3	100
<i>Avicennia</i> <i>germinans</i>	9,2	0,6	3,7	95,8	0	7,1	0	5	3,8	0	8	0	0	2,7	0	0	0	0	0
<i>Avicennia</i> <i>schaueriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,9	0

Tabela 1.4 – Associação por semelhança de amostras conforme a dominância relativa das espécies nos manguezais do Rio Sergipe – SE.

Parcelas	Grupo 1			Grupo 2						Grupo 3				Grupo 4					
	5	19	2	15	12	14	7	16	9	11	13	6	3	1	10	17	8	18	4
<i>Laguncularia racemosa</i>	0	0	0	0,85	14,67	15,2	18,5	28,1	26,31	22,48	100	92,87	91,43	80,24	64,28	40,73	54,03	61,74	0
<i>Rhizophora mangle</i>	100	100	99,4	99,14	85,32	82,11	81,49	71,9	69,93	69,52	0	0	4,83	11,41	35,71	59,26	41,01	2,31	4,6
<i>Avicennia germinans</i>	0	0	0,6	0	0	2,69	0	0	3,75	8	0	7,12	3,73	8,35	0	0	4,95	0	95,39
<i>Avicennia schaueriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,94	0

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
COMO INDICADORES DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO MANGUEZAL DO  
RIO SERGIPE – SE, BRASIL.

**Marcelo Steinmetz Soares<sup>1\*</sup>.**

**João Juarez Soares<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> **Marcelo Steinmetz Soares. PPG.ERN, UFSCar. Address. Avenida São  
Carlos,3737. CEP 13566.970. Caixa Postal 1020. São Carlos, SP. Brasil. Email:  
marsteso@yahoo.com.br**

<sup>2</sup>**João Juarez Soares. PPG.ERN. UFSCar**

Resumo. Ao longo das margens do estuário do Rio Sergipe ocorre extenso manguezal sendo influenciado por cidades, conjuntos habitacionais e colônias de pescadores-coletores que provocam alterações na fauna e na flora do local. Com o objetivo de detectar alguma destas alterações e possíveis consequências na flora e na fauna, foi realizado levantamento de alguns parâmetros que teoricamente provocam essas alterações. O inventário se restringiu a amostragem, em parcelas variáveis conforme o parâmetro analisado, da densidade da comunidade arbórea, do corte- morte de árvores, densidade de plântulas, de tocas de caranguejos e do resíduos sólidos depositado. Os resultados demonstraram que o maior efeito da interferência antrópica se deu pela presença de resíduos sólidos, corte-morte de árvores e presença de plântulas dão indicações de consequências do efeito antrópico.

Palavras chave: degradação, estuário, mangue,

**Abstract. Biological characteristics and trash as indicators of conservation status of**

**mangrove in Rio Sergipe-SE, Brazil.** Over the Sergipe River estuary margins occur extensive mangroves being influenced by cities, housing colonies and gatherers-fishermen that cause changes in the fauna and the local flora. In order to detect some of these changes and possible consequences for the flora and fauna, it was conducted survey of some parameters that theoretically cause these changes. The inventory was limited sampling, to varying degrees depending on the parameter analyzed, the density of the vegetation, the cut- death of trees, seedlings, burrows of crabs and the deposited waste. The results showed that the greatest effect of the anthropogenic impact was due to the presence of waste, cut death of trees and the presence of seedling give indications of the anthropic effect consequences.

Keywords: degradation, estuary, mangrove,



## INTRODUÇÃO.

As características biológicas são consideradas as melhores indicadoras do estado de conservação de um ecossistema. A composição, a estrutura e disposição da vegetação tanto como dos animais refletem as condições do meio ambiente, ou seja, a biota é um reflexo do meio em que vivem e das alterações nele ocorrentes. Todos os sistemas ecológicos obedecem a princípios semelhantes. Alguns dos mais importantes referem-se aos seus atributos físicos e químicos, à regulação de sua estrutura e função, e às suas mudanças. Estes princípios ajudam a visualizar questões ambientais e assim correlacionam fatores e grau de impacto que um ambiente vem sofrendo (Rickfles, 2000).

No ecossistema estuarino esses atributos físicos e químicos ganham destaque ainda maiores pois se trata de zonas de transição ou ecótonos, aonde o mar e o rio se misturam formando um ambiente altamente estressante tanto para os organismos marinhos como para os limnéticos (Odum 1988; Attrill & Rundle 2002). A conectividade simultânea para captação de água doce e as influências tanto terrestres como marinhas fazem dos estuários um sistema de multi-interface, ou seja, ecossistemas com vários grandes influências e limites (Elliott e Whitfield, 2016). O resultado líquido das influências das marés e de água doce cria a taxa de descarga e corolário do tempo de residência das águas, ambos influenciam, a salinidade, a capacidade de reter nutrientes, a dispersão de determinados estágios de organismos bentônicos e plâncton e a conectividade entre sistemas (Brauwere et al., 2011).

Para sobreviver neste ambiente os organismos tiveram que se adaptar a essas condições. O manguezal é o único bioma aonde as espécies são capazes de sobreviver a este ambiente. Estas florestas adaptaram suas estruturas fisiológicas e morfológicas para poderem se desenvolverem com a variação da salinidade, alagamento pelas zonas de

marés e solos pouco desenvolvidos, lamacentos, escuros e com alto teor de sais provenientes da água do mar (Clough, 2013). São considerados uns dos ecossistemas mais produtivos e biologicamente complexos. Os manguezais são berçário da vida marinha, locais de desova de muitos peixes marinhos. Além disso, fornecem viveiros para peixes que são uma fonte de alimento para os animais que ali passam como onças, macacos, veados, tubarões, golfinhos, aves migratórias assim como para animais como caranguejos-arvoristas e jacarés que ali vivem. Estas plantas possuem troncos, raízes e ramos que servem como paliçada que diminui o poder erosivo das ondas. Por isso são considerados construtores de terra por excelência.

Um dos grandes problemas que afetam os estuários é a poluição que pode ser de natureza orgânica ou inorgânica, devido principalmente aos despejos residenciais e industriais. Toda essa carga de resíduos sólidos vai para de alguma forma no mangue alterando de forma física, química ou biológica causando modificação no ciclo biológico, interferindo tanto na fauna e flora como no meio. A poluição nos ecossistemas aquáticos, provoca mudanças nas características da água, as quais são determinantes para a sua qualidade, o que impossibilita seu uso principalmente para o consumo humano (Aguia e Novaes, 2002).

Os estuários em todo mundo estão superpovoados; no Brasil mais de 40% da população encontram-se nestes locais, o que exerce uma grande pressão nos ecossistemas ali presentes (IBGE, 2010). No Brasil, extensas áreas de mangue foram destruídas pela pressão humana, principalmente pela aquicultura, produção de sal, e crescimento das cidades acarretando mudanças nos padrões sedimentares e da estrutura química ao longo da costa (Godoy e Lacerda, 2015; Ferreira e Lacerda 2016).

O objetivo deste trabalho é analisar, de forma quantitativa, características que possam indicar aspectos da degradação dos manguezais do Rio Sergipe.

## MATERIAL E MÉTODOS.

**Local de estudo:** O estado de Sergipe apresenta um litoral com quatro grandes áreas banhada por rio: ao norte, na divisa com o estado de Alagoas, o Rio São Francisco, banhando a capital o Rio Sergipe, mais ao sul o Rio Vaza Barris e na divisa com o estado da Bahia o Rio Real-Piauí além de outros de menores porte. Em todos eles, na confluência com o mar, existe grandes áreas formadas por manguezais. O manguezal de interesse desse estudo se localiza na Bacia Costeira do Rio Sergipe, abrangendo vários municípios (Fig. 2.1).

O clima dominante na região, de acordo com o método de classificação climática de Thornthwaite e Mather, é Megatérmico Subúmido a Úmido (C2 A' a') em que o período mais chuvoso, com excedentes hídricos, concentram-se no final do outono e no inverno com moderada deficiência hídrica no verão. Dos 1410,34 mm precipitados como média anual, 64,63% ocorrem no período de abril a julho (Semarh/SRH. 2012).

Existe uma predominância de ventos alísios alternando durante o ano, do sudeste no inverno e do nordeste na maior parte do ano. A geologia dos locais de ocorrência de manguezais é formada por depósitos fluvio-lagunares e litorâneos com uma geomorfologia quase plana, favorecendo o desenvolvimento de áreas inundáveis, tanto por marés, como por fluxo de águas fluviais. Os solos regionais, nas bordas externas dos manguezais, têm predominância de solos podzólicos e hidromórficos arenosos, em se tratando de áreas de restingas e deposicionais. Os solos onde ocorre a presença de manguezais são típicos, formados de sedimentos finos com alta porcentagem de matéria orgânica e salinos (SEPLANTEC/SUPES, 2000).

A ocupação dos solos na região limítrofe aos manguezais tem predomínio de pastagens, agricultura de subsistência e zonas urbanas, responsáveis pelo intenso desmatamento na região, restando poucos fragmentos malconservados. O grande número de tanques de aquicultura nas bordas internas dos manguezais contribuiu para a ocupação e degradação dos manguezais, tanto pelo espaço ocupado, como pela eutrofização das águas e dejetos. (Semarh/SRH. 2012). Os manguezais ao longo do curso do Rio Sergipe e seus afluentes chegam a penetrar para o interior do continente cerca de 25 km em linha traçada perpendicular ao limite do mar e 30 km ao longo do curso do rio.

**Metodologia de amostragem.** O estudo foi conduzido no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2014 aonde foram feitos os levantamentos.

*Amostragem da vegetação.* O tipo de amostra para caracterização da densidade da vegetação de manguezais foi baseado na metodologia proposta por diversos autores (Soares, 1999; Soares et al. 2003; Schaffer-Novelli & Cintrón, 1986 e Kilka et al. 2011), que recomendam o uso de parcelas e várias replicações de amostras, de modo a ser mais representativo. Devido a extensão da áreas e variabilidade dos ambientes circunvizinhos, alocou-se amostras previamente em mapa do local (Fig. 2.1). Foram realizadas 19 amostragens, totalizando 9.750 m<sup>2</sup>. O tamanho das parcelas variou entre 150 m<sup>2</sup> e 900 m<sup>2</sup>, variando em função da uniformidade em composição e estrutura da vegetação de modo garantir a representatividade dos pontos amostrais -área mínima (Soares et al. 2003). As amostras foram plotadas a partir de cinco metros da borda para evitar indivíduos tombados nas margens. Foram considerados somente indivíduos com dois ou mais metros de altura. Os pontos onde se realizou a amostragem foram georeferenciados com GPS-Garmin modelo Etrex 10 (Tab. 2.1). Os dados de campo

foram digitados em planilha Microsoft Office Excel versão 2010 e os cálculos e gráficos realizados com os recursos deste programa.

*Amostragem das árvores mortas e cortadas.* No interior da área amostrada para determinar a densidade das espécies, contou-se o número de árvores mortas em pé e árvores cortadas sem rebrota.

*Número de plântulas:* Utilizou-se o método de parcelas. No centro da borda externa da área amostrada para vegetação adulta foi delimitado uma área de 5X5m na qual foram contadas as plântulas até um metro de altura. As dimensões da amostra para contagem de plântulas foram maiores que de outros autores devido ao número reduzido de indivíduos jovens na área.

*Número de tocas de caranguejo:* quantificou-se o número de tocas em 2m<sup>2</sup> no centro da borda externa da área amostrada da vegetação adulta. Metodologia semelhante foi usada por outros autores (Schmidt 2006; Brito 2011, Pinheiro e Almeida 2015). A contagem foi realizada durante a maré mais baixa no período entre 9,00h e 14,00h para os resultados serem comparativos, pois as atividades dos caranguejos variam conforme a lua, maré e hora do dia (Cardoso 2007). Neste estudo foi observada a presença de tocas sem identificar a(s) espécie(s) cavadora (s).

*Resíduos sólidos:* Como a presença de resíduos sólidos interfere na presença e quantificação de animais (Brito 2011), foram quantificados a presença destes elementos ao longo da área utilizada para levantamento da vegetação, identificando os diferentes tipos de objetos encontrados que posteriormente foram reunidos em cinco tipos principais: derivados do petróleo (plásticos, borracha e isopor); metais (alumínios, ferro e outros metais); tecidos; papel e madeira (inclusive caixas tipo tetra-pack) e vidro. Classificação semelhante foi utilizada por outros autores (Neves et al. 2011; Brito 2011;

Martins et al 2011). O modelo de amostras para os parâmetros analisados se encontra na Figura 2.2.

## RESULTADOS

*Florística.* As seguintes espécies foram encontradas: *Rhizophora mangle* L. - (Mangue-vermelho) – Rhizophoraceae; *Avicennia germinans* (L.) Stearn e Stapf Leechm ex Moldenke (Mangue-preto) e *A. schaueriana* Stapf et Leechman – Acanthaceae e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (Mangue-branco) - Combretaceae. Além dessas, observaram-se espécies consideradas associadas ao manguezal como o *Conocarpus erectus* L. (mangue-de-botão) – Combretaceae e *Hibiscus pernambucensis* L. (Algodoeiro-da-praia) - Malvaceae em locais onde a inundação ocorrem em ocasiões esporádicas e ou onde o solo é menos salino. Algumas epífitas foram observadas como bromélias e orquídeas.

Densidade. A densidade de indivíduos variou de 350 ind./ha na amostra 15 até 3950 ind./ha na amostra 4 (Fig. 2.3). A alta densidade na amostra quatro foi devido ao grande número de indivíduos jovens de *A. germinans* (Ver cap. 1). Em relação a densidade absoluta por espécie encontrou-se a média de 393,3 de *L. racemosa*; 359,2 de *R. mangle*; 224,0 de *A. germinans* e 5,3 de *A. schaueriana*. Considerando o conjunto de espécies obteve-se uma média de 981,8 indivíduos por hectare. A densidade por espécie variou significativamente de uma amostra para outra de 0 a 100%, neste caso, com populações uniespecíficas. Em nenhuma amostra ocorreram as quatro espécies juntas.

Em relação a árvores mortas e cortadas (Fig. 2.4) encontrou-se variação significativa entre as amostras. Na maioria das amostras não se encontrou indivíduos

mortos ou cortados, em seis amostras ocorreram em número reduzido, porém nas amostras 7 e 10 este número foi mais elevado.

Encontrou-se, em geral, pequeno número de indivíduos na fase jovem. Na maioria das amostras a ocorrência foi zero, nas amostras 2, 4, 5 e 6 pequeno número de indivíduos e na amostra 10 o número de plântulas foi mais elevado (Fig. 2.5). Observa-se em que na amostra 10 o maior número de plântulas coincide com o maior número de árvores mortas e cortadas.

A quantificação de número de tocas de caranguejo nas amostras apresentou variação mais em função do tamanho do que em número, assim nas amostras 1, 2 e 3 ocorreram maior número de tocas com diâmetro igual ou maior que 5cm e com menor número nos diâmetros menores, ao passo que nas amostras mais distantes das zonas urbanas esta relação se inverte (Fig. 2.6).

Em relação a presença de resíduos sólidos, observa-se a predominância do plástico e derivados do petróleo sobre os demais tipos de objetos. Na amostra 15, próxima a região urbana e localização frontal a direção predominante dos ventos foi onde ocorreu maior quantidade de resíduos sólidos, principalmente de derivados do petróleo.

#### DISCUSSÃO:

A densidade de árvores nos mangues do Rio Sergipe na maior parte das amostras apresenta baixos valores com a ocorrência de somente um sítio com altos valores. Este sítio se encontra afastado de centros urbanos e a espécie dominante - *Avicenia germinans*- com poucas ocorrências em outros locais, dá indicação de características especiais neste local. Bernini & Rezende (2004) em florestas de mangue do estuário de rio Paraíba do Sul (RJ), verificaram que esta espécie estava relacionada à

baixa salinidade de água intersticial o que pode explicar a sua presença, neste estudo, em local mais remoto em afluente muito serpenteante. Além de demonstrar a diversidade de ambientes existente ao longo de suas margens, a variabilidade da densidade de árvores em manguezais parece estar relacionada a processos de sucessão principalmente devido a ação de degradação (Soares et al. 2003; Petri et al. 2011). Sítios de manguezais com baixa densidade de indivíduos é uma indicação de áreas bem preservadas (Soares 1999, Pereira et al. 2009) o que permite considerar que os mangues do Rio Sergipe estão em bom estado de conservação de modo geral.

A ocorrência de sítios com populações uniespecíficas ou com predomínio de uma espécie sobre as demais é comum neste tipo de ambiente e o predomínio de uma espécie sobre as outras em determinado sítio ou sua distribuição ao longo do curso do rio tem sido um motivo de discussão com diversos autores inferindo diferentes causas. Teor de salinidade da água, nível do solo, distância do mar, frequência de inundação e granulometria são os principais fatores citados por autores (Cintrón (1981; Souza et al. 1993; Soares et al.2008; Petri et al.2011; Londe et al. 2013). Segundo Jiménez & Sauter (1991) diversos fatores bióticos e abióticos interagem variando de um local para outro e cada espécie responde a estas características de formas diferentes, resultando em uma distribuição não padronizada de manguezais. Por observações em bancos de sedimentos recentes, outro fator que parece ser mais determinante na região estudada é a relação entre o período de formação destes com o período de reprodução das espécies. Nos rios, a formação de bancos de sedimentos está relacionada com o fluxo de água e sedimento provindos de regiões circunvizinhas durante períodos de precipitações elevadas. Se este período coincide com período de reprodução de determinada espécie, esta espécie é que irá colonizar o referido banco de sedimento.



A morte de árvores em manguezais pode ser causada por catástrofes, bastante comum neste tipo de ambiente; natural por competição, doenças e senescência ou por interferência humana (Jiménez & Lugo 1985). Nos levantamentos realizados observou-se somente a morte por causas naturais (árvores mortas em pé) e por interferência humana (corte).

A capacidade de auto-regeneração de uma floresta pode ser analisada pelo número de plântulas das espécies predominantes no estrato arbóreo, capacidade reprodutiva das espécies e manutenção das características ambientais, porém, fatores como competição, sombreamento e alelopatia podem inibir o desenvolvimento do estrato regenerante (Gurevitch et al. 2006). No presente estudo, o estrato regenerante mostrou-se pobre em indivíduos. Somente na amostra 10 ocorreram em maior número, esta amostra também apresentou maior número de árvores mortas e cortadas, o que pode justificar a maior presença do estrato regenerante. A ocorrência de plântulas está relacionada ao período de observação pois a maioria dos indivíduos são efêmeros, por isto os resultados observados em determinada época do ano podem diferir de outra (Rabinowitz 1978, Tamai & Lampa 1988, Laurito 2010). Gonçalves (2009) observou grande número de plântulas em levantamento realizado no Rio Cotinguiba, afluente do Rio Sergipe em determinado período do ano e relacionado ao período de reprodução. Neste estudo não se observou períodos de maior concentração de plântulas em determinada época do ano. Em locais com depósitos de sedimentos recentes, bancos de sedimentos e coroas, nas margens ou no leito do rio foi observado grande número de plântulas o que leva a hipótese de relação entre número de plântulas, período de reprodução e formação de banco de sedimentos.

A presença do caranguejo-uçá pode ser indicadora das condições ambientais (Castilho-Wesphal 2008) e também está relacionada a intensidade de captura de

indivíduos adultos (Schmidt 2006; Brito 2011), a época do ano (Alves 1975) e período lunar (Nordi 1994), portanto, em função destas variáveis, os dados encontrados devem ser analisados com certa restrição. Neste trabalho, os autores encontraram número de tocas com grande variação conforme o local de coleta: entre 4 a 25 tocas por metro quadrado independente da espécie de caranguejo. Brito (2011) encontrou variação entre 6 e 75. A cidade de Aracaju, que beira o Rio Sergipe, é conhecida pelo variado cardápio de caranguejo nos restaurantes e inclusive a existência de uma “Passarela do Caranguejo”. Portanto, a caça intensiva deste crustáceo pode ter influenciado nos valores encontrados pois o número de catadores é grande o que pode ser verificado no mercado público de Aracaju. Nas amostras próximas a região central da cidade ocorreram em maior número, provavelmente devido a inibição e fiscalização pelos órgãos controladores.

A presença de objetos exóticos ao ambiente (resíduos sólidos) apresentou dados preocupantes em determinados locais do Rio Sergipe, sendo o plástico e derivados do petróleo os principais componentes. Martins et al. (2011), Oliveira et al. (2011) observaram também a predominância do plástico sobre outros elementos. No presente estudo uma relação pode ser feita destes locais com a presença de áreas urbanizadas, a direção predominante dos ventos e a direção do fluxo da maré. Considerando que o vento transporta objetos capazes de flutuar, é normal que estes objetos como plásticos sejam a composição predominante do resíduos sólidos depositado ao longo do rio como os dados encontrados neste trabalho.

Nos resultados encontrados o número de árvores mortas, plântulas e quantificação de resíduos sólidos parece estar relacionado a atividades humanas nas bordas externas aos manguezais – áreas urbanizadas.

## BIBLIOGRAFIA

Aguiar, M. R. M. P.; Novaes, A. C. 2002. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por alumínio silicatos. **Química Nova** 25:(6B), 1145-1154,

Alves, M.I.M. 1975. Sobre a reprodução do caranguejo-Uça, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus) em mangue do Estado do Ceará (Brasil). **Arq. Cien. Mar.** 15(2):85-91

Attrill, M.J. & Rundle, S.D. 2002. Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 55: 929-936.

Bernini, E. & Rezende, C.E. 2004. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Bot. Brasil.** 18(3):491-502.

Berrêdo, J.F, Costa, M.L., Progene, M.P.S. 2008. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazônica** 38(3): 473 – 482.

Brauwere, A.; Brye, B; Blaise, S.; Deleersnijder, E.. 2011. Residence time, exposure time and connectivity in the Scheldt Estuary. **Journal of Marine Systems**, 84: 85–95.

Brito, L. N. 2011. Identificação visual da distribuição de resíduos sólidos do manguezal de um trecho do rio Capibaribe, relacionado ao número de tocas de caranguejo, Recife, PE, Brasil. **Anais do XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – XIV COLACMAR**. Balneário Camboriú (SC / Brasil),

Cardoso, R.C. 2007. **Ecologia do caranguejo chama-maré *Uca eptodactyla* Rathbun, 1898 (Crustacea, Ocypodidae) em bancos de areia estuarinos no litoral norte do Estado de São Paulo**. Tese Doutorado. UNESP-Botucatu.

Castilho-Westphal, G.G.; Ostrensky, A.; Pie, M.R.; Boerger, W.A. 2008. The state of the art of the research on the mangrove land crab, *Ucides cordatus*. **Archives of Veterinary Science**, 13(2):151-166.

Ferreira, A. C. & Lacerda L.D. 2016. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. **Ocean & Coastal Management** 125:38-46

Gurevitch, J.; Scheiner, S.; Fox, G. 2006. **Ecologia vegetal**. 2ed. Porto Alegre:Artmed.

Jiménez, J. A.; Sauter, K. 1991. Structure and dynamics of mangrove forests along a flooding gradient. **Estuaries**, 14(1): 49-56.

Jimenez, J.A. & Lugo, A.E. 1958. Tree mortality in mangrove forest. **Biotropica** 17(3):177-185..

Laurito, S.F. 2010. **Estudo do potencial de regeneração de uma floresta estacional semidecídua. São Paulo, Brasil**. Tese de Doutorado. PPGERN-UFSCAR.

Londe, V.; Salles, D.M.; Leite, M.G.P.; Antonini Y. 2013. Structure of the mangrove vegetation associated to flood gradient in the north coastal Espírito Santo, Brazil. **Revista Árvore** 37(4):629-637.

Martins, B. S.; Barreto, F. T. C.; Menandro, P. S.; Bisi Junior, R. C.; Mendes, R. S.; Martins, T. R.; Quaresma, V. S. 2011. Representatividade do plástico na composição dos resíduos sólidos acumulados no manguezal do Canal da Passagem (Vitória – ES). **Anais do XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – XIV COLACMAR**. Balneário Camboriú (SC / Brasil),

Neves, R.; Santos, A; Oliveira, K.; et al. 2011. Análise qualitativa da distribuição de lixo na praia da Barrinha, Vila Velha - ES. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**. 11(1): 57-64.

Nordi, N. A 1994. Captura do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) durante o evento reprodutivo das espécies: o ponto de vista dos caranguejeiros. **Revista Nordestina de Biologia**.9(1):41-47.

Odum, E.P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara.

Oliveira A. L., Tessler, M.G., Turra, A.. 2011. Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas – Estudo de caso na Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba, SP. **Journal of Integrated Coastal Zone Management** 11(1):75-84.

Pereira F.V. P; Foletto.F.; Moreira, T.M.; Gomes, J.M.L; Bernini, E. 2009. Estrutura da vegetação em duas áreas com diferentes históricos de antropização no manguezal de Anchieta, ES. **Bol. Lab. Hidrobiologia**, 22:01-08. 2009.

Petri, D.J.C., Bernini, E., Souza, L.M. & Rezende, C.E. 2011. Species distribution and structure of mangrove of the Benevente River, Anchieta, ES. **Biota Neotropica**. 11(3):107-116.

Pinheiro, M.A.A. e Almeida, R. 2015. Monitoramento de populações do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (brachyura ucididae). In: TURRA, A., and DENADAI, MR., orgs. *Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos* [online]. I.O.USP São Paulo:, pp. 122-133.

Rabinowitz, D. 1978. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. **J. Ecol.**66: 45–71.

Schmidt, A. 2006. **Estudo da dinâmica populacional do caranguejo Uça, *Ucides cordatus* e dos efeitos de uma mortalidade em massa desta espécie em manguezais do Sul da Bahia**. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Oceanográfico -USP.

Soares M.L.G.; Chaves, F.O.; Estrada, G.C.D.; Cavalcanti, V.F.; Portugal, A.M.M.; Barbosa, B. 2008. Caracterização das florestas de mangue do complexo estuarino de Caravelas (Bahia-Brasil) **Bol. Téc. Cient. CEPENE - PE** 16(5): 23-41.

Soares, M. L. G. 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, 59(3): 503-515

Soares, M.L.G.; Chaves, F.O; Corrêa, F.M. & Silva Júnior, C.M.G. 2003. Diversidade Estrutural de Bosques de Mangue e sua Relação com Distúrbios de Origem Antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ** 26:101-116.

Souza, M.L.R.; Falkenberg, D.B.; Amaral, L.G.; Araujo, A.C.; De Sá, M.G. 1993. Vegetação do pontal da Daniela, Florianópolis, SC, BRASIL. **Insula**.22:107-142.

Tamai, S. & Iampa, P. 1988. Establishment and growth of mangrove seedling in mangrove forests of southern Thailand. **Ecological Research** 3(3):227–238.

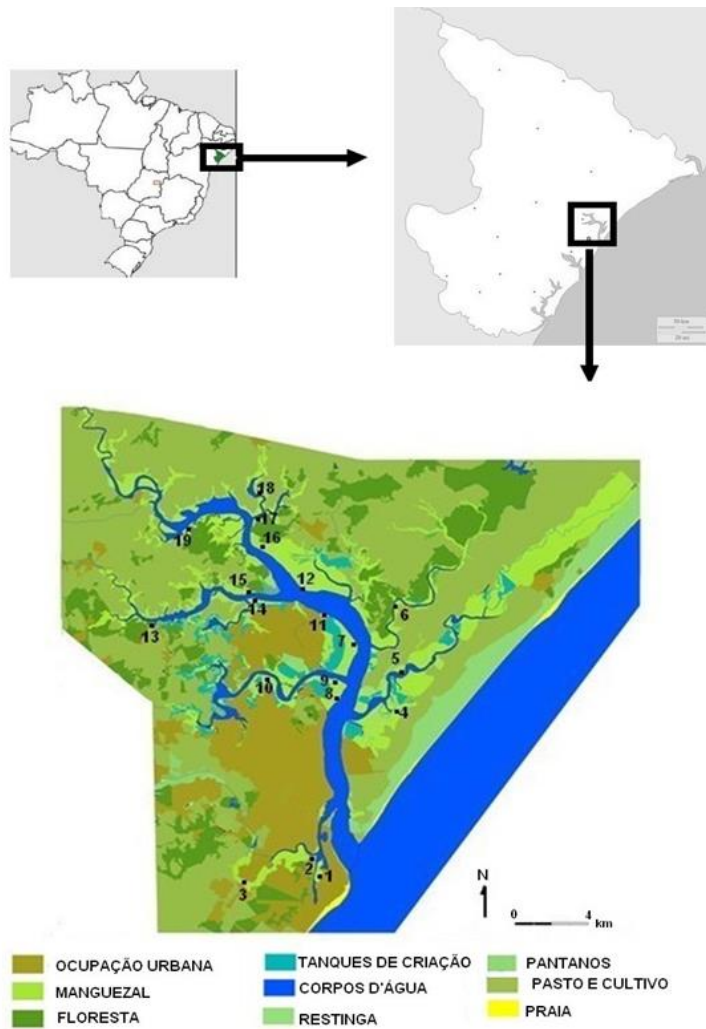


Figura 2.1. Área de estudo no estuário do Rio Sergipe com localização de manguezais, principais paisagens limítrofes e locais das amostras (adaptado Semarh/SRH. 2012).

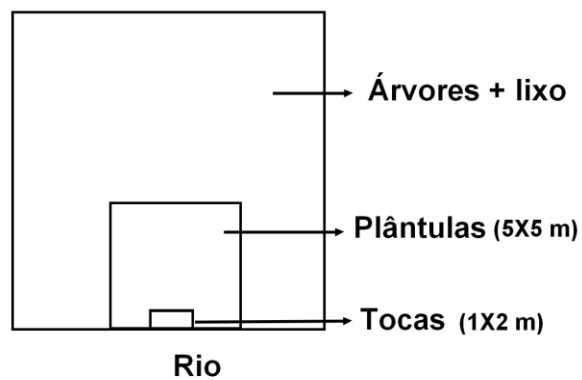


Figura 2.2. Croqui da metodologia de amostragem dos parâmetros analisados no manguezal do Rio Sergipe - SE.

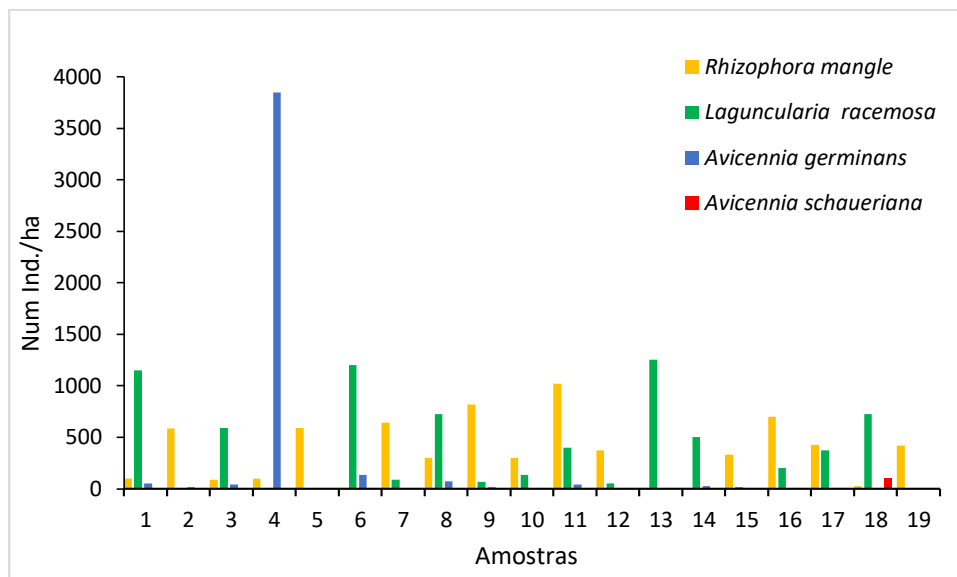


Figura 2.3. Valores de densidade por hectare de árvores nas amostras dos manguezais do Rio Sergipe –SE.

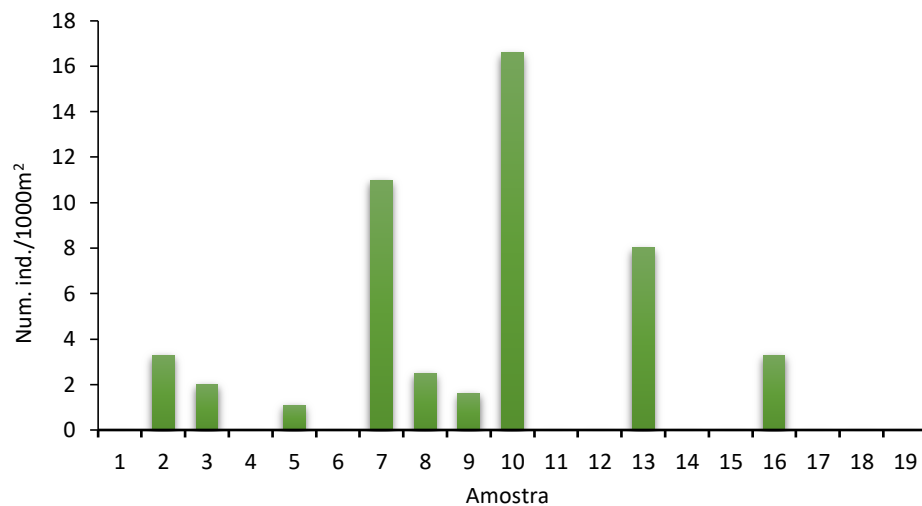


Figura 2.4. Número de indivíduos mortos ou cortados por hectare nas amostras dos manguezais do Rio Sergipe –SE.



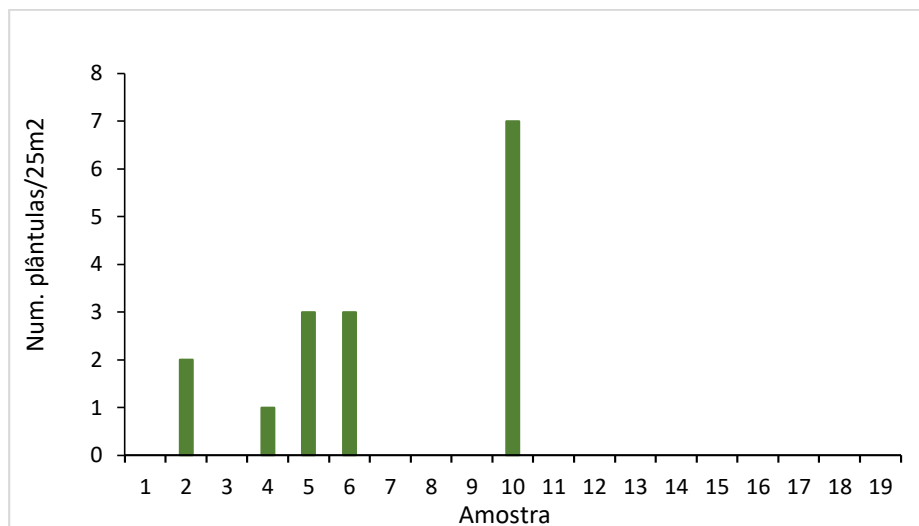


Figura 2.5. Número de plântulas nas amostras dos manguezais do Rio Sergipe – SE.

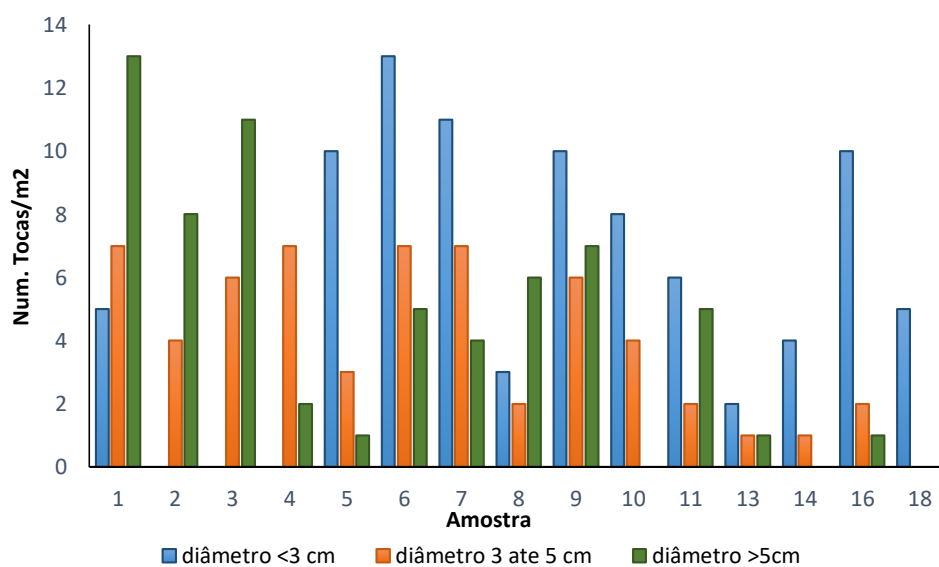


Figura 2.6. Número de tocas de caranguejo nas amostras do manguezal do Rio Sergipe –SE.

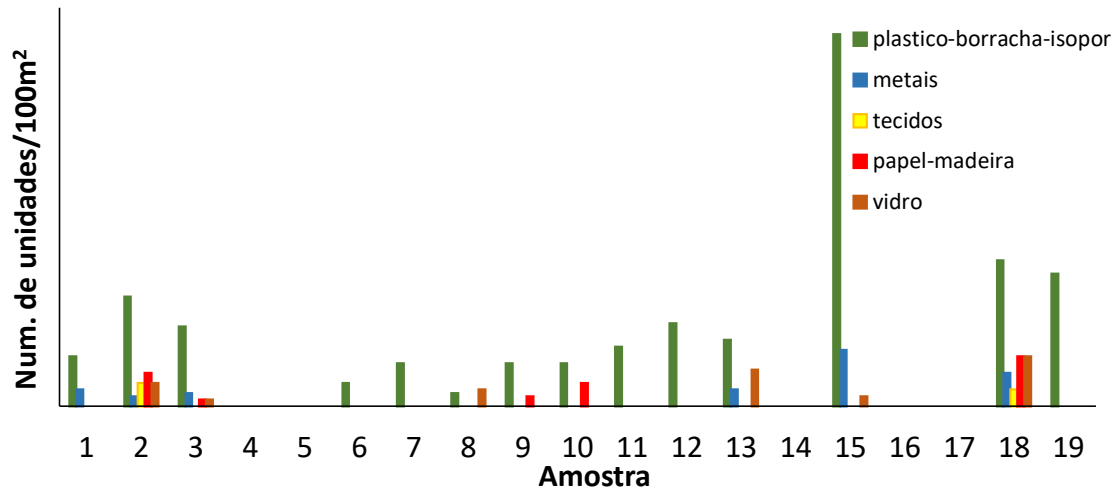


Figura 2.7. Número de objetos considerados como resíduos sólidos nas amostras do manguezal do Rio Sergipe –SE.

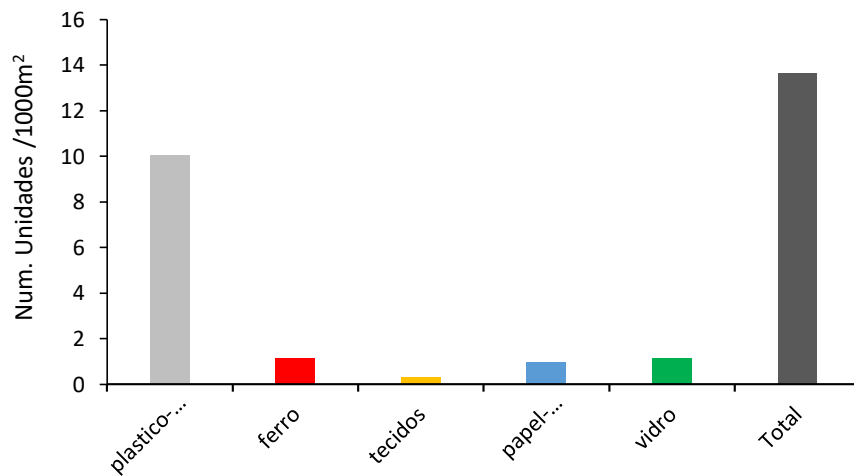


Figura 2.8. Total de resíduos sólidos por classes, observado por área (1000m²) no manguezal do Rio Sergipe – SE.

Capítulo 3:

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO ESTUÁRIO DO RIO  
SERGIPE E DO SEU MANGUEZAL, SERGIPE – BRASIL.

**Marcelo Steinmetz Soares<sup>1\*</sup>.**

**Ricardo Degani<sup>2</sup>**

**João Juarez Soares<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> **Marcelo Steinmetz Soares. PPG.ERN, UFSCar. Address. Rua 2 nº 120**

**Condomínio Laguna Ville casa 3. Bairro Aruana. Aracaju, SE. Email:**

**[marsteso@yahoo.com.br](mailto:marsteso@yahoo.com.br)**

<sup>2</sup> **Rcardo Degani - Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos, SP.**

<sup>3</sup> **João Juarez Soares. PPG.ERN. UFSCar**

RESUMO: Estuários são um dos ecossistemas mais ameaçados pelas ações antrópicas. Hoje aproximadamente 60% da população mundial reside em regiões estuarinas. Os manguezais sofrem pressões humana que vem na forma de explorações dos produtos florestais e a intensa expansão das populações humanas nas zonas costeiras vêm destruindo os manguezais no mundo todo. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios a sua gestão. O critério utilizado foi desenvolvido pelo INPE que consiste na elaboração de Unidades Territoriais Básicas (UTB's). Depois associar a este mapa, as informações temáticas de vulnerabilidade. Seguindo esta proposta metodológica cada um destes temas recebe uma pontuação de fragilidade variando entre 1 e 3. O mapa de vulnerabilidade mostra que as partes mais vulneráveis aos impactos são as áreas de manguezal, as terras úmidas e os depósitos ou terraços flúvio-lagunares e terraços marinhos.

Palavra chave: Impacto ambiental, zoneamento ambiental, mangue, fragilidade ambiental.

#### ABSTRACT

**Ambient vulnerability map of Rio Sergipe estuary and your mangrove, Sergipe - Brasil.** Estuary is one of the ecosystems most threatened by human activity. Today approximately 60% of the world population lives in estuarine regions. Mangroves suffer human pressures that comes in the form of holdings of forest products and the intense expansion of human populations in coastal areas are destroying the mangroves worldwide. The identification of natural environments and their potential and emerging weaknesses provide a better definition of policies and actions to be

implemented in the physical-territorial space, providing the basis for zoning and providing subsidies to its management. The criterion used was developed by INPE which is the development of Territorial Units Basic (UTB's). Then, associate with this map the thematic information vulnerability. Following this methodological approach each of these issues receive a fragility score ranging from 1 to 3. The vulnerability map shows that the most vulnerable parts of the impacts are the areas of mangroves, wetlands and deposits or tidal lagoons terraces and marine terraces.

Keywords: ambient impact, ambient zonation, mangle, ecosystem fragility

## INTRODUÇÃO

Os estuários são um dos ecossistemas mais ameaçados pelas ações antrópicas. Por ser uma região muito fértil, os seres humanos se estabeleceram e construíram suas cidades ao longo deles. Estas cidades cresceram tanto que hoje grande parte desses ecossistemas estão sucumbidos. Hoje aproximadamente 60% da população mundial residem em regiões estuarinas. O alto grau de urbanização e industrialização traz diversos efeitos negativos (Slaughter et al, 2016). Dentre os principais impactos podemos destacar: descargas de efluentes domésticos; despejos industriais; contaminação por metais, pesticidas e outras substâncias tóxicas; perda de habitats; assoreamento de canais e perda da diversidade. (Kaiser, 2005).

Devido ao stress causado pelas variações de salinidade ocasionadas pelas marés, existem poucas espécies de vegetais adaptadas a viver em tais condições. Neste ambiente, há uma clara zonação devido ao forte gradiente de salinidade. Espécies dulcícolas diminuem com o aumento da salinidade e as espécies marinhas se tornam mais escasso com a diminuição da salinidade. Somente espécies ditas estuarinas, ou de mangues é que suportam essas variações de salinidade. A vegetação de mangue serve

para fixar as terras, impedindo assim a erosão e ao mesmo tempo estabilizando a costa. Porém, mais de um terço dos manguezais do mundo desapareceram entre 1980 e 2000, devido principalmente ao aumento da aquicultura industrial, crescimento demográfico e desenvolvimento costeiro. Só na China, nos últimos 50 anos ocorreu uma perda de 70 por cento das florestas de mangue. Isso faz com que haja perdas em serviços ecossistêmicos e de biodiversidade (Clough, B. 2013).

Os manguezais sofrem pressões de todos os lados. Pela terra, destruição humana vem na forma de explorações e, pelo mar, a subida dos níveis de água e da temperatura interrompendo os processos entre marés e alterando esses intervalos. A exploração dos produtos florestas e a intensa expansão das populações humanas nas zonas costeiras vêm destruindo os manguezais no mundo todo. Cerca de 35% das florestas de mangue foram destruídas na última década por assentamentos humanos, exploração excessiva, conversão em sal ou lagoas de aquicultura e outras agressões. (Manson et al., 2005; McLeod e Salm, 2006). A carcinicultura é responsável pela metade das clareiras no mangue, principalmente na América do Sul e Central e no sudeste da Ásia (McLeod e Salm, 2006; Valiela et al, 2001). Entre 1980 e 2000, cerca de 50% dos manguezais do Equador foram convertidos em fazendas de camarão (Lacerda et al., 2002).

Mangues são convertidos em lagoas para aquicultura, diques para a produção de sal e, em menor medida para atividades agrícolas e pecuárias, o que contribuem para o desmatamento nesses ecossistemas. Outro problema é o desenvolvimento de portos e instalações industriais que continuam a ser financiados pelos governos em prol ao progresso de seus países, gerando um crescente impacto sobre as florestas (Lacerda et al., 2002).

Essas agressões têm como reflexos o desequilíbrio do ecossistema, colocando em risco toda vida marinha e terrestre. Ainda, altera a dinâmica dos processos costeiros

com perda de áreas habitadas, que conseqüentemente agravam os conflitos ambientais. Dos manguezais remanescentes, apenas cerca de 6,9% estão oficialmente protegidos (Blackman e Hodgdon, 2016).

O Brasil é o terceiro país em extensão de mangue no planeta com 7% dos manguezais do mundo. A Região Norte e Nordeste possuem as maiores áreas de mangues (IBGE, 2010). Porém vem perdendo pelo menos 50.000 ha, cerca de 4%, ao ano (FAO, 2011). Estudos mostram que a cobertura dos manguezais no Brasil variou de 1,38 milhões (Kjerfve e Lacerda, 1993) para 962.683 ha (Giri et al., 2011; Ferreira e Lacerda, 2016).

Cerca de 40% da população brasileira vivem em áreas costeiras causando enorme pressão nos manguezais. Áreas de mangue são desmatadas para dar lugar a aquicultura, centros urbanos, diques para produção de sal, tudo em nome do desenvolvimento econômico (Godoy e Lacerda, 2015; MMA, 2006). Mais recentemente, enormes investimentos de bilhões de dólares estão disponíveis para a modernização e ampliação de portos na costa brasileira, impactando zonas costeiras com a presença dos manguezais (GFRFB, 2014; IBGE, 2010). O sudeste do país foi o que mais contribuiu para o desmatamento ao longo dos últimos 25 anos, restando apenas 5,2% da cobertura total de floresta de mangue. Esse desmatamento é maior que em outros países (FAO, 2014). A carcinicultura é o principal fator responsável pela destruição dos manguezais nordestinos do Brasil (Ferreira et al., 2015; Maia et al., 2006). Estima-se 1,11 milhões de hectares de florestas foram perdidas na última década (Magris e Barreto, 2010).

Apesar da legislação brasileira consolidar os manguezais como uma "Áreas de Preservação Permanente (APPs), como prevê o código florestal e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, o desmatamento continua e vem aumentando. A corrupção e a

burocracia governamental dificultam a conservação eficiente do mangue (Primavera et al., 2014). Na costa brasileira diversas áreas de estuários estão criticamente degradadas e suas florestas de mangue sofrem danos graves na sua dinâmica (Magris e Barreto, 2010).

Na região nordeste os tanques de aquicultura, as pastagens e o avanço da ocupação humana estão transformando a paisagem. Além disso a indústria de sal vem se expandindo novamente em toda esta região e há várias áreas que estão sendo transformadas em lagoas de sal (Nunes et al., 2011).

Manguezais precisam ser protegidos. Eles são ecossistemas altamente produtivos para produção pesqueira, além disso possuem uma flora exclusiva, uma beleza estética com alto potencial turístico e serve como estabilizadores das formações litorâneas (Lacerda, 2002).

Hoje o sensoriamento remoto oferece vantagens para o estudo da ecologia da conservação e por isso vem sendo amplamente utilizado para mapear e monitorar ambientes. No caso do estudo na bacia do Rio Sergipe, aonde encontra-se o mangue estudado, podemos incluir dados específicos sobre uma grande área, permitindo explorar de forma remota estas características. Essa técnica possibilita quantificar e analisar as mudanças espaço-temporais visualizando as imagens orbitais que possibilitam detectar mudanças em âmbitos local, regional e global. Sua caracterização e espacializações avaliadas constituem uma eficiente forma de análise dessas mudanças (Oliveira e Mattos, 2012).

Para o estudo de planejamento ambiental ter essas informações georreferenciadas é essencial, uma vez que o geoprocessamento é uma ferramenta voltadas para a organização espacial (Tagliani,2003). A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor



definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios a sua gestão. Nessa perspectiva, as tecnologias dos Sistemas de Informação Geográfica vêm se impondo como uma importante ferramenta para visualização e análise de dados espaciais, podendo fornecer subsídios para planejar ações na gestão que organizem o espaço de forma eficiente. Como ferramenta para plano de zoneamento ecológico econômico tem se falado muito em *vulnerabilidade ambiental*, um recurso que ajuda a ter uma visão mais apurada dos impactos que podem ocorrer no ambiente. Ela avalia o maior ou menor grau de susceptibilidade do ambiente aos impactos causado pelo homem (Crepani et al. 2001).

Estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao Planejamento Ambiental. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no território, servindo de base para os subsídios no zoneamento e à gestão territorial (Tagliani, 2002; Carvalho, 2003;).

O objetivo do presente trabalho é gerar e analisar a vulnerabilidade ambiental na região estuarina do Rio Sergipe por meio de mapeamentos temáticos, para fins de planejamento e gerenciamento ambiental.

#### Conceito de vulnerabilidade

O termo vulnerável, segundo Séguier (1935), é o ponto mais fraco ou o mais suscetível as ações causadas principalmente pelo homem. A vulnerabilidade está sempre relacionada à maior fragilidade de um determinado ambiente. Para Andersen e Gosk (1987) vulnerabilidade ambiental é qualquer conjunto de fatores ambientais de mesma natureza que, na presença de atividades atuais ou futuras, poderão sofrer adversidades e comprometer, de forma completa ou parcial, o equilíbrio ecológico da região em análise

Segundo o *Coastal Services Center* da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 1999), o termo vulnerabilidade refere-se à “susceptibilidade de um meio ao impacto negativo com relação a um determinado risco”. Para essa organização, os estudos da frequência de desastre, risco e probabilidade têm sido componentes importantes para a análise da vulnerabilidade.

Para Lima et al. (2000), “a vulnerabilidade de um geossistema é avaliada analisando-se características dos meios físicos (solo, rocha, relevo, clima e recursos hídricos), biótico (tipo de vegetação) e antrópico (uso e ocupação do solo), que tornam o relevo mais ou menos instável ou sujeito a processos erosivos”.

Villa e McLeod (2002), por sua vez, relacionaram a vulnerabilidade a “processos intrínsecos que ocorrem em um sistema, decorrente do seu grau de conservação (característica biótica do meio) e resiliência ou capacidade de recuperação após um dano, e a processos extrínsecos, relacionados à exposição a pressões ambientais atuais e futuras”.

Metzger et al. (2006) pauta o conceito ao grau de susceptibilidade que um sistema tem aos efeitos negativos derivados das mudanças globais. Essa susceptibilidade é relacionada ao grau de exposição que a região sofre devido as mudanças ambientais.

Para Figueredo et al. (2010) vulnerabilidade ambiental é a susceptibilidade de um sistema à degradação ambiental, considerando exposição do sistema às pressões ambientais, a sensibilidade do sistema às pressões exercidas e a capacidade de resposta do meio, avaliada pela adoção de ações de conservação ou preservação ambiental.

Tendo em vista as ações antrópicas e características ambientais com maior ou menor grau de resiliência, este trabalho se propõe a analisar e mapear os graus de vulnerabilidade da região estuarina do Rio Sergipe, no Estado de Sergipe, Brasil.

Partimos da hipótese de que o rápido desenvolvimento das atividades humanas tem provocado e alterado o grau de vulnerabilidade do ecossistema estuarino do Rio Sergipe, SE..

## MATERIAL E MÉTODOS

### **Caracterização da área de estudo:**

A bacia hidrográfica do Rio Sergipe drena aproximadamente, 16,7% do Estado, correspondendo a 3.673 km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte com as bacias do São Francisco e Japarutuba e, ao sul, com a bacia do Vaza Barris. O Rio Sergipe percorre aproximadamente 210 km, desde suas nascentes, em Nossa Senhora da Glória, mais precisamente na Serra Negra, divisa entre os Estados de Sergipe e Bahia, até desaguar no oceano Atlântico, em Aracaju. Seus principais afluentes pela margem esquerda são os rios Pomonga, Parnamirim, Ganhamoroba e Cágado; pela margem direita, os rios Poxim, Sal, Cotinguiba, Jacarecica, Morcego, Jacoca, Campanha, Lajes e Melancia. (Alves, 2009)

O clima dominante na região de acordo com o método de classificação climática de Thornthwaite e Mather é Megatérmico Subúmido Úmido (C2 A' a') em que o período mais chuvoso, com excedentes hídricos, concentram-se no final do outono e no inverno e com moderada deficiência hídrica no verão, associada a maior evapotranspiração. Dos 1410,34mm precipitados como média anual, 64,63% ocorrem no período de abril a julho (Semarh, 2012).

No que se refere ao uso do solo, há o predomínio das pastagens, que ocupam aproximadamente 46% da área da bacia. A pecuária é uma atividade responsável pelos grandes desmatamentos indiscriminados na região, sua prática de natureza extensiva e predatória, que representam 22,6% uma atividade econômica na bacia. Somente 18,5%

das terras da bacia estão destinadas aos cultivos, principalmente da cana-de-açúcar e mandioca (IBGE, 2010).

Um dos maiores problemas do estuário do Rio Sergipe é o esgoto sanitário. Essa é, também, uma questão nacional. De acordo com o censo de 2010, apenas 20,2 % dos municípios brasileiros e 13,3 % dos municípios da Região Nordeste têm sistema de coleta e tratamento de esgoto. No baixo Rio Sergipe somente 56,4 % dos domicílios da cidade de Aracaju estão ligados à rede de esgoto, seguida por Nossa Senhora do Socorro (46,3 %), Laranjeiras (14,1 %) e Barra dos Coqueiros, onde apenas 7,5 % dos domicílios têm esse tipo de atendimento (IBGE, 2010).

#### *Construção dos mapas de vulnerabilidade:*

O critério utilizado, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), consiste primeiramente na elaboração de um mapa de Unidades Homogêneas de Paisagem ou Unidades Territoriais Básicas (UTB's) e de mapas temáticos obtidos através da análise e interpretação de imagem TMLANDSAT. Em seguida, associar a este mapa as informações temáticas de vulnerabilidade.

Esta vulnerabilidade, discutida por Crepani et al. (2001), está relacionada à erodibilidade do solo diante de processos naturais e antrópicos. Ela é definida pela análise integrada do conjunto rocha, solo, relevo, uso do solo e clima. Seguindo esta proposta metodológica cada um destes temas recebe uma pontuação de fragilidade variando entre 1 e 3.

Desta forma, as unidades mais estáveis apresentarão valores que variam entre 1,0 e 1,9 (escala "1"), as intermediárias entre 2,0 e 2,9 (escala "2") e as unidades de paisagem mais vulneráveis entre 3,0 e 3,9 (escala "3"). Como resultado final, obtém-se a vulnerabilidade de cada unidade ambiental em função das informações provenientes

de cada tema avaliado. geologia, geomorfologia, vegetação, clima, solos e uso do solo. Cada unidade territorial recebe um valor final resultante da média aritmética dos valores individuais segundo uma equação empírica, que busca representar a posição desta unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural (Tabela 3.1)

Os mapas temáticos tiveram como suporte dos dados geográficos oferecidos pela SEMARH (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SE).

$$\text{VULNERABILIDADE} = (G + R + S + D + C) / 5$$

Onde:

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

D = vulnerabilidade para o tema Clima

C = vulnerabilidade para o tema uso do solo

Dentro desta escala de vulnerabilidade as unidades territoriais básicas são classificadas conforme a tabela 3.2:

Utilizando um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), essa reclassificação transformou os dados temáticos de vetor para “raster”, no qual cada pixel possuirá um dos valores da classificação como descrito acima. As UTB’s são:

### *Clima*

O intemperismo é controlado diretamente pelo o clima, através da precipitação pluviométrica e da temperatura de uma região, e também indiretamente através dos tipos de vegetação que poderão cobrir a paisagem. O valor da intensidade pluviométrica para uma determinada área pode ser obtido dividindo-se o valor da pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses).

Assim, a unidade de paisagem natural localizada na região que apresente menor índice pluviométrico anual e maior duração para o período chuvoso receberá valores próximos à estabilidade (1,0), o valor intermediário associa-se ao valor de vulnerabilidade ao redor de 2,0, e a área de paisagem natural localizada em região de maior índice de pluviosidade anual e menor duração do período chuvoso atribuem valor próximo da vulnerabilidade (3,0). Para estabelecer-se a relação entre a pluviosidade média anual e a duração do período chuvoso (Fig. 3.1), a intensidade pluviométrica da região foi retirada do atlas digital da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Estado de Sergipe. Semarh/SRH. 2012

### *Geologia*

Para a classificação de vulnerabilidade relativa a geologia foi considerada a idade geológica da rocha. Assim, quanto mais antiga ela for menor valor será atribuído à vulnerabilidade, variando nas escalas de “1” a “3”, conforme apresentado na tabela 1 (Tab. 3.4)

Essa categoria contribui para análise morfodinâmica que compreende as informações sobre a história da rocha, evolução, e as informações relativas ao grau de coesão dos minérios que as constituem. Toda rocha é um agregado de minerais e sua resistência vai depender da natureza das ligações entre os átomos dos diferentes elementos químicos que os constituem e a natureza das forças que juntaram as partículas. O grau de coesão das rochas é a informação básica para entender ecodinâmica da região (Fig. 3. 1)

Portanto foi considerado na análise o grau de vulnerabilidade de acordo com a coesão dos minerais em cada unidade mapeada. Desta maneira, aos sedimentos inconsolidados foram atribuídos valores na escala “3”, de maior significação quanto à

vulnerabilidade intrínseca e representados pelos depósitos flúvio-marinhos, flúvio lagunares, marinhos e fluviais, depósitos argilo-orgânicos de mangue, datados do Quaternário (Holoceno). Para os depósitos datados do Pleistoceno, foram atribuídos valores na escala “2”. As litologias mais antigas, como os metassedimentos dos Grupos Itabaiana e Simões Dias, datadas do Proterozóico Superior e as litologias do Arqueano/Proterozóico Inferior e Formação Barreiras receberam valores na escala “1”, conforme a tabela 3.2. A figura 3.1 representa a espacialização final dos valores de vulnerabilidade geológica.

### *Geomorfologia*

Para Lira et al. (1979), a geomorfologia do estuário é classificada como do tipo planície costeira, em virtude dos seguintes aspectos: presença de um canal central com seções transversais, evidenciando calha ligeiramente triangular; profundidade máxima menor que 15m e razão entre a largura e profundidade menor que 1m. Na área de abrangência predomina a planície costeira com a presença de pequenos morros no entorno os quais possuem pouca declividade (Fig. 3.1). Para criação do índice foram avaliados os seguintes *índices morfométricos do terreno*: dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade.

Quanto maior for a amplitude altimétrica, maior é sua vulnerabilidade, por outro lado, aos menores valores de amplitude altimétrica estão associados os menores valores da escala de vulnerabilidade que explicam situações de maior estabilidade das unidades de paisagem natural. A declividade refere-se à inclinação do relevo em relação ao horizonte. Ela tem uma relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética e, portanto, com a velocidade das massas de água em movimento. Portanto quanto maior a declividade mais rapidamente a energia potencial

das águas pluviais transforma-se em energia cinética aumentando o poder de erosão que esculpe as formas de relevo e, portanto, prevalece a morfogênese (tabela 3.4).

#### *Solos*

O grau de vulnerabilidade do solo da área à erosão foi determinado considerando a sua mineralogia, textura e estrutura dos mantos de alteração (tabela 3.5). De acordo com Crepani et al. (2001), são considerados solos mais estáveis aqueles com valores “1”. Os indicados como intermediários são aqueles com valores “2”, uma vez que são mais vulneráveis e menos intemperizados. Os solos mais instáveis e com alta susceptibilidade a erosão são os que têm valores “3”, que são caracterizados como solos jovens e pouco desenvolvidos (Fig. 3. 1)

#### *Uso e cobertura da terra*

Este critério é composto por ações humanas que transformam as condições naturais, sem o prévio conhecimento do equilíbrio dinâmico existente entre os diversos elementos que compõem uma determinada área, podendo ocasionar danos em sua maioria irreversíveis. A importância deste critério está associada ao poder modificador que possui o homem, sendo este um agente em potencial. O uso e ocupação do solo retratam as atividades humanas que podem significar pressão e impactos sobre os elementos naturais (Tab. 3.6). É uma ponte essencial para a análise de fontes de poluição e um elo importante de ligação entre as informações dos meios biofísicos e socioeconômicos. Para a composição do mapa relativo ao uso e cobertura da terra foram estabelecidas treze classes: agricultura, apicum, aquícultura, cana-de-açúcar, coqueiral, manguezal, solo exposto, vegetação arbustiva arbórea, vegetação arbustiva, vegetação de restinga e área urbana. A definição da classe de vulnerabilidade foi baseada na



interferência antrópica na área analisada, ou seja, o grau de impacto de determinado uso ao ambiente (Fig. 3.1).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vulnerabilidade da região estuarina do baixo Rio Sergipe foi estimada pela combinação dos aspectos geológicos, geomorfológico, pedologia, uso do solo e clima. Por se tratar de uma área de planície costeira, em sua maioria, as características ambientais evidenciam a grande fragilidade natural dessa área, acentuada pela intensa ação dos processos geomorfológicos costeiros.

A planície litorânea analisada compreende a faixa de praia, campo de dunas, planície fluviomarina, terraço fluvial, terraço fluviomarinho e terraço marinho que são componentes em constante transformação. A declividade mostrou ser baixa variando de 2m a 5m em relação ao nível do mar. Identificou-se o processo hidrodinâmico em que se destacam os estuários de rios, locais de expressivos depósitos sedimentares. As rochas ali presentes são sedimentares que derivaram do intemperismo de rochas preexistentes. Elas se depositam em áreas de acumulação pela ação da água ou, do vento (Crepani et al. 2001). Portanto quanto mais porosa a rocha, ou mais fraturada, mais a água pode atacar seus grãos destruindo-os rapidamente. Além disso, são retirados os íons através do intemperismo, expondo as superfícies dos cristais a intemperização. Portanto as rochas sedimentares possuem um índice de vulnerabilidade maior que as outras rochas. No estuário do Rio Sergipe os solos com maior quantidade são os solos hidromórficos, podzol e podzólico vermelho amarelo (argissolo) totalizando mais de 80% na região. Esses solos possuem características de baixa resistência ao intemperismo.

As pastagens e a agricultura são os principais elementos que domina a paisagem com mais de 60% do total. Isso afeta diretamente o intemperismo no solo uma vez que a vegetação tem um papel primordial na retenção de íons, o que aumenta o assoreamento do rio, prejudicando o fluxo hídrico. O mapa (Fig. 3.3) mostra as cidades ocupando boa parte da região tendo como consequência a poluição em todos os níveis. Os esgotos domésticos e industrial são lançados alterando a composição química da água. Os aterros das cidades são feitos em cima de solo porosos poluindo o lençol freático.

O mapa de vulnerabilidade mostra que as partes mais vulneráveis aos impactos são as áreas de manguezal, as terras úmidas e os depósitos ou terraços flúvio-lagunares, terraços marinhos, formados por depósitos de areias litorâneas regressivas quaternárias ocupando áreas rebaixadas. Nessas áreas há o predomínio de solos aluviais, hidromórficos, halomórficos e o podzol sujeitos às inundações, seja, pelas águas pluviais, seja pelo transbordamento do Rio Sergipe e seus afluentes por efeito das marés. É onde encontram-se aquicultura, zona urbana e floresta de mangue com alto risco de contaminação por produtos tóxicos, esgoto, entre outros.

A classe média vulnerabilidade ocorre predominantemente na planície costeira e secundariamente nos tabuleiros costeiros. Esta planície inclui em sua extensão os solos podzólicos vermelho amarelo, constituídos por minerais não-hidromórficos, com horizonte A ou E (horizonte de perda de argila, ferro ou matéria orgânica, de coloração clara) seguido de horizonte B textural. O solo apresenta nítida diferença entre os horizontes. O horizonte B apresenta cor avermelhada até amarelada e teores de óxidos de ferro inferiores a 15%. O solo pode ser eutróficos, distróficos ou álicos e sobre ele se encontram as zonas urbanas, áreas de cultivos, vegetação de restinga e fragmentos de floresta ombrófila.

Esta classe apresenta restrição ao uso, pois, a descaracterização deste ambiente, através de terraplenagem para implantação de atividades agropastoril ou mesmo residencial, acarreta uma possível destruição das praias e o aterramento nas depressões. Nesta classe, ainda estão incluídas partes dos terraços fluviais e os bancos arenosos presentes no leito do rio Jequitinhonha cobertos por pastagens.

Nos tabuleiros, a classe de média vulnerabilidade compreende as declividades entre 10 % e 20 %, incluindo os solos expostos, as pastagens, as culturas de cultivos de subsistência,

A classe de baixa vulnerabilidade ambiental inclui predominantemente as áreas mais altas, constituídas principalmente por solos brunizem avermelhado e de partes de podzólico vermelho amarelo. Encontra-se sobre rochas do complexo de Barreiras, Angico e Maruim. Nesta classe estão localizados fragmentos da cobertura original de floresta densa.

Outros estudos mostram como a região de estuário é um local de alta vulnerabilidade (Melo et al, 2010; Nascimento e Dominguez, 2009). Deste modo, a integração dos elementos físicos e antrópicos permitiram uma ampla classificação das áreas do estuário do Rio Sergipe segundo seu maior ou menor grau de vulnerabilidade. A identificação das cinco classes de vulnerabilidade apresentadas neste estudo, permite estabelecer critérios de suporte para os novos empreendimentos, principalmente, naquelas áreas que apresentaram vulnerabilidade ambiental muito alta. Para estas áreas se devem estabelecer limitações de uso e ocupação, devendo ser consideradas às questões como a da remoção da cobertura natural. Assim, as áreas menos vulneráveis apresentam maior potencialidades de uso, face a maior sustentabilidade oferecida pelos fatores físicos da geologia, rochas mais coesas e solos mais estáveis, como no caso dos tabuleiros.

A ação antrópica frente a faixa litorânea faz com que a vulnerabilidade seja alta. O manguezal é um dos pontos mais críticos quanto à degradação e descaracterização da paisagem e da dinâmica neste estuário. Devido às invasões nestas áreas, com desmatamento para retirada de madeira para construção de casa, construção de tanque para aquicultura essa retirada da cobertura vegetal vem assoreando o Rio Sergipe causando desequilíbrio e a estabilidade ambiental.

A implantação de empreendimentos de aquicultura, causando o desmatamento do manguezal, além da cultura extensiva na periferia gera impactos regionais lançando no rio efluentes que alteram a sua qualidade. A ocupação desordenada nas áreas de mangues, vem destruindo estas florestas e poluindo suas águas. O assoreamento é consequência dessas ações alterando o fluxo hídrico.

Em relação ao aspecto socioeconômico da área, é possível destacar as seguintes atividades: Pescadores que vivem na região vão ao rio buscar seu alimento e sustento, atrás dos recursos que o rio oferece. A agricultura local de subsistência e comercial, vem gerando grandes áreas de solos expostos agravando a perda do solo. Além disso, o extrativismo vegetal principalmente do mangue branco e a aquicultura vem modificando a paisagem do estuário que a cada dia se encontra mais degradado.

Trabalhos como o de Melo (2010) mostram como os estuários são altamente suscetíveis às degradações ambientais. E como o mangue tem importante função na manutenção do estuário, nas áreas com mangue degradado o rio é mais assoreado. O trabalho de Araújo e Freire (2007) mostrou resultados semelhantes, evidenciando que uma paisagem com alta vulnerabilidade, devido principalmente ao crescimento da urbanização teve como consequência a destruição do estuário. Outros trabalhos constatam que regiões de estuários são lugares de alta vulnerabilidade devido a má gestão de seus governantes (Santos 2014). O estuário é um bem comum e pertencente a

todos, os seus recursos naturais devem ser preservados e usados de forma sustentável, devendo-se buscar um desenvolvimento econômico de forma sustentável (Melo op. cit.). É dever do Poder Público executar políticas voltada ao manejo e de criar normas que estabeleçam regras de ocupação além de conscientização da população como instrumentos para a conservação dos ecossistemas.

## CONCLUSÕES

O ecossistema manguezal é ambiente de muita fragilidade e vulnerabilidade ambiental devido a suas particularidades como as condições climáticas locais e de solos hidromórficos, constituindo as planícies fluviomarinhas, quanto pelos impactos ambientais causados pelas ações antrópicas. O estuário do Rio Sergipe está com médio a alto índices de vulnerabilidade ambiental, principalmente onde ocorrem as florestas de mangue. Isto está relacionado às características locais como geologia e geomorfologia, formadas por rochas sedimentares e solos hidromórficos que são altamente instáveis e ainda devido os impactos gerados pela cidade em crescimento. Além disso, temos a expansão da agropecuária nas áreas de manguezal, expondo o solo e aumentando sua erodibilidade.

As restingas, onde se incluem os manguezais, são consideradas de preservação permanente, porém encontram-se, em geral, muito degradados principalmente em sua parte estuarina, atingindo boa parte do mangue, onde também em diversos pontos percebemos o assoreamento de suas margens, devido dentre outros fatores, à ocupação desordenada.

Fica sugerida a criação de uma Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Sergipe, em áreas de alta vulnerabilidade, como forma de preservar os remanescentes de manguezal, e conscientizar a população quanto a necessidade de preservação dos

ecossistemas ali presentes, bem como uma forma também de mitigar os impactos causados pelo desmatamento, pela expansão urbana, pela pesca predatória, pela agropecuária e também pela aquicultura.

Este estudo vem a contribuir para informações que auxiliarão na tomada de decisão tanto por parte dos órgãos governamentais bem como da sociedade civil, buscando alternativas para o uso sustentável do solo e complementando ações que visam o desenvolvimento com responsabilidade ambiental dentro dessa região como a atividade turística.

## BIBLIOGRAFIA

Blackman, A and Hodgdon ,B 2016. **Climate Benefits, Tenure Costs**. World Resources Institute.

Carrie Madren <https://www.americanforests.org/magazine/article/mangroves-in-the-mist/>**III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação** Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

Clough, B. 2013. Continuing the Journey Amongst Mangroves. ISME Mangrove **Educational Book Series No. 1. International Society for Mangrove Ecosystems** (ISME), Okinawa, Japan, and International Tropical Timber Organization (ITTO), Yokohama, Japan.

Crepani, E; Medeiros, J S; Filho, P H; Florenzano, T G; Duarte, V; Barbosa C C F, 2001 **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. INPE, São José dos Campos.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. “State of the World’s.” **Forestry Paper**, Rome.

FAO. 2012. **State of the World’s Forests 2012**. Rome, Italy: FAO.

Ferreira, A. C. & Lacerda L.D. 2016. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. **Ocean & Coastal Management** 125:38-46

Godoy, M.D.P., Lacerda, L.D., 2015. Mangroves response to climate change: a review of recent findings on mangrove extension and distribution. **An. Acad. Bras. Cienc.** 87:651-667

IBGE e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?idnoticia!41766&view!4noticia>. (accessed 25.04.16).

Kaiser, M.J. et al. 2005. **Marine Ecology: processes, systems and impacts**. Oxford University Press, 557p.

Kjerfve, B., Lacerda, L.D., 1993. Mangroves of Brazil. In: Lacerda, L.D. (Ed.), **Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forests in Latin America and Africa Regions**, Part I: Latin America. ITTO/ISME, Okinawa, pp. 245-272.

Lacerda, L.D., Kremer, H.H., Kjerfve, B., Salomons, W., Marshall-Crossland, J.I., Crossland, J.C., 2002. **South American Basins: LOICZ Global Change Assessment and Synthesis of River Catchment e Coastal Sea Interaction and Human Dimensions**. LOICZ Reports & Studies No. 21. LOICZ International Project Office, Texel.

Lacerda, L.D., Menezes, M.O.T., Molisani, M.M., 2007. Changes in mangrove extension at the Pacoti River estuary, CE, NE Brazil due to regional environmental changes between 1958 and 2004. **Biota Neotropica**. 7, 67e72

Lima, A. V. O. 2010. Degradação dos manguezais do município de Aracaju em decorrência da urbanização. **Anais do XIV ENG**. p 1-8. Porto Alegre, BR.

Ferreira, A.C., Ganade, G., Attayde, J.L., 2015. Restoration versus natural regeneration in a neotropical mangrove: effects on plant biomass and crab communities. **Ocean Coastal Management**. 110:38-45.

Magris, R.A., Barreto, R., 2010. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. **Pan Am. J. Aq. Sci.** 5, 546e556.

Maia, L.P., Lacerda, L.D., Monteiro, L.H.U., Souza, G.M., 2006. **Atlas dos Manguezais do Nordeste do Brasil**. SEMACE, Fortaleza.

Manson, F.J., Loneragan, N.R., Skilleter, G.A., Phinn, S.R., 2005. An evaluation of the evidence for linkages between mangroves and fisheries: a synthesis of the literature and identification of research directions. In: Gibson, R.N., Atkinson, R.J.A.,



Gordon, J.D.M. (Eds.), **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, pp. 485e515.

McLeod, E., Salm, R.V., 2006. Managing Mangroves for Resilience to Climate Change. **World Conservation Union (IUCN)**, Gland.

Melo, R.M.; Melo, I.D.F ; Albuquerque E.C. . 2012. **Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Estado de Sergipe**. Semarh/SRH.

MMA e Ministério do Meio Ambiente, 2010. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. MMA/SBF/GBA, Brasília.

MMA e Ministério do Meio Ambiente/United Nations Development Program (UNDP)/Global Environmental Found (GEF), 2006. **Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil** (PIMS 3280) e Projeto do Atlas nº 00055992. <http://www.mma.gov.br/informma/item/3033> (accessed in 29.02.16).

Montilijao, C.L., Poingan, R.P., Tayo, I.D., 2014. **Manual on Mangrove Reversion of Abandoned and Illegal Brackishwater Fishponds e Mangrove**. Manual Series No.2. ZSL, London.

Nascimento, D. M. C. e Dominguez J. M. L., 2009. Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia, **Revista Brasileira de Geociências** 39(3): 395-408.

Nunes, A.J.P., Madrid, R.M., Andrade, T.P., 2011. Carcinicultura Marinha no Brasil: Passado, Presente e Futuro. **Panor. Aqüic.** 21, 26e33.

Santos, G. C. 2014 Derivações antropogênicas e Evolução do manguezal nos bairros 13 de julho e Jardins em Aracaju – SE. **Revista Brasileira de Geografia Física** 7(2):278-290.








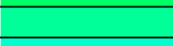
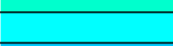
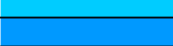

Slaughter, A. M.; Ignoffo, T R ; Kimmerer, W; 2016 Predation impact of *Acartiella sinensis*, an introduced predatory copepod in the San Francisco Estuary, USA **Marine Ecology Progress Series** 547:47-60..

Semarh/SRH. 2012. **Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Estado de Sergipe.

Tagliani, C. R. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. In:**Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 2003, INPE, p. 1657-1664.

Valiela, I., Bowen, J.L., York, J.K., 2001. Mangrove forests: one of the World's threatened major tropical environments. **BioScience** 51: 807 - 815

Tabela 3.1 - Escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA		GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO				
	VERM.	VERDE		AZUL	CORES			
U1	↑	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0		
U2		2,9		255	51	0		
U3		2,8		255	102	0		
U4	V	2,7	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	153	0		
U5	U	2,6		255	204	0		
U6	L	2,5		255	255	0		
U7	N	2,4	204	255	0			
U8	E	2,3	153	255	0			
U9	R	2,2	102	255	0			
U10	A	2,1	51	255	0			
U11	B	2,0	0	255	0			
U12	I	1,9	0	255	51			
U13	L	1,8	0	255	102			
U14	I	1,7	0	255	153			
U15	D	1,6	0	255	204			
U16	A	1,5	0	255	255			
U17	D	1,4	0	204	255			
U18	E	1,3	0	153	255			
U19	↓	1,2	ESTÁVEL	0	102	255		
U20		1,1		0	51	255		
U21		1,0		0	0	255		

fonte Crepani et al. (2001)

Tabela 3.2 - Variáveis e critérios adotados para as variáveis analisadas.

<b>Variáveis</b>	<b>Crítérios</b>
Geologia	Idade geológica e tipo
Solos	Maturidade pedogenética
Geomorfologia	Dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade.
Vegetação / uso da terra	Proteção da paisagem e biodiversidade da biota
Clima	Precipitação pluviométrica e da temperatura de uma região

---

fonte Crepani et al. (2001)

Tabela 3.3 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as unidades litológicas, presentes na bacia do baixo Rio Sergipe – SE, baseados em Crepani et al. (2001).

<b>Legenda</b>	<b>LITOTIPO</b>	<b>Grau de Fragilidade</b>
ENb = Barreiras	Arenito, Arenito conglomerático, Argilito Arenoso	2,4
K1ra = Angico	Calcário, Folhelho	2,2
K1tm = Taquari / Maruim	Calcarenito, Calcilutito, Calcirrudito, Folhelho	2,5
K2ca = Calumbi	Arenito, Argilito, Folhelho	2,5
K2cs = Cotinguiba, membro Sapucari	Calcilutito, Calcário	2,5
Q2a = Depósitos aluvionares	Sedimento Aluvionar, Sedimento Detrito- Laterítico	3
Q2l = Depósitos litorâneos	Areia, Argila	3
Qfl = Depósitos flúvio- lagunares	Areia, Pelito	3
Qpm = Depósitos de pântanos e mangues	Areia, Argila	3

Tabela 3.4 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as unidades geomorfológicas, presentes na bacia do baixo Rio Sergipe – SE, baseados em Crepani et al. (2001).

<b>Geomorfologia</b>	<b>Grau de Vulnerabilidade</b>
Planície fluviomarina .....	3
Relevos dissecados em colinas e interflúvios	
tabulares .....	2,5
Terraço fluvial .....	2,8
Terraço fluviomarinho .....	2,8
Terraço marinho .....	3

Tabela 3.5 - Valores de vulnerabilidade ambiental atribuídos às diferentes classes de solos, presentes na bacia do baixo Sergipe – SE, baseados em Crepani et al.(2001).

<b>Tipo de Solo</b>	<b>Grau de vulnerabilidade</b>
Solos Aluviais	3
Solos Aren quartzosos Profundos (Não Hidromórficos)	3
Brunizem Avermelhado	2
Solos Hidromórficos	3
Podzol	2
Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico	2
Podzólico Vermelho Amarelo	2
Solos Halomórficos (Indiscriminados De Mangues)	3
Vertisolo	1,5

Tabela 3.6 - Valores de vulnerabilidade ambiental para as unidades de uso da terra, no baixo Rio Sergipe – SE, baseados em Crepani et al.(2001).

<b>LEGENDA</b>	<b>Grau de Vulnerabilidade</b>
AQUICULTURA/SALINA	2,8
ÁREA DEGRADADA	3
ÁREA EMBREJADA	2,5
ÁREA INDUSTRIAL	3
ASSOREAMENTO	2,7
CORPOS D'ÁGUA	3
CULTIVOS AGRÍCOLAS/SOLOS EXPOSTOS	2,9
DUNAS E AREIAL	2,7
FLORESTA ESTACIONAL	1,3
FLORESTA OMBRÓFILA	1,2
MANGUEZAL	1,4
MATA CILIAR	1,2
PASTAGEM	2,8
POVOADO/DISTRITOS	2,5
SEDE MUNICIPAL	3
VEGETAÇÃO DE RESTINGA	2,3



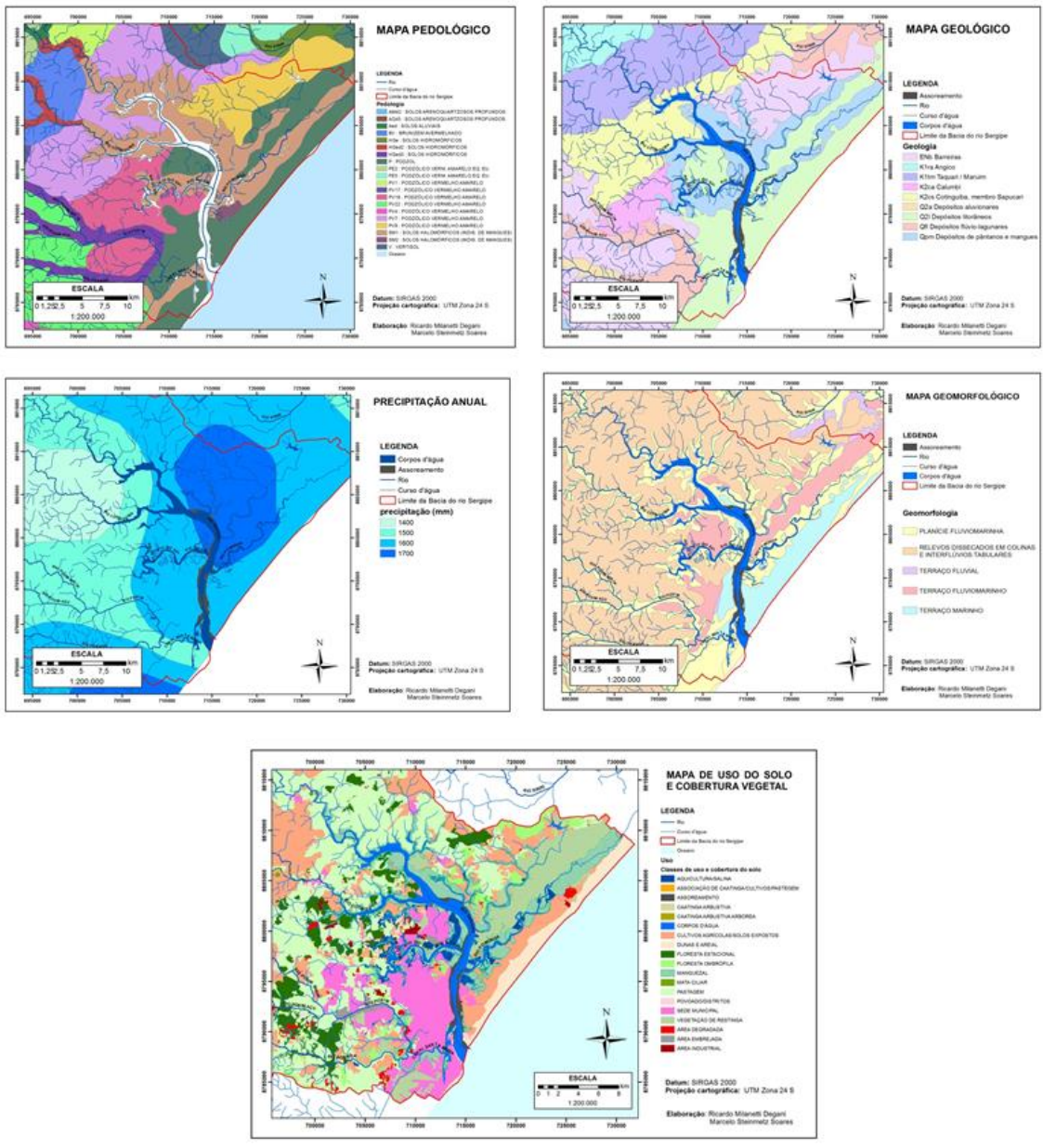


Figura 3.1 - Mapas em UTB's do estuário do rio Sergipe – SE. Onde a) pedológico de solo; b) geológico; c) pluviosidade; d) geomorfológico e e) uso do solo.

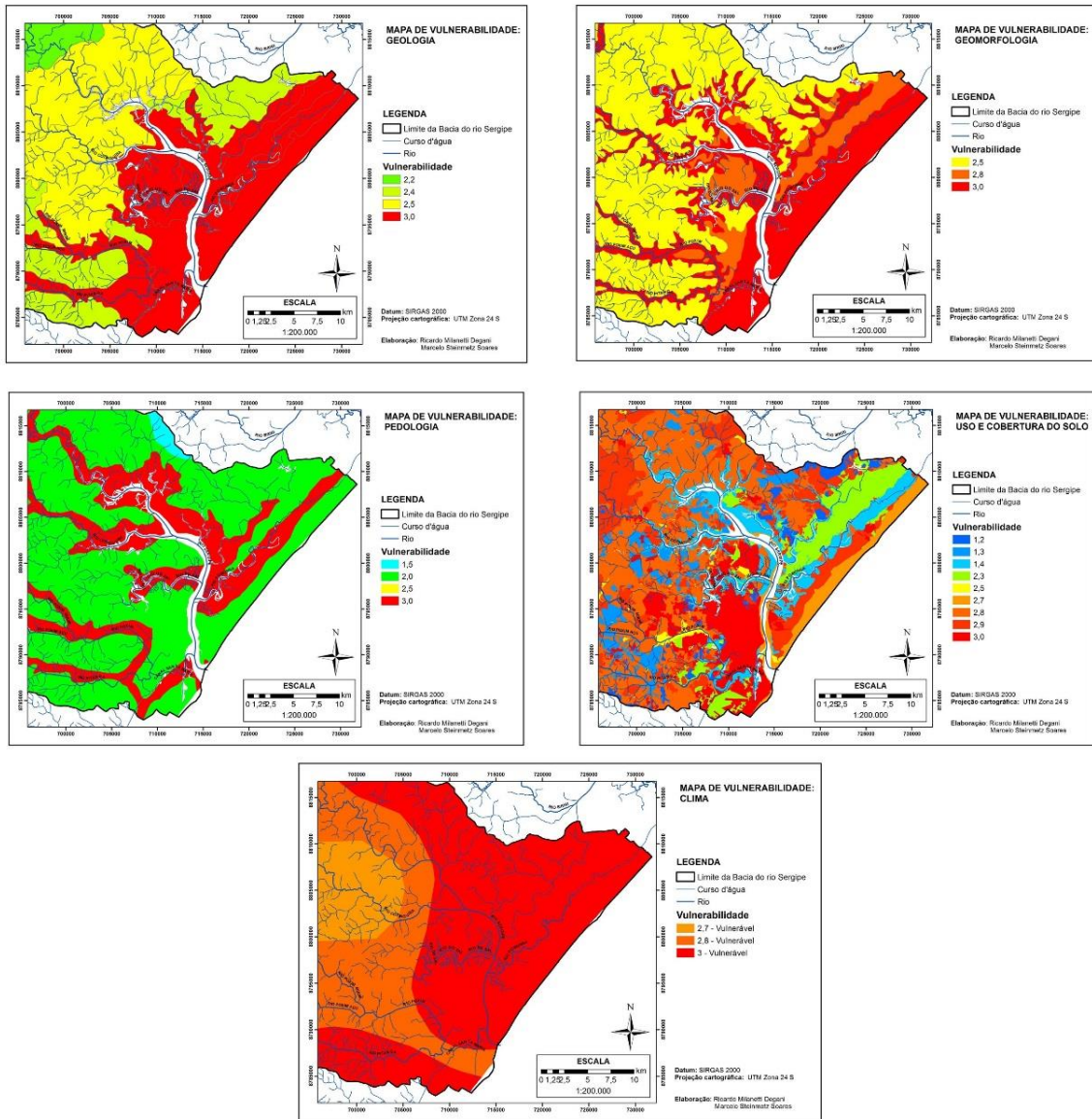


Figura 3.2 – Mapas de vulnerabilidade do estuário do Rio Sergipe – SE para cada UTB's gerado com os princípios de Crepani, 2001. Onde: a) vulnerabilidade geológica; b) vulnerabilidade geomorfológica; c) vulnerabilidade pedológica; d) vulnerabilidade uso do solo e e) vulnerabilidade do clima.

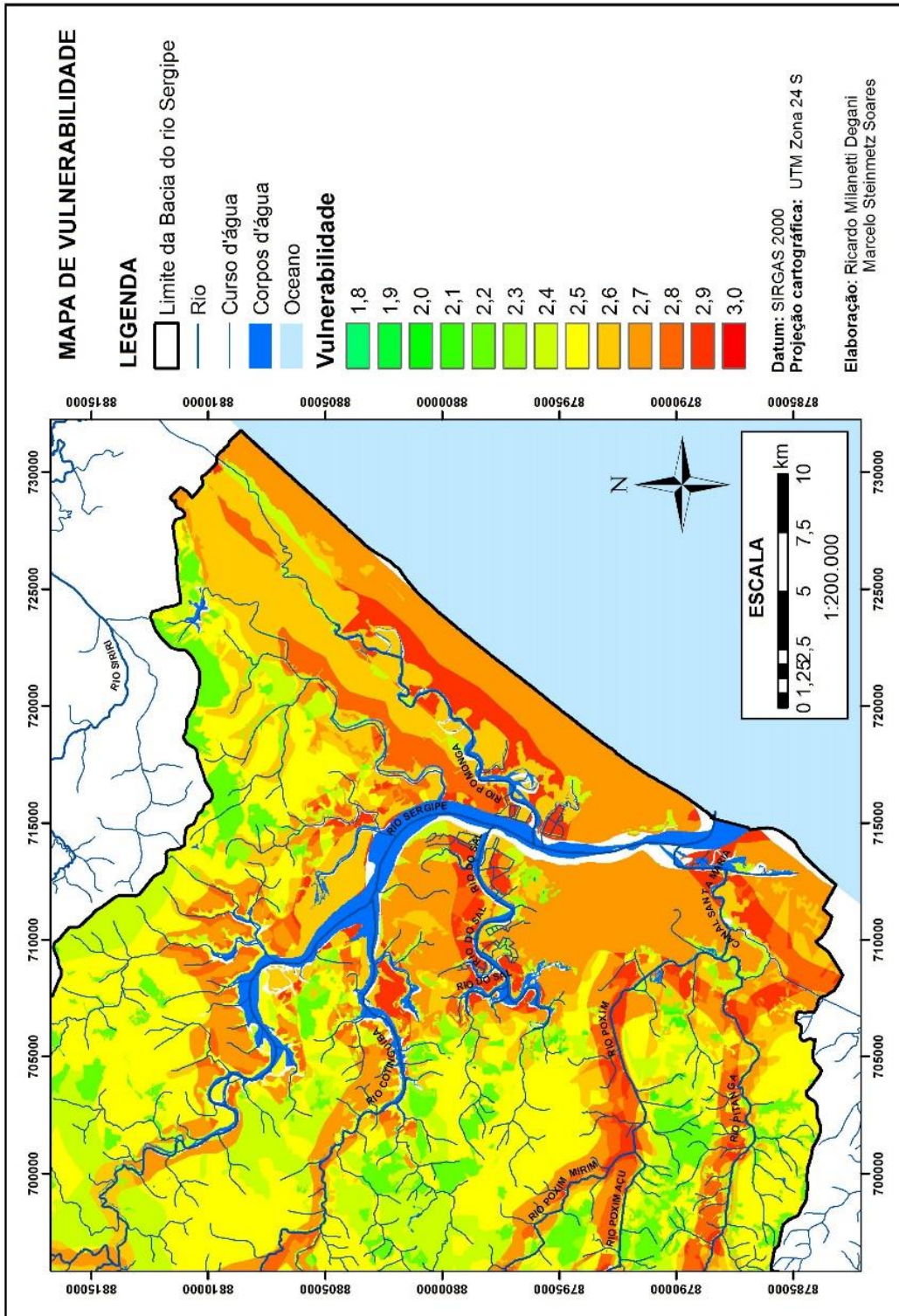


Figura 3.3 – Mapa de vulnerabilidade ambiental do estuário de rio Sergipe – SE.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A análise de parâmetros ambientais e biológicos realizados nos levam a considerar que, no geral, o manguezal do estuário do Rio Sergipe se encontra em bom estado de conservação. As alterações que foram observadas são pontuais e, por isso, de fácil localização permitindo que os órgãos responsáveis possam atuar no controle das atividades humanas degradadoras não permitir sua expansão ao mesmo tempo promover a recuperação de áreas degradadas. Muitas destas áreas estão ocupadas por habitações, a própria cidade de Aracaju tem, historicamente, sua maior extensão oriunda de aterramento de porções do manguezal. As sugestões deste autor são no sentido de, primeiramente e de forma urgente, fiscalizar a expansão da cidade e de outras atividades humanas, controlar a exploração dos recursos seja pesqueiro, de coleta de moluscos e caranguejos e, posteriormente e gradativamente, restaurar a vegetação nas áreas passíveis de serem recuperadas no manguezal do Rio Sergipe.

## APÊNDICE

Ao longo deste estudo e principalmente durante as expedições percorrendo de barco ou por terra os diversos pontos do Rio Sergipe e de seus afluentes, muitas observações e anotações foram feitas sem, contudo, terem sido sistematizadas, mas que serviram de orientação e experiência para o autor e que só seriam possíveis descrever e expor através de um "apêndice" a tese.

Numa visão preliminar ao visitante ou pesquisador iniciante, os manguezais apresentam-se como um ambiente uniforme e monótono. A medida que se penetra e percorre os manguezais, começa-se a perceber a riqueza e variabilidade de ambientes, de cores, de composição, de adaptações e de interações biológicas num ambiente até certo ponto hostil ao homem. A convivência com habitantes locais ou que dependem deste local para buscar recursos de sobrevivência nos mostram quão difícil é buscar "seu ganha pão" e o quanto estas pessoas se "adaptaram" a este tipo de vida.

Os manguezais do Rio Sergipe apresentam uma extensão considerável penetrando 25 km para o interior do continente e até 2 km de largura. Na região estuarina ele percorre principalmente áreas de planície com vários afluentes com diferentes extensão e largura e canais escoadouro do mangue, sendo o Rio Cotinguiba seu maior tributário. O Rio Sergipe na média e alta região não possui grande volume de água tornando difícil a navegação no seu leito mesmo por pequenos barcos de pescadores principalmente na época de baixa precipitação pluviométrica que ocorre nos meses de verão. Porém, na região estuarina, devido aos tributários e principalmente pelo represamento pelas águas do mar, ele se torna volumoso tanto em largura (mais de 1km na maior parte do baixo Rio Sergipe) como em profundidade (até 20m), constituindo uma bela paisagem (Fig 4.1).



Figura 4.1. Vista do Rio Sergipe na região estuarina. Foto do autor.

Várias cidades e se localizam ao longo das margens do Rio Sergipe e afluentes, a cidade de Aracaju se destaca pelo tamanho como pela influência sobre o rio (Fig. 1.2)



Figura 4.2. A = Vista do manguezal junto a cidade de Aracaju. B = Casa de pescador a beira do rio. Fotos do autor

Ao longo do rio ocorrem também a presença de médio e pequenos conjuntos habitacionais como casa de pescadores e vilas. Muitos de seus moradores dependem da pesca e coleta de animais do rio ou dos manguezais para sua sobrevivência. Além da interferência direta pela retirada do mangue e de corte de árvores para obtenção de madeira e lenha, eles depositam resíduos e esgotos tanto no interior do manguezal como nas águas dos rios.

Os manguezais apresentam ao longo do rio e afluentes diferentes fisionomias e predomínio na composição de uma ou outra espécie conforme o local. Embora a diferença de altitude do solo seja pequena, o solo é inundado periodicamente em consequência da maré alta ocasionando locais permanentemente encharcados e em outros, mais elevados, ficam secos temporariamente. Dois aspectos dificultam o trabalho do pesquisador: os locais continuamente encharcados e o entrelaçamento de raízes e caule principalmente de *Rhizophora mangle* tornando-se quase impossível andar, mesmo para os moradores catadores que não se arriscam a penetrá-los (Fig. 4.3 A, B e C).



Figura 4.3. A=Solo lamoso e instável de difícil deslocamento no interior do mangue, B= solo estável nos manguezais do Rio Sergipe e pneumatóforos que provavelmente retenham sedimentos e C= raízes de *Rhizophora mangle*.

Moluscos principalmente ostra (*Crassostreae* sp) e sururu (*Mytella* sp), caranguejos (*Ucides* spp) e diversas espécies de peixes são os principais animais buscados pela população que depende dos manguezais para sobrevivência ou complemento alimentar (Figs 4.4 A e B; 4.5 A e B; 4.6 A e B). Segundo informações de pescadores locais, a coleta e pesca tem se tornado cada dia mais difícil devido ao excesso de retirada destes animais.



Figura 4.4. A - Ostra aderida a raízes de *Rhizophora mangue* e B - caranguejo uçá e toca do mesmo. (Foto do autor).



Figura 4.5. A - Sururu e B - coleta e lavagem do sururu junto ao mangue no Rio Sergipe. Foto do autor.



Foto 4.6. A - Mulheres catadoras de moluscos e caranguejos e B - rede de pesca junto ao mangue do Rio Sergipe. (Foto do autor).



Entre os principais problemas da manutenção dos manguezais do Rio Sergipe são: o assoreamento devido ao mau uso de solos circundantes; o aterramento para habitações; a aquicultura principalmente para cultivo do camarão; os esgotos e o resíduos sólidos depositados nas margens dos rios e afluentes (Figs. 4.7; 4.8; 4.9; 4.10 e 4.11).



Figura. 4.7. A = Mangue seco devido mau uso do solo na vizinhança e B = erosão nas margens do Rio Sergipe. Observa-se que o solo acima da margem está desnudo devido ao excessivo pastoreio. Fotos do autor.



Figura 4.8. A = Presença de resíduos sólidos no interior do mangue e B = “pet” sendo transportado pela maré e vento ao longo do Rio Sergipe. Fotos do autor.



Figura 4.9. Aterro em região do mangue e depósito de entulhos nas margens de afluente do Rio Sergipe.



Figura 4.10. A= Vista aérea de tanques de cultivo de camarão nas margens de afluente do Rio Sergipe, percebe-se que a área era ocupada originalmente por manguezal. (Imagem do Google Earth obtida em 07/11/2013), B = Detalhe de um tanque de cultivo de camarão (Foto do autor).



Figura 4.11. A = Esgoto lançado a partir de casa de pescador, B = esgoto no interior do mangue provindo de bairro próximo (seta indicativa). Fotos do autor.

Ao longo do Rio Sergipe são diversas as agressões a este ecossistema e são diferentes os tipos de degradação de um local para outro. Sugere-se que para manutenção e controle da degradação dos manguezais do Rio Sergipe se faça um combate constante contra as irregularidades cometidas, principalmente observando as áreas de maior vulnerabilidade conforme o capítulo três deste trabalho, já que os manguezais são protegidos por lei.

A realização deste trabalho só foi possível graças ao pescador Sr. Cláudio (Ninja) que com seu conhecimento e experiência nos levou aos diferentes pontos do Rio Sergipe, afluentes e canais nos auxiliando na coleta de dados e nos ensinando sobre as características dos manguezais e seus problemas. Uma preocupação, na sua santa inocência era se, com esta tese, iria melhorar a coleta e pesca no rio e nos manguezais e sempre que podia, fazia suas coletas de ostra...

Fontes A. L. 1995. Aspectos morfológicos da planície estuarina do Rio Sergipe (SE) In: **IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. Recife, BR.