



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL**

KAMILA NARA SILVA DE SOUZA

**RESÍDUOS SÓLIDOS EM MANGUEZAIS NO CEARÁ: O USO DA ESTRUTURA
VEGETAL DOS BOSQUES PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL**

FORTALEZA

2016

KAMILA NARA SILVA DE SOUZA

**RESÍDUOS SÓLIDOS EM MANGUEZAIS NO CEARÁ: O USO DA ESTRUTURA
VEGETAL DOS BOSQUES PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (Campus Fortaleza) como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Rafaela Camargo Maia.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S729r Souza, Kamila Nara Silva de.
Resíduos sólidos em manguezais no Ceará : o uso da estrutura vegetal dos bosques para o monitoramento ambiental / Kamila Nara Silva de Souza. - 2016.
85 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Tecnologia em Gestão Ambiental, Campus Fortaleza, 2016.
Orientação: Profa. Dra. Rafaela Camargo Maia.
1. Manguezal. 2. Resíduo sólido. 3. Bioindicadores. I. Título.

CDD 628

KAMILA NARA SILVA DE SOUZA

**RESÍDUOS SÓLIDOS EM MANGUEZAIS NO CEARÁ: O USO DA ESTRUTURA
VEGETAL DOS BOSQUES PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rafaela Camargo Maia (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profa. Dra. Tânia Marcia da Costa
Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Profa. Titular Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

A Deus.

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus, por proporcionar esta oportunidade em minha vida, abençoando todos os meus passos nessa caminhada e pelas pessoas maravilhosas que me permitiu conhecer.

A minha orientadora Doutora Rafaela Camargo Maia, pela paciência, dedicação, atenção e presteza comigo nesses dois anos de convivência e aprendizado. Serei eternamente grata pelos ensinamentos e exemplos de coragem e de profissional exemplar que és. Trabalhar com você é uma fonte inesgotável de inspiração e amor pelo que faz, você tem a capacidade de despertar o que existe de melhor nas pessoas, e é por isso que agradeço muito a Deus por ter você como minha orientadora.

A meus pais, Maria Fátima e Miguel Honorato pelo incentivo, apoio emocional, compreensão nos momentos em que estive ausente e pelo exemplo de dignidade. A minha querida e amada irmã Taianne Souza e ao meu amado noivo Francisco Erinaldo Chaves por serem meus “psicólogos” nos momentos de angústia.

A Coordenação e todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do IFCE, pelas contribuições para a minha formação e por estarem sempre interessados em solucionar os problemas.

Todos os meus queridos amigos e colegas de sala, pessoas que dividimos diversas emoções e compartilhamos momentos únicos que levarei para o resto de minha vida.

Todos os alunos do Laboratório de Ecologia de Manguezais (ECOMANGUE) do IFCE campus Acaraú, que sempre me receberam com tanto carinho, dedicação e atenção, e principalmente, pelas imensas ajudas nas coletas, sem vocês esse trabalho teria sido bem mais difícil. E a todos os servidores do IFCE campus Acaraú que me acolhem tão bem, me fazendo sentir-se em casa. Em especial as biólogas, Brena Késia e Amanda Lúcia, parceiras desta pesquisa, pelos ensinamentos e por compartilhar conhecimentos.

A Patrícia Albuquerque, Thaís, Gleciene, Sabina, Geovani e Hélica por me receberem em suas residências as inúmeras vezes que precisei estar em Acaraú.

Aos Laboratórios de Análises de Solo do IFCE *campus* Sobral e Limoeiro do Norte pela realização das análises granulométricas.

As professoras Dra. Tânia Marcia Costa e Dra. Nájila Rejanne de Alencar Julião Cabral pela disponibilidade em participar e pelas contribuições.

Especialmente a cada pessoa que contribuiu direta e indiretamente para a realização deste trabalho e para concretização desse mestrado. São muitos os nomes que me vem à mente e todos tiveram igual importância.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de pesquisa durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

“Quando o ser humano entender que faz parte do mundo, muitas transformações ocorrerão, ele não jogará mais lixo nos lagos, rios e mares porque saberá que são estas mesmas águas que correm em seu corpo (T. P. Zylberberg).

RESUMO

O manguezal é um ecossistema de elevada importância ecológica e econômica, que vem sofrendo grande pressão de ocupação e exploração. A destinação inadequada de resíduos sólidos é um dos fatores de degradação de manguezais próximos a terminais portuários e a centros urbanos. O presente trabalho busca avaliar as condições ambientais de manguezais estuarinos impactados pela destinação inadequada de resíduos sólidos, utilizando a estrutura vegetal dos bosques de mangue como bioindicadora. Este estudo foi desenvolvido em manguezais dos estuários do rio Acaraú (Acaraú - CE), do rio Aracatimirim (Itarema - CE) e do rio Aracatiaçu (Amontada - CE). Foram escolhidas seis áreas, três impactadas pela presença de resíduos sólidos e três conservadas, e em cada, foram sorteados três transectos, nos quais foram demarcadas três parcelas com 100 m² cada. Nestas parcelas, todas as plantas foram contabilizadas, identificadas, tiveram a circunferência aferida (DAP) e a altura estimada. Também foram obtidos, dados de salinidade, temperatura, umidade, pH, oxigênio dissolvido e sólidos totais na água, no momento da coleta, e uma amostra de sedimento para posterior análise granulométrica, para caracterizar os manguezais estudados. Nas áreas impactadas, em cada parcela, foram coletados todos os resíduos sólidos encontrados. Esse material foi lavado, dividido em classes e pesado. As seguintes classes de resíduos foram formadas de acordo com a matéria prima de cada item: madeira, isopor, cordas, plásticos, restos de concreto, vidro, metais e diversos. Foram registradas quatro espécies de mangue: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e foram amostradas 2.465 árvores, sendo 2.255 vivas e 210 mortas. O total de resíduo coletado foi de 363,18 kg e as classes com maior massa foram: madeira, isopor, plásticos e cordas. *Laguncularia racemosa* teve maior dominância e frequência nos manguezais impactados e *R. mangle* foi mais dominante e frequente nas áreas conservadas. As áreas de resíduos sólidos apresentaram maior densidade de árvores, menores DAP e área basal e uma maior mortalidade de árvores em comparação as conservadas, porém a altura não apresentou diferença entre os boques. O maior número de plântulas esteve nas áreas conservadas. A maior mortalidade de indivíduos nas áreas com resíduos foi atribuída ao aprisionamento dos materiais aos pneumatóforos. A presença dos itens mais encontrados é explicada pelas atividades desenvolvidas no local.

Palavras-chave: Manguezal. Resíduo sólido. Bioindicadores.

ABSTRACT

The mangrove forest is an ecosystem of high ecological and economic importance, which has suffered great pressure of occupation and exploitation. Improper disposal of solid waste is one of mangrove forest degradation factors near port terminals and urban centers. This paper seeks to monitor the environmental conditions of estuarine mangroves impacted by improper disposal of solid waste, using the vegetation structure of mangrove forests as a bioindicator. This study was developed in mangrove forest estuaries of the Acaraú river (Acaraú - CE), the Aracatimirim river (Itarema - CE) and Aracatiaçu river (Amontada - CE). Six areas were chosen, three impacted by the presence of solid waste and three preserved, and in every, three transects were drawn, which were demarcated in three plots with 100 m² each. In these plots, all plants were counted, identified, had measured the circumference and estimated height. They were also obtained data salinity, temperature, humidity, pH, dissolved oxygen and total solids in the water at the time of collection, and a sediment sample for subsequent particle size analysis to characterize the studied mangroves forest. In the areas affected in each plot were collected all solid waste found. This material was washed, divided into classes and heavy. The following waste classes were formed according to the raw material of each item: wood, Styrofoam, ropes, plastic, concrete debris, glass, metals and various. Four species of mangrove forest have been recorded: mangle, *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* and 2,465 trees were sampled, with 2,255 living and 210 dead. The total waste collected was 363.18 kg and classes were more massive: wood, Styrofoam, plastic and ropes. *L. racemosa* had greater dominance and often in impacted mangroves and *R. mangle* was most dominant and frequent in conserved areas. The areas of solid waste had higher tree density, smaller DBH and basal area and increased tree mortality compared the conserved, but the time did not differ between forests. And greater number of seedlings was kept in areas. The higher mortality of individuals in the areas of waste was attributed to entrapment of materials to pneumatophores. The presence of the found items is explained by the activities undertaken at the site.

Keywords: Mangrove forest. Solid waste. Bioindicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Árvores típicas do manguezal brasileiro, A: <i>Rhizophora mangle</i> , B: <i>Avicennia germinans</i> , C: <i>Laguncularia racemosa</i> e D: <i>Conocarpus erectus</i>	24
Figura 2: Localização geográfica dos pontos de coleta nos manguezais dos municípios de Acaraú, Itarema e Amontada.....	35
Figura 3: Desenho amostral com a demarcação dos transectos (T) e parcelas (P) do campo de coleta dos resíduos sólidos.....	38
Figura 4: Triagem dos resíduos sólidos no pátio do <i>campus</i> do IFCE.....	39
Figura 5: Amostrador cilíndrico de PVC – <i>core</i> (A). Coleta de sedimento em campo (B).....	44
Figura 6: Caracterização dos manguezais estudados por meio da Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando os parâmetros sedimentares.....	48
Figura 7: Caracterização dos manguezais estudados por meio da Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando os parâmetros abióticos da água.....	53
Figura 8: Densidade média de indivíduos vivos de mangue $\pm$ erro padrão nos estuários estudados.....	55
Figura 9: Altura média (m) $\pm$ erro padrão das árvores de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste <i>Tukey</i>	56
Figura 10: Diâmetro Altura do Peito (DAP) médio (cm) $\pm$ erro padrão das árvores de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste <i>Tukey</i>	57
Figura 11: Área Basal média (m^2) $\pm$ erro padrão das árvores de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste <i>Tukey</i>	58
Figura 12: Dendograma das áreas amostradas, avaliado com uma análise de agrupamento a partir do índice de similaridade de <i>Bray-Curtis</i> , considerando os valores de densidade relativa das espécies de mangue.....	59
Figura 13: Densidade de plântulas vivas $\pm$ erro padrão nos estuários estudados	66
Figura 14: Altura média (cm) $\pm$ erro padrão das plântulas de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste <i>Tukey</i>	67

Figura 15: Diâmetro Altura do Peito (DAP) médio (cm) $\pm$ erro padrão das plântulas de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste <i>Tukey</i>	68
Figura 16: Área Basal média (cm) $\pm$ erro padrão das plantas jovens de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste <i>Tukey</i>	69
Figura 17: Dendograma das áreas amostradas, avaliando com uma análise de agrupamento a partir do índice de similaridade de <i>Bray-Curtis</i> , considerando os valores de densidade relativa das espécies de plântulas.....	70
Figura 18: Média da massa (kg) de resíduos por parcelas nas áreas de resíduos sólidos. A – resíduos sólidos 1 (Porto de Acaraú), B – resíduos sólidos 2 (Porto Aranaú), C – resíduos sólidos 3 (Porto dos barcos)	75
Figura 19: Massa total (kg) de resíduos encontrada em cada fonte provável do lixo.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação granulométrica do sedimento, teor de matéria orgânica (MO) e Carbono (C) nas áreas de estudo.....	47
Tabela 2: Média de Valores dos Fatores Abióticos nas áreas de estudo.....	52
Tabela 3: Dominância e Frequência relativas das árvores vivas de mangue nas áreas de estudo. Valores expressos em %. (Legenda das áreas: Resíduos Sólidos: RS.; Conservada: CONS.)	54
Tabela 4: Resultado da análise de correlação entre as espécies de plantas, o teor de carbono (C) e de matéria orgânica (MO) e a granulometria do solo nas seis áreas estudadas.....	59
Tabela 5: Altura, Diâmetro Altura do Peito (DAP), área basal e densidade de indivíduos adultos mortos nas áreas de estudo.....	60
Tabela 6: Dominância e Frequência relativas das plântulas vivas nas áreas de estudo. Valores expressos em %. (Legenda das áreas: Resíduos Sólidos: RS.; Conservada: CONS.)	65
Tabela 7: Altura, Diâmetro Altura do Peito (DAP) e área basal de plântulas mortas nas áreas de estudo.....	71
Tabela 8: Massa (kg) de resíduos coletados nas áreas impactadas por resíduos sólidos.....	73
Tabela 9: Correlação das classes de resíduos com as espécies de plântulas (A.G - <i>A. germinans</i> ; A. S – <i>A. schaueriana</i> ; A. SP – <i>Avicennia sp</i> ; L. R – <i>L. racemosa</i> ; R. M – <i>R. mangle</i>), áreas e os dados da estrutura vegetal (Densidade – Dens.; altura – Alt.; Diâmetro Altura do Peito (DAP) e Área basal)	77
Tabela 10: correlação das classes de resíduos com o carbono (C), matéria orgânica (MO), e o tipo de sedimento do solo nas áreas estudadas.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Pontos, locais, status, estuários e coordenadas geográficas dos ambientes de coletas.....	36
Quadro 2: classificação de resíduos sólidos segundo composição (classe) e uso predominante (tipo).....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivos.....	18
<i>1.1.1 Objetivo geral</i>	<i>18</i>
<i>1.1.2 Objetivos específicos</i>	<i>18</i>
2 REFERENCIAL TEORICO.....	19
2.1 Ecossistema manguezal	19
2.2 Legislação no ecossistema manguezal	24
2.3 Histórico do uso e ocupação do ecossistema manguezal	26
2.4 Impactos no ecossistema manguezal	26
2.5 Impactos decorrentes da destinação inadequada de resíduos sólidos no ecossistema manguezal	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 Área de estudo	32
3.2 Estrutura vegetal	34
3.3 Coleta e triagem de resíduos sólidos	35
3.4 Sedimento e fatores abióticos	38
3.5 Análise estatística	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1 Caracterização das áreas de estudo	42
4.2 Estrutura vegetal	49
4.3 Plântulas	59
4.4 Resíduos sólidos	67
5 CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS.....	76

1 INTRODUÇÃO

Manguezais são ecossistemas costeiros de transição entre os ambientes marinho e terrestre, característicos das regiões tropicais, sujeitos ao regime das marés, possuindo espécies vegetais lenhosas típicas, adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimento não consolidado, com baixos teores de oxigênio (SHAEFFER-NOVELLI, 1995).

A palavra mangue surgiu na África, sendo comum com ou sem pequenas variações no Senegal, Gâmbia, Casamanca e Guiné (VANNUCCI, 2003). No século XV, os portugueses adotaram o nome para designar áreas alagadas em suas cartas e mapas náuticos, dessa forma, espalharam o termo pelo mundo (VANNUCCI, 2003). Atualmente, a palavra mangue é utilizada para designar um conjunto de árvores e arbustos com adaptações que permitem essa vegetação colonizar ambientes alagados e sujeito a variação de salinidade. Enquanto, manguezal refere-se a todo o ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI, *et al.*, 2000).

O desenvolvimento dos ecossistemas de manguezais ocorre com maior expressão na faixa entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, podendo se estender até latitudes de aproximadamente de 32° N e 39° S, quando apresentam menores valores estruturais e de composição específica (YOKOYA, 1995). Vale ressaltar que próximo à linha do equador ocorre o máximo desenvolvimento estrutural dos manguezais. Por isso, a presença do ecossistema manguezal geralmente está associado às margens de baías, enseadas, barras, desembocaduras de rios, lagunas e reentrâncias costeiras, onde haja encontro de águas de rios com a do mar, ou diretamente expostos à linha da costa (ALVES, 2008).

A importância dos manguezais na região litorânea deve-se aos diversos serviços ambientais realizados, como filtros biológicos, habitat para espécies produtoras e exportadoras de detritos, controladores da hidrodinâmica, erosão, e estabilizadores da linha costeira (KILCA, 2010). Como fontes de produtos naturais renováveis, atuam na manutenção da produção pesqueira, fonte de lenha e carvão, extração de tanino, produção de mel e base para diversos produtos manufaturados (ALVES, 2008). Diante de toda a importância e especulação de uso do ecossistema manguezal houve a necessidade de criar meios que viessem a protegê-lo.

Os manguezais brasileiros são protegidos por diversos dispositivos legais. Por ser um ecossistema de zona costeira é considerado como Patrimônio Nacional, conforme o artigo 225 da constituição de 1988. De acordo com o código florestal instituído pela lei 4.771/65 e modificado pelo atual código referente a lei 12.651/12 o ecossistema manguezal é considerado Área de Preservação Permanente - APP, nessa condição, devem ser observadas as formas de uso e as ações que regulamentam as atividades de impacto antrópico nesses ecossistemas

(BRASIL, 2012). É considerado também como ambiente de reserva ecológica, pela resolução do CONAMA nº004/85. Mesmo assim, os manguezais são ecossistemas que têm apresentado os mais elevados níveis de impacto e perda de área no litoral brasileiro (KILCA *et al.*, 2011).

Eventos sobre a destruição de áreas de manguezal em sua maioria estão associados às atividades de exploração humana (NASCIMENTO, 2008). É importante ressaltar que os maiores impactos em áreas de manguezal são observados em decorrência de fatores antrópicos, como as atividades de aquicultura (GRAAF; XUAN, 1998; KATON *et al.*, 1998; DAHDOUH-GUEBAS *et al.*, 2004), desmatamento (BERLAMINO *et al.*, 2012), elevado crescimento demográfico na zona litorânea (DAHDOUH-GUEBAS *et al.*, 2004), turismo (MAZDA *et al.*, 2002; DAHDOUH-GUEBAS *et al.*, 2004) e a deposição de resíduos sólidos (BERLAMINO *et al.*, 2012). O grande problema dos resíduos sólidos é a diversificação de suas fontes, por isso, se considera um dos maiores e mais difíceis problemas de poluição (ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2014).

Os resíduos sólidos são uma preocupação antiga da humanidade. Embora, estejam atualmente causando grandes preocupações uma vez que, eles passaram a atingir diretamente áreas litorâneas (COSTA; CORDEIRO, 2010). A presença de lixo nesses ambientes costeiros leva a inúmeros prejuízos de ordem econômica, sociais e ambientais, que vão desde os gastos dispendidos na limpeza pelos órgãos públicos, perda do potencial estético e turístico, contaminação do ambiente por agentes patogênicos e danos a flora e a fauna (COE; ROGERS, 2000; DERRAIK, 2002; MOORE, 2008; BARBOSA; COSTA; SILVA, 2008; SILVA-CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Os resíduos sólidos urbanos constituem um problema conhecido no ambiente marinho, entretanto, as pesquisas nesse aspecto são escassas, especialmente em ambientes de manguezal (DIAS; HANAZAKI; VIEIRA, 2011). Nesse ecossistema, o principal fator de influência na dispersão de materiais flutuantes é a variação das marés, fazendo com que os detritos permaneçam no interior do manguezal por tempo indeterminado (COSTA E CORDEIRO, 2010). Outro ponto relevante com relação aos resíduos é identificar a sua origem, para que se possa erradicar o problema, neste sentido, trabalho como o de Souza, Carvalho e David (2008) mostra uma relação direta da quantidade de lixo acumulado no ecossistema com a proximidade de áreas urbanas e portuárias.

A flora do manguezal sofre diferentes alterações quando expostas a situações de estresse, como a disposição inadequada de resíduos sólidos. Essa afirmação é relatada em trabalhos como de Soares (1999), sendo a estrutura vegetal dos bosques de mangue uma resposta direta as condições locais. Um exemplo dessas respostas ambientais é quando se

observa uma maior presença da espécie de *Laguncularia racemosa* R. (Gaertn) em áreas perturbadas que se encontram em estágios de recomposição (PEREIRA *et al.*, 2009). Enquanto uma menor presença da espécie de *Rhizophora mangle* L., é característica de manguezais com maior frequência de distúrbios (SMITH, 1992).

Dessa forma, torna-se necessário conhecer as características e condições do local de estudo para conservação do ecossistema manguezal. Para isso fez-se necessário à utilização da ferramenta do monitoramento ambiental, com o objetivo de identificar e avaliar - qualitativa e quantitativamente - as condições dos recursos naturais em um determinado momento. O monitoramento ambiental fornece informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada (BRASIL, 2009). Neste sentido, o presente trabalho busca monitorar os impactos causados pela presença de resíduos sólidos sobre a flora do ecossistema manguezal. Uma vez que a caracterização estrutural da vegetação de mangue constitui uma valiosa ferramenta para o entendimento das respostas desses ecossistemas às condições ambientais existentes e às pressões antrópicas, gerando subsídios para o planejamento de ações e projetos que permitam uma gestão visando à conservação do ambiente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar as condições ambientais de manguezais estuarinos impactados pela destinação inadequada de resíduos sólidos, utilizando a estrutura vegetal dos bosques de mangue como bioindicadora.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os diferentes manguezais estudados em função dos parâmetros ambientais (sedimento, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais, salinidade e temperatura);
- Estudar a estrutura vegetal dos bosques de mangue estuarinos e compará-las entre manguezais conservados e impactados com a destinação inadequada de resíduos sólidos;
- Verificar a densidade de plântulas entre as áreas impactadas pela destinação inadequada de resíduos sólidos e compará-la com manguezais conservados;
- Avaliar quantitativamente e qualitativamente os resíduos sólidos coletados.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Ecossistema manguezal

Em todo o mundo existem cerca de 6,5 milhões de hectares de áreas de manguezais, ocorrendo em 112 países, o que compreende cerca de 3% das florestas tropicais de todo mundo (BERNINI, 2008).

No Brasil, os manguezais ocupam uma fração significativa do litoral brasileiro, cerca de 92% da linha de costa (6.800 km), estendendo-se do extremo norte no Oiapoque, Estado do Amapá (4°30'N), até seu limite sul, na cidade de Laguna em Santa Catarina (DIAS; HANAZAKI; VIEIRA, 2011). É considerado a maior área contínua de manguezal do mundo (LACERDA; KJERFVE, 1993). O seu limite mais oriental encontra-se na ilha oceânica de Fernando de Noronha (longitude 32°24'W e latitude 3° 50'S). Totalizando, no Brasil, uma área de ecossistema manguezal entre 10.000 e 25.000 km² (SUHOGUSOFF; PILIACKAS, 2007). Essa variação encontrada na literatura pode ser atribuída a diferentes metodologias empregadas, à inclusão de áreas de diferentes ecossistemas costeiros adjacentes e a perda das áreas de mangue são os principais responsáveis pelas diferenças nos cálculos.

O desenvolvimento do ecossistema manguezal é favorecido quando se observa as seguintes características: I- temperatura do ar, uma vez que o melhor grau de desenvolvimento das florestas ocorre onde a temperatura média do mês mais frio é superior a 20°C e a amplitude térmica inferior a 5°C; II - correntes oceânicas já que o manguezal se desenvolve principalmente em regiões submetidas a correntes quentes; III - áreas abrigadas, ou seja, livres da ação de ondas fortes, que podem impedir o estabelecimento de diásporos; IV - litorais com pouca declividade, o que facilita a penetração das marés; V - presença de água salina, pois confere vantagem na competição com as glicófitas; VI - substrato lodoso pois embora também se desenvolvam em areia e rocha coralina, os manguezais mais extensos são associados a substratos lamosos com alto percentual de matéria orgânica; e VII - grande amplitude de marés (WALSH, 1974).

As florestas de mangue apresentam elevada variabilidade em relação ao seu desenvolvimento estrutural. Esse desenvolvimento se deve as interações entre a vegetação e os fatores físicos que compõem o ecossistema. Esses fatores incluem energia solar, pluviosidade, vento, temperatura do ar, aporte de água doce, nutrientes, marés e ondas (ODUM, *et al.*, 1977). Esses fatores atuam como subsídios energéticos ou fontes de energia influenciando na fisionomia da vegetação (SCHAEFFERNOVELLI; CINTRÓN, 1986). Essas forças que operam sobre o manguezal, descrevem o ambiente físico em que se desenvolve cada floresta.

A ação e a interação de todos esses fatores regem o grau máximo de estrutura que uma floresta de mangue pode alcançar. Mediante análises dessas interações e da estrutura vegetal Lugo e Snedaker (1974) desenvolveram uma classificação para o ecossistema manguezal e reconheceram seis tipos básicos de florestas: ribeirinho, franja, bacia, rede, ilha e anão. Cada tipo foi definido a partir de características como estrutura, produtividade, decomposição de serapilheira e exportação de detritos. Posteriormente, Cintrón *et al.* (1983) revisaram e reduziram esta classificação para três tipos: franja, ribeirinho e bacia.

As florestas de franja ocorrem em terrenos mais elevados que a linha média da preamar, nas bordas das costas protegidas; e ilhas, que costumam ser inundadas, com determinada periodicidade, pelas marés. Por estarem expostos às ondas e às marés, os processos de ciclagem de nutrientes têm a participação de relevantes quantidades de nutrientes e carbono de origem marinha (LACERDA; KJERFVE, 1993). Os bosques ribeirinhos se caracterizam pela presença constante de nutrientes, fluviais, e de água doce, propiciando com frequência, altas taxas de produtividade. Devido a isso os boques ribeirinhos possuem os maiores graus de desenvolvimento estruturais. Eles se formam ao longo dos rios e dos córregos, inundados pelas marés diariamente (LACERDA; KJERFVE, 1993; CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1992). As florestas do tipo bacia crescem em depressões onde o fluxo de água é lento. Essa inundação traz, como consequência, a uniformidade das condições físicas e químicas para o solo. Isso impede o estabelecimento de grandes gradientes, os quais promovem uma seleção de espécies e uma zonation vegetal definida (CINTRÓN e SCHAEFFER-NOVELLI, 1992). É importante destacar que Schaeffer-Novelli *et al.* (2000) propõem uma classificação que considera apenas os tipos franja e bacia, baseando-se na circulação das águas e no hidroperiodismo como principais critérios para diferenciá-los.

O ecossistema manguezal conta com as áreas de apicum e salgado. Sendo que o apicum consiste em áreas de transição, uma zona areal, com solos hipersalinos situadas nas regiões entremarés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizígias, que apresentam salinidade superior a 150ppm, desprovidas de vegetação vascular. Já a região denominada de salgado ou marismas tropicais hipersalinos, são áreas situadas em regiões com frequências de inundações intermediárias entre marés de sizígias e de quadratura, com solos cuja salinidade varia entre 100 e 150 ppm, onde pode ocorrer a presença de vegetação herbácea específica (BRASIL, 2012). Entretanto, os marismas ocorrem, na América Latina, entre as latitudes de 32°N aos 52°S (SEMACE, 2006). Nas latitudes tropicais marismas e manguezais podem coexistir, tanto em ambientes naturais quanto nos modificados pelo homem. A maioria das marismas é dominada por poucas ou por uma única espécie, servindo esta característica para denominar cada uma das

comunidades. As espécies vegetais das marismas suportam temperaturas do ar e da água bem inferiores às suportadas pelas plantas típicas do manguezal, principalmente quando se trata de geadas, ou de temperaturas abaixo de 0°C e, da elevada frequência de recorrência desses eventos (SEMACE, 2006).

O manguezal apresenta uma vegetação, que dispõe de uma gama de adaptações para sobreviver ao ambiente de substrato não consolidado (SOBRINHO; ANDRADE, 2009). Essas características específicas da flora tornam esse ecossistema funcional e estruturalmente único. Características morfológicas e adaptações das árvores incluem raízes aéreas, dispersão de propágulos pelas correntes controladas pelas marés, rápido crescimento de copa, ausência de anéis de crescimento, eficiente mecanismo de retenção de nutrientes, resistência à ambientes salinos, retentor de água e importante contribuinte no balanço de carbono (ALONGI, 2002).

A flora dos manguezais é constituída por um pequeno número de espécies desse ecossistema e de espécies associadas, que podem ocorrer em outras formações litorâneas. Em todo o mundo existem apenas 70 espécies de mangues, cerca de 28 gêneros, sendo 17 espécies exclusivamente presentes nesse habitat. Isso reflete uma baixa diversidade genética devido às difíceis condições encontradas nos ambientes que sofrem com as oscilações de marés, onde aparentemente existem menos oportunidades para diversificação e seleção de material genético (SEMACE, 2006).

No continente americano, as espécies que compõem o manguezal estão distribuídas nos seguintes gêneros: *Rhizophora*, as *Avicennia*, *Laguncularia*, *Conocarpus* e *Pelliciera* (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986). No Brasil as espécies encontradas são: a *Rhizophoraceae Rhizophora mangle* L., as *Avicenniaceae Avicennia germinans* (L.) Stearn., *Avicennia schaueriana* Stapft & Leechm e a *Combretaceae Laguncularia racemosa* R. (Gaertn) são as árvores mais frequentes do ecossistema manguezal. Ocorre ainda *Rhizophora harrisonii* Leechm. e *Rhizophora racemosa* G. F. W. Mayer, espécies consideradas mais raras e restritas ao extremo norte do litoral (LACERDA, 2003) e *Conocarpus erectus* L., comum ao longo do litoral nordestino (LINSINGEN; CERVI, 2007). No Ceará, em estudo feito por Maia e Coutinho (2012), foram encontradas 4 espécies de árvores de manguezais nos nove estuários distintos ao longo da costa do estado: *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*. No estuário do Rio Acaraú, foram amostradas as quatro espécies já citadas, incluindo a *Conocarpus erectus* (PAULA; MAIA, 2012).

O gênero *Rhizophora* (Figura 1A), também conhecida popularmente como manguê verdadeiro ou manguê vermelho, tem como principal característica suas raízes aéreas, também chamada de adventícias ou escoras em formato de arcos que partem do tronco, atinge o solo, o

que permite uma maior sustentação em solos pouco consolidados. Geralmente encontra-se árvores do gênero *Rhizophora* nas franjas em contato com o mar e nas bordas dos canais de maré (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986).

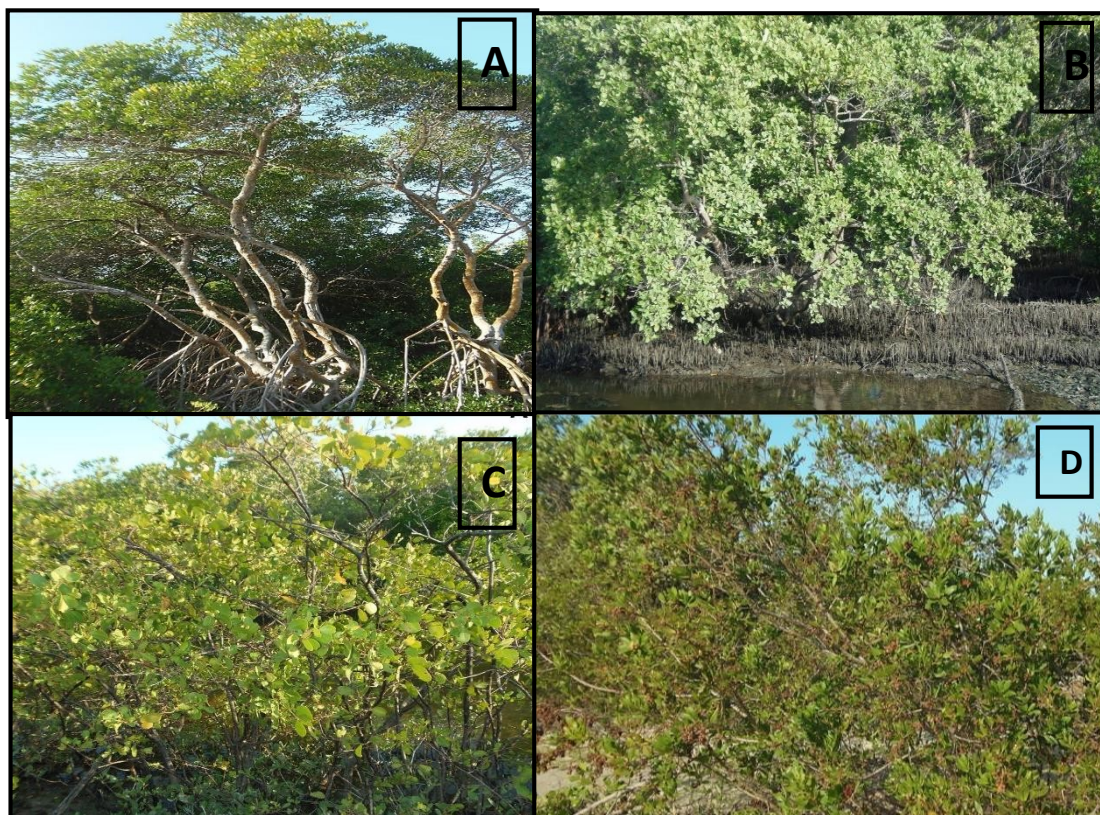
O mangue preto também chamado de siriúba, gênero *Avicennia* (Figura 1 B), é caracterizado pelo desenvolvimento de pneumatóforos, estruturas que se originam no sistema radicular e ficam dispostos radialmente em torno do tronco. Estes apresentam consistência esponjosa e tem a função destacada no processo das trocas gasosas entre a planta e o meio (YOKOYA, 1995). O litoral cearense apresenta duas espécies do gênero *Avicennia*, a *A. schaueriana* e a *A. germinans*. A distinção básica das duas espécies é o formato das folhas, as de *A. germinans* possuem formato lanceolada, enquanto em *A. schaueriana* as folhas são obovadas (SEMACE, 2006).

O mangue branco ou *Laguncularia* (Figura 1C) é um gênero monoespecífico, que se diferencia das demais, por apresentar folhas com pecíolo vermelho e duas glândulas em sua parte superior, junto à lâmina da folha (SEMACE, 2006).

O mangue de botão, gênero *Conocarpus* (Figura 1D), não apresenta grande tolerância à salinidade típica dos manguezais. Apresenta inflorescência arredondada, originando uma infrutescência com aspecto de uma esfera com escamas (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986).

Diversos estudos mostram que a espécie *L. racemosa*, apresenta maior dominância em bosques que apresentam degradação e se encontram em via de recomposição (PERIA *et al.*, 1990; SOARES *et al.*, 2003; BERNINI *et al.*, 2009). Enquanto a espécie de *R. mangle*, ocorre com menor representatividade em florestas sujeitas a maior frequência de distúrbios (SMITH III, 1992). A heterogeneidade estrutural dos bosques de mangue é forte indicador de área alterada (SOARES *et al.*, 2003). Pascoalini e colaboradores (2014) observaram que plantas tolerantes a salinidade como as espécies de *L. racemosa* e *A. germinans*, apresentam maior eficiência fotossintética com o aumento da salinidade, uma vez que promovem melhor assimilação de CO₂ quando comparadas a espécies menos tolerantes ao sal, como a *R. mangle*.

Figura 1: Árvores típicas do manguezal brasileiro, A: *Rhizophora mangle*, B: *Avicennia germinans*, C: *Laguncularia racemosa* e D: *Conocarpus erectus*.



Fonte: Paula (2015).

A estrutura do ecossistema manguezal permite a manutenção de diversos habitats propícios à reprodução, berçário, criadouro e abrigo. Devido a essas características, o ecossistema é conhecido como “berçário natural” de muitas espécies (SOBRINHO; ANDRADE, 2009), sendo essas, provenientes de diferentes habitats: os ambientes terrestres, marinho e de água doce. É importante destacar que é difícil identificar uma fauna exclusiva desse ecossistema (LACERDA, 2003). Mesmo assim, muitas espécies podem viver no manguezal durante toda vida, seja como residentes ou apenas parte dela, na condição de visitantes regulares ou oportunistas (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). De acordo com Lacerda (2003) a fauna do ecossistema manguezal pode ser agrupada em quatro diferentes comunidades: I - espécies associadas à copa das árvores; II - espécies terrestres que visitam o manguezal em busca de alimento; III - organismos marinhos que necessitam do ecossistema para desenvolver parte do seu ciclo de vida; e IV - animais que habitam os sedimentos.

O ecossistema manguezal dispõe de atributos que permite ser classificado como um dos principais ecossistemas estuarinos e o mais produtivo do planeta (DORIGO; SOVIERZOSKI,

2005). Dentre esses atributos destacam-se as funções biológicas que o ecossistema desempenha, tais como: I - contribuição para produtividade primária na zona costeira sendo uma área com elevada concentração de nutrientes, por receberem águas ricas em nutrientes oriundos dos rios, principalmente, e do mar. II - a vegetação é a principal fonte de carbono do ecossistema, sendo responsável pela elevada produtividade (HUBER, 2004). Além de servir para fixar o solo, impedindo assim a erosão e ao mesmo tempo estabilizando a costa; III - as raízes dos mangues funcionam como filtros na retenção dos sedimentos. IV - ação depuradora do ecossistema, onde bactérias aeróbias e anaeróbias trabalham a matéria orgânica e a lama promovendo a fixação e a inertização de partículas contaminantes, como os metais pesados (HUBER, 2004). V- renovação da biomassa costeira, os manguezais são áreas que apresentam condições ideais para reprodução e desenvolvimento de formas jovens de várias espécies, inclusive de interesse econômico como peixes e crustáceos, sendo utilizado na produção de alimentos para o ser humano e o sustento de comunidades pesqueiras (SOBRINHO; ANDRADE, 2009); VI - áreas de alimentação, abrigo, nidificação e repouso de aves, dessa forma os ecossistemas de manguezais atuam como importantes mantenedores da diversidade biológica (HUBER, 2004). Todas as funções desempenhadas no ecossistema contribuem significativamente para a manutenção e o sustento do equilíbrio ecológico da cadeia alimentar das regiões costeiras (SOBRINHO; ANDRADE, 2009). Dessa forma, o manguezal é responsável, junto com os recifes de coral, pela manutenção da alta diversidade biológica encontrada nas regiões costeiras tropicais de todo o mundo (SEMACE, 2006).

2.2 Legislação no ecossistema manguezal

Diversos dispositivos legais, em âmbito nacional e internacional, reconhecem a necessidade de proteção do ecossistema manguezal. No cenário internacional destacam-se os seguintes dispositivos que tratam sobre a necessidade e importância da preservação das zonas costeiras: Convenção de Washington em 1940; Convenção de Zonas Úmidas-RAMSAR em 1971; Convenção da Biodiversidade e Declaração do Rio ambas em 1992. Por meio da Agenda 21, criada na Rio 92, o Brasil se propõe a desenvolver atividades para impedir, reduzir e controlar a degradação do meio ambiente marinho, resultando na manutenção da biodiversidade e melhoria do nível de vida das populações costeiras (NASCIMENTO, 2007).

No Brasil, no ano de 1988, foi instituída a Lei nº7.661 que estabelecia o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, como integrante da Política Nacional para os Recursos do Mar e da Política Nacional de Meio Ambiente. Este plano tem como objetivo orientar a utilização

nacional dos recursos de todos os ambientes da Zona Costeira, inclusive os manguezais, visando proteger e conservar os recursos naturais presentes (BRASIL, 2010).

A Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n.º 6.938/81) por meio do instrumento de licenciamento, permite o desenvolvimento de atividades antrópicas em áreas de zona costeira (art. 6º), embora estabeleça que o licenciamento para construção, funcionamento e ampliação de atividades, deverá observar as demais normas específicas federais, estaduais e municipais, respeitando as diretrizes do Plano de Gerenciamento Costeiro (NASCIMENTO, 2007a). Recentemente, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) aprovou o Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal, conhecido como PAN Manguezal (Portaria 09/2015). O citado documento tem como objetivo a conservação dos manguezais brasileiros, reduzindo a degradação e protegendo as espécies, bem como manter as áreas e usos tradicionais. O plano busca a integração entre os diferentes atores e instâncias da sociedade, inclusive a vinculação entre o conhecimento acadêmico e tradicional (BRASIL, 2015).

A partir do atual código florestal (Lei 12.651/2012), o ecossistema manguezal, em toda a sua extensão, é considerado área de preservação permanente. Além, da existência de um capítulo sobre o uso ecologicamente sustentável das áreas de apicuns e salgado, onde passou a ser permitido a existência de atividades de carcinicultura e salinas. De acordo com a nova lei, na Amazônia, os apicuns podem ser explorados economicamente em até 10% da área total do manguezal. Nos demais Estados do Brasil, permite-se o uso de 35%, excluídas as ocupações já consolidadas (BRASIL, 2012).

A zona costeira do Ceará possui uma linha de costa de 573 km, distribuídos em 37 municípios e ocupando uma área total de 20.120 km². Para a implementação das ações de gerenciamento costeiro, toda a área foi dividida em quatro setores: costa leste, costa metropolitana, costa oeste e costa extremo-oeste. Essa divisão torna possível o desenvolvimento de gestão descentralizada e compartilhada, possibilitando uma integração entre os diversos entes federados e o setor privado, todos na busca da sustentabilidade dos recursos naturais e melhorias na qualidade de vida da população (SEMACE, 2006). Essa setorização é uma ação do Programa de Gerenciamento Costeiro, onde os municípios são agrupados por características semelhantes de uso e ocupação. O gerenciamento costeiro do Estado do Ceará é realizado pela Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Ceará - SEMACE. Todas essas ações visam, mas, não garantem a proteção destes ambientes naturais, mesmo com os esforços, os manguezais e os demais ecossistemas costeiros encontram-se permanentemente ameaçados pelo desenvolvimento desordenado de atividades humanas.

2.3 Histórico do uso e ocupação do ecossistema manguezal

A história mostra que as áreas de manguezal eram utilizadas pelos indígenas muito antes da chegada dos colonizadores portugueses, como atestam os depósitos coníferos (sambaquis) espalhados pelo litoral brasileiro (DIEGUES, 1990). Essa população tradicional utilizava a madeira do manguezal para cozinhar, aquecer e para construção de casas, cabanas e cercas (ALONGI, 2002). Com a chegada dos colonizadores europeus, deu-se início a instalação dos primeiros núcleos populacionais ao longo da costa brasileira (SCHAEFFER-NOVELI, 1989) e com isso surgiram os primeiros problemas para o ecossistema manguezal. Durante o período colonial, além de fonte de alimento (peixes e crustáceos), o mangue era utilizado para retirada de madeira de lenha, e a população mais carente utilizava os espaços desnudos para construção de casas precárias. A madeira era também usada na construção naval e, da casca, era extraído o tanino para tingir as redes de pesca e curtir couro, em curtumes (MACIEL, 2001). Já no século XVIII a extração de madeira de mangue era realizada em grande escala, particularmente no Nordeste, onde era utilizada como lenha para as usinas de açúcar, a exploração foi tamanha que o Rei D. José em Alvará com força de lei datado de 1760 proíbe o corte, reservando a vegetação para extração do tanino para os curtumes da metrópole. Assim o Alvará proibia o corte das árvores cuja casca não houvesse sido retirada para o curtimento do couro (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1994).

Os impactos nos ecossistemas manguezais se intensificaram após a Segunda Guerra Mundial, quando a ocupação urbana em áreas litorâneas expandiu-se e as regiões costeiras tornaram-se mais industrializadas (SCHAEFFER-NOVELI; CINTRON-MOLERO, 1999). Desde então, as alterações no ecossistema ficaram cada vez mais evidentes e irreversíveis.

2.4 Impactos no ecossistema manguezal

Os impactos em manguezais podem ser ocasionados tanto por fenômenos de origem natural quanto antrópica. As áreas de mangue coincidem com espaços de grande potencial econômico, por isso as intervenções humanas são as principais ameaças ao ecossistema. As causas de origem natural incluem elevação do nível do mar, furacões, tempestades, geadas, mudanças na trajetória de rios e hipersalinidade (CINTRÓN-MOLERO; SCHAEFFER-NOVELLI, 1992; FIELD, 1995; RAMÍREZ-GARCÍA *et al.*, 1998). Causas antropogênicas, tais como a conversão da floresta para atividades de carcinicultura, extração de lenha (desmatamento), urbanização, infra-estrutura para o turismo e descarte de resíduos sólidos,

agem de forma direta ou indireta, promovendo perdas significativas do ecossistema em todo o mundo (BERNINI, 2008).

As atividades de carcinicultura nos ambiente de manguezal podem ser implantadas nas áreas de apicuns e salgado, desde que seja observado os requisitos impostos no código florestal (BRASIL, 2012). Mesmo assim, essa atividade traz inúmeros prejuízos ao ambiente, entre eles: I - impactos socioculturais, com modificações no padrão de vida e nas atividades de subsistência das comunidades ribeirinhas (DIEGUES, 1991; LARSSON *et al.*, 1994); II - supressão e degradação da flora dos manguezais e de restingas (LANDESMAN, 1994); III – redução da biodiversidade da fauna de aves, peixes e invertebrados associados ao mangue, ou dele dependentes para refúgio, acasalamento, reprodução, recrutamento, nutrição e engorda (LUGO; SNEDAKER, 1973; BAILEY, 1988; LACERDA; KJERFVE, 1995); IV - empobrecimento do solo, como consequência da salinização (BHATTA; BHAT, 1998); V - eutrofização, aumento de DBO, aumento de sólidos totais em suspensão (CHAMBERLAIN, 1988), aumento de toxicidade e possibilidade de bioacumulação ou resistência a substâncias químicas (DIXON, 1991); VI - alterações no equilíbrio hidrodinâmico dos estuários, no aporte de sedimentos terrígenos e materiais suspensos e dissolvidos (BARTON, 1994).

Outra atividade que provoca forte impacto no ecossistema manguezal é o desmatamento. Entre as diversas causas desse impacto destacam-se a retirada de madeira para lenha, carvão, construções residenciais e instalações de diversificados empreendimentos que acaba contribuindo para a degradação do ecossistema como um todo. O desmatamento descaracteriza toda a estrutura do manguezal, ocasionando a fuga e morte da fauna, erosão do sedimento, lixiviação, e mudanças na composição da água (PERIA *et al.*, 1990). É importante salientar que a ação antrópica nas florestas de mangue, especialmente através do desmatamento, resulta na perda de características inerentes aos manguezais, como a textura lamosa dos sedimentos, promovendo a diminuição da diversidade e densidade da fauna bentônica, comprometendo toda estrutura e funcionamento do manguezal (BOSIRE *et al.*, 2004).

O ambiente manguezal é um dos ambientes mais vulneráveis aos efeitos do desenvolvimento econômico e do crescimento desordenado das populações humanas (SILVA, 2012). As pressões originadas em áreas costeiras, decorrentes de fatores como o aumento populacional, o crescente desenvolvimento urbano, turístico e a industrialização, estão ocorrendo sem que haja um adequado planejamento dos serviços essenciais à qualidade de vida, como por exemplo, o saneamento básico, tendo como consequência direta a destruição de significativa parcela dos recursos naturais (SILVA; ALMEIDA, 2012; ROSSO; CIRILO, 2002). Assim como, a disposição de resíduos em decorrência destas atividades pode gerar

efluentes, que será em parte assimilados pelo ambiente, de acordo com a vazão, regime de maré, tipo e frequência de lançamento e a produtividade do estuário (ALLONGI, 2002). Com tudo isso, o ecossistema manguezal vem sofrendo alterações em seu funcionamento que afeta toda a biota (BELARMINO, *et al.*, 2012).

2.5 Impactos decorrentes da destinação inadequada de resíduos sólidos no ecossistema manguezal.

A gestão de resíduos sólidos no Brasil está pautada na Lei nº 12.305/2010, que estabelece as definições, princípios, e instrumentos que norteiam as ações para a correta manipulação dos resíduos sólidos. É importante ressaltar nesta lei a instituição dos Planos Federais e Estaduais de Gestão de Resíduos e os Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, sendo este último de competência do município em elaborar (BRASIL, 2010). As prefeituras dispõem desses Planos de Gerenciamento Integrado de resíduos como importante instrumento para realizar o manejo adequado dos resíduos gerados pela população. O Brasil possui 5.564 municípios no total, onde 395 são municípios costeiros (BRASIL, 2010a). E parte da população do país reside próximo ao litoral ou no próprio litoral, contando que cerca de 70% dos brasileiros vivem a menos de 200 km do mar (BRASIL, 2010a). Nesse contexto, as cidades costeiras, uma das fontes imediatas de resíduos para ecossistemas costeiros e marinhos, devem utilizar os Planos de Gestão Integrada de Resíduos como um instrumento para combater ao lixo em seus ambientes naturais (OLIVEIRA; PEREIRA; TURRA, 2014).

De acordo com a última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2008, metade dos municípios (50, 8%) do país ainda deposita seus resíduos em vazadouros a céu aberto (lixões) e que, embora a coleta de lixo nas áreas urbanas ocorra em 99, 5% dos municípios, apenas 30% dos municípios contam com esses serviços nas áreas rurais (OLIVEIRA; PEREIRA; TURRA, 2014). O manejo de resíduos incluem também os serviços de varrição de vias públicas - feita em 75% das cidades, limpeza e desobstrução de galerias pluviais – realizada em 42% das cidades brasileiras (OLIVEIRA; PEREIRA; TURRA, 2014), essas ações contribuem positivamente para prevenir a entrada de lixo em ambientes costeiros.

A temática dos resíduos sólidos é uma das grandes preocupações da atualidade (ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2014). Por ser uma fonte inesgotável, o lixo torna-se um sério problema para os órgãos responsáveis pela limpeza pública, pois, diariamente grandes volumes de resíduos de toda natureza são descartados no meio ambiente, necessitando de um

destino final adequado. Entretanto, a falta de esclarecimentos da população, adicionada a ausência de investimento dos governantes, resulta no lançamento direto do lixo no solo e na água. Isto acarreta a poluição do meio ambiente e reduz a qualidade de vida em todos os níveis de organização e formas de vida (LIMA, 1995). É importante destacar que resíduo sólido é todo material, substância, objeto, que se apresenta nos estados sólido, semissólido e líquido não passíveis de tratamento convencional, resultante de atividades humanas em sociedade (BRASIL, 2010).

Nos últimos anos tem aumentado a ocorrência de resíduos sólidos sobre os ecossistemas costeiro (MACHADO; FILLMANN, 2006). Esse fato pode ser atribuído a três processos: I - a contínua e crescente substituição, em vários tipos de utensílios, de materiais naturais pelos sintéticos – estes, como plástico, resistem por mais tempo à degradação no ambiente marinho e tendem a se acumular; II - o baixo custo dos materiais sintéticos, que não incentiva sua reciclagem e favorece o descarte no ambiente; e III - o aumento, na zona costeira, do número de habitantes e embarcações, que podem contribuir para o descarte de lixo no ambiente marinho (OLIVEIRA; PEREIRA; TURRA, 2014). Esse lixo que chega em ambientes costeiros tem origens diversas, mas, o principal motivo está nas atividades e comportamentos humanos. Esses resíduos podem também, atingir ambientes costeiros por meio de esgotos e lixões instalados irregularmente perto de rios ou, muitas vezes, por meio dos próprios usuários de praias, que deixam resíduos na areia. Outra importante contribuição é o lixo lançado por embarcações, desde as pequenas até barcos de pesca e navios de grande porte (ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2014).

As consequências da presença de resíduos, tanto em ambientes costeiros como marinho é notório em diversos aspectos (COSTA; CORDEIRO, 2010; DERRAIK, 2002). Segundo a Unesco (1994), os mecanismos de impactos do lixo, especialmente em ambiente marinho, podem ser classificados em danos à saúde e segurança humana, danos à economia e potencial cênico de municípios costeiros e impactos a biota. Em relação à saúde humana, os detritos trazem o risco de enredamento para mergulhadores e banhistas em “redes fantasmas” e ferimentos em fragmentos de vidro e metais (SANTOS; BAPTISTA-NETO; KERSANACH, 2008). Os resíduos sólidos podem, ainda, causar efeitos aos seres humanos, como na indústria do turismo, que pode sofrer restrições pelo impacto sobre o valor cênico e o potencial recreativo dos locais contaminados (MACHADO; FILLMANN, 2006).

No tocante a biota, os efeitos são preferencialmente mecânicos, como enredamento e afogamento, diminuição na capacidade de procurar alimento e/ou evitar a predação, bloqueio do trato digestivo e ferimentos oriundos da associação de componentes abrasivos ou cortantes

(MACHADO; FILLMANN, 2006). Alguns estudos mostram (DEGANGE; NEWBY, 1980; PEDROSO, *et al.*, 2003) a mortalidade de aves marinhas por ação de redes e ingestão de fragmentos plásticos, sendo que um estudo realizado mostrou que em oito das onze espécies de aves marinhas estudadas foram encontradas partículas plásticas ingeridas (BLIGHT; BURGER, 1997). Alguns animais, pertencentes a espécies ameaçadas de extinção, em alguns casos são levados à inanição ao ingerirem algum tipo de resíduo em vez de alimento e terem a falsa sensação de saciedade. Por fim, os resíduos flutuantes em ambientes costeiros podem auxiliar na introdução de espécies exóticas. Visto que, para muitos organismos, especialmente os incrustantes, o lixo flutuante proporciona um novo e oportuno hábitat na forma de ilhas flutuantes semipermanentes (SANTOS; BAPTISTA-NETO; KERSANACH- WALNER, 2008).

A destinação inadequada de resíduos sólidos em ambientes naturais, e principalmente em ambientes marinhos é um problema que vem sendo estudado em todo mundo (GREGORY, 1999; DERRAIK, 2002; ISLAM; TANAKA, 2012; KATSANEVAKIS *et al.*, 2007). Em contrapartida, as pesquisas sobre resíduos sólidos em ambientes de manguezais são pontuais e raras. Dentro desses poucos estudos realizados podemos citar os seguintes: Green e Webber (1996) que analisaram a quantidade e distribuição de resíduos sólidos domésticos no manguezal de Port Royal, Jamaica. Em seus resultados, encontraram predominância de plásticos e uma correlação positiva entre quantidade de resíduos e a precipitação na área metropolitana de Kingston. Segundo Shindikar *et al.*, (2001), os manguezais de Thane Creek (Índia) são os mais contaminados de todo o país, e assim como em estudos de outros lugares no mundo, o maior acúmulo encontrado foi de plástico.

O Brasil também conta com poucos estudos, entre eles tem-se os trabalhos de Souza, Carvalho e David (2008), onde é demonstrada uma relação direta entre a quantidade de resíduos sólidos acumulados e a proximidade de áreas urbanas e portuárias. Enquanto, Costa e Cordeiro (2010), avaliaram qualitativamente e quantitativamente a presença de resíduos sólidos nos manguezais da região estuarina de São Vicente em São Paulo. Como resultado obtiveram uma maior presença de detritos nas áreas de baixa altura da lâmina d'água e baixa densidade de indivíduos, concluindo que a presença de obstáculos não é determinante na retenção de resíduos submersos em manguezais. Outra pesquisa relevante foi o realizado por Dias, Vieira e Anazaki (2011), em um manguezal da Ilha de Santa Catarina que tinha o objetivo de estudar a homogeneidade de encalhe dos resíduos e estabelecer as possíveis variáveis que levavam a esse encalhe. Em seus resultados mostrou uma relação direta, em que as áreas de manguezais próximas de residências sofrem mais encalhe de resíduos do que áreas mais distantes.

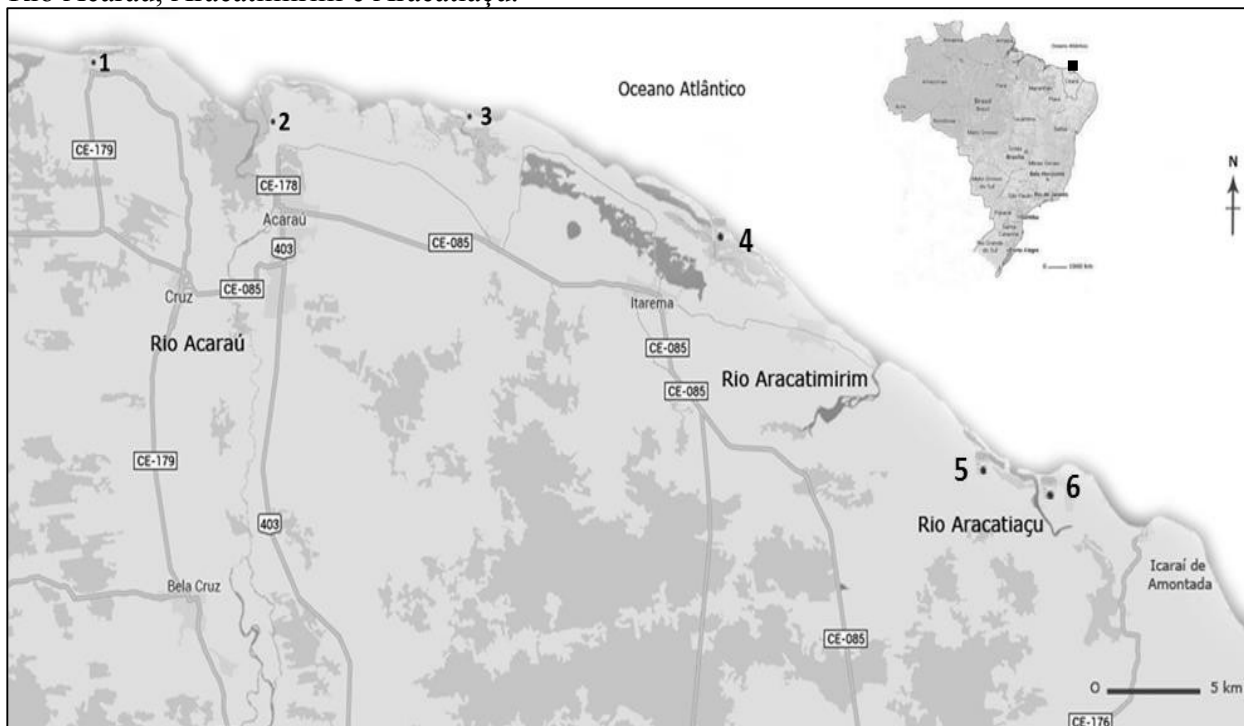
A literatura estudada versa dois trabalhos na região Nordeste sobre resíduos no ecossistema manguezal. O primeiro, na cidade de Natal, capital do Estado Rio Grande do Norte, onde os autores Belarmino *et al.*, (2012), buscaram realizar uma avaliação da contaminação por resíduos sólidos em áreas de manguezal associados ao estuário do rio Potengi, estabelecendo sua relação com a localização e os níveis de uso e ocupação e exploração dessas áreas. O outro trabalho foi realizado no município de Acaraú, localizado no litoral oeste do Estado do Ceará, e buscou avaliar os impactos causados pelos resíduos sólidos no ecossistema manguezal, enfatizando os prejuízos na estrutura vegetal (SECUNDO-JUNIOR; SHIMABUKURO; MAIA, 2012). Nos resultados deste trabalho encontrou-se maior predominância de resíduos oriundos de embarcações, como madeira e isopor. E as áreas mais impactadas por resíduos foram as que apresentaram uma maior quantidade de plântulas, assim como, as áreas com maior representatividade de *Avicennia* apresentaram uma abundância de plástico e isopor e uma menor quantidade de vidro, esse fato pode ser atribuído a presença das raízes respiratórias, os pneumatóforos, que dificultam a circulação de materiais tipo plástico e isopor. Os autores (RESS; POND, 1995) elencam diversos fatores para justificar o reduzido número de trabalhos dessa natureza, dentre eles, a falta de padronização dos métodos de amostragem e avaliação, afetando desde a classificação dos resíduos ao esforço amostral empreendido, outro fator são as características intrínsecas do manguezal que dificulta a realização de tais trabalhos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo:

Esse estudo foi desenvolvido em manguezais dos estuários do rio Acaraú, cidade de Acaraú ($02^{\circ}49'94''$ S, $40^{\circ}05'14''$ W); do rio Aracatimirim, município de Itarema ($3^{\circ}49'13''$ S; $38^{\circ}24'8''$ W) e do rio Aracatiaçu em Amontada ($03^{\circ}23'43''$ S, $39^{\circ}51'20''$ W), no estado do Ceará (Figura 2). Nessas regiões, foram escolhidas três áreas (denominadas áreas impactadas) sob as mesmas condições ambientais (bosques mistos do médio estuário), sujeitas a pressões antrópicas, próximas de regiões portuárias e com disposição inadequada de resíduos sólidos. Além de três áreas controle (denominadas áreas conservadas), com baixo nível de perturbação ambiental, totalizando 6 áreas de amostragem (Quadro 1). As áreas foram selecionadas após análise das imagens de satélite da região e visitas aos manguezais, para constatação dos impactos.

Figura 2: Localização geográfica dos seis pontos de coleta nos manguezais dos estuários do Rio Acaraú, Aracatimirim e Aracatiaçu.



Fonte: Modificada a partir do site *Google Earth*, acesso em 25 de março de 2015.

Quadro 1: Pontos, locais, status, estuários e coordenadas geográficas dos ambientes de coletas.

Pontos	Local	Status	Estuário	Coordenadas geográficas
1	Porto do Aranaú	Resíduos Sólidos	Acaraú	S02'52.570 W040'07.621
2	Porto do Acaraú	Resíduos Sólidos	Acaraú	S02'52.570 W040'07.621
3	Ilha do Rato	Conservada	Acaraú	S02'50.946 W040'01.216
4	Porto dos Barcos	Resíduos Sólidos	Aracatimirim	S02'54.278 W039'53.038
5	Patos	Conservada	Aracatimirim	S02'50.838 W040'03.115
6	Moitas	Conservada	Aracatiaçu	S02'53.370 W040'06.812

Fonte: autora (2016).

A bacia do Acaraú está inserida na zona noroeste do Estado do Ceará, sendo drenada exclusivamente pelo rio Acaraú e seus afluentes. Ocupa uma área com cerca de 15 km², equivalente a 9,22% da área do Estado. O rio Acaraú nasce na serra das Matas, na região centro-oeste do estado do Ceará, percorre 315 km de extensão no sentido Sul-Norte e desemboca no Oceano Atlântico, no município de Acaraú. A temperatura média é de 27°C e pluviosidade aproximada de 1100 mm ao ano (FUNCEME, 2014a).

O rio Aracatimirim também está inserido na bacia litorânea, o mesmo tem cerca de (163 km²), é considerado um rio de pequeno porte, mas com grande influência no estuário da região, nasce no município de Santana do Acaraú, onde é denominado Rio Mirim, seguindo percurso o mesmo corta os municípios de Miraíma e Amontada, onde recebe aporte de água de um braço do Rio Aracati, e segue desaguando no município de Itarema. O clima apresenta médias térmicas de 26° a 27°C, com máximas de 30°C e mínimas de 19°C, com média de precipitação de 1070 mm ao ano (FUNCEME, 2014b). A região hidrográfica da bacia litorânea tem como

principal rio, o rio Aracatiaçu, com cerca de (3.414 km²), o mesmo nasce na serra de Santa Luzia e Tamanduá, região centro-norte do estado e se desenvolve por 181 km até sua desembocadura no distrito de Moitas município de Amontada (COGERH, 2008). A temperatura média é de 29°C e a pluviosidade média é cerca de 930 mm ao ano (FUNCEME, 2014c).

De forma geral, as florestas de mangue nessas regiões ocorrem em pequenas extensões e estão limitadas aos sistemas estuarinos, onde existe menor impacto da alta concentração de sais induzida pelo clima seco, com formação de importantes planícies hipersalinas e onde se encontram áreas abrigadas do hidrodinamismo (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990). Esta região é um ambiente de alta vulnerabilidade à pressão antrópica, devido a diversos fatores como o crescimento das cidades, o aumento populacional (IBAMA, 2005) e pela destinação inadequada de resíduos sólidos provenientes das artes de pesca e região portuária (SECUNDO-JUNIOR; SHIMABUKURO; MAIA, 2012).

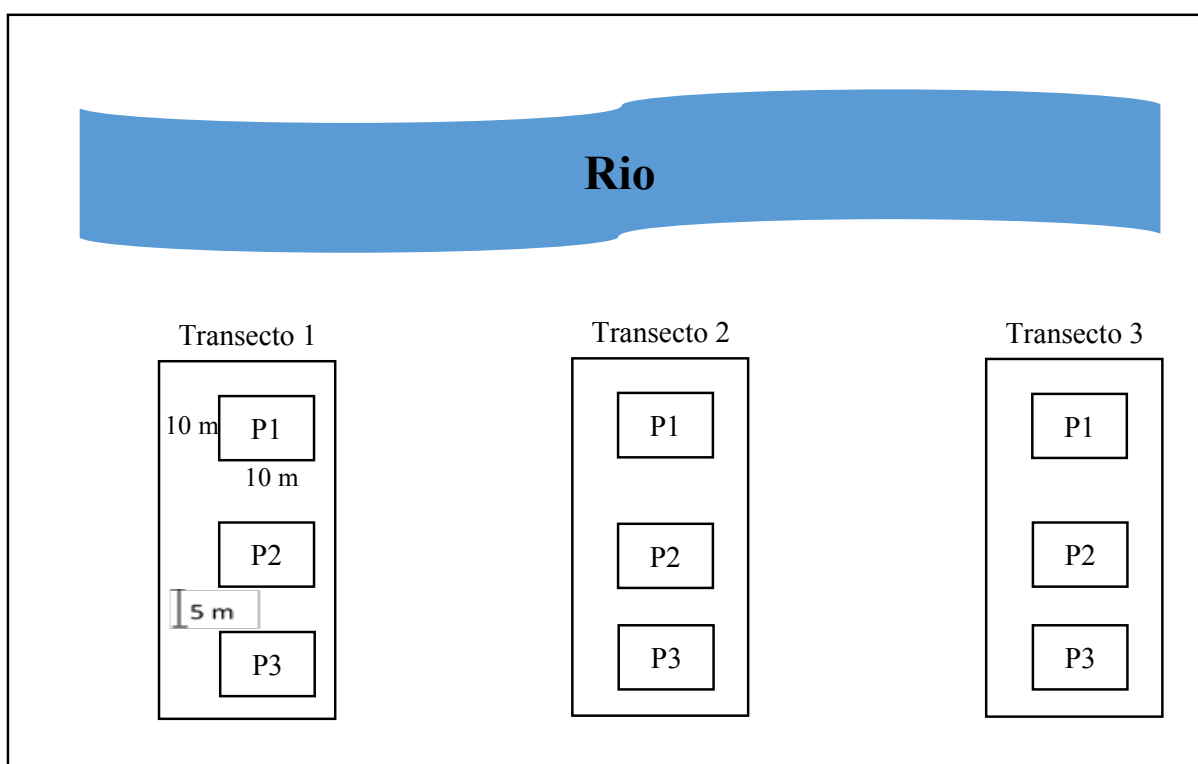
3.2 Estrutura vegetal:

A caracterização da estrutura vegetal do manguezal foi baseada na metodologia proposta por Schaeffer-Novelli; Cintrón (1986), que consiste no emprego de parcelas múltiplas formando transectos, adaptada por Maia e Coutinho (2012) que propõem a replicação dos transectos (Figura 3). Para a identificação e contabilização das plantas foi utilizado o mesmo desenho amostral da coleta dos resíduos sólidos com escolha aleatória dos transectos e as parcelas medindo 100m² e distanciando 5 metros entre si. Em cada parcela, as plantas foram contabilizadas, identificadas quanto à espécie, tiveram a altura das árvores estimada com auxílio de um clinômetro, e a circunferência medida a altura do peito (1,30m do solo). Para as plântulas, (indivíduos menores que 1,30 m) foi obtido, com o auxílio de um paquímetro, o diâmetro do tronco abaixo da primeira ramificação. Posteriormente, os dados da circunferência obtidos (CAP) foram transformados em diâmetro à altura do peito ($DAP = CAP/\pi$) e foram calculados para cada área os valores médios da altura, do DAP, e da área basal dos indivíduos ($\pi/40.000 \times DAP^2$) além da frequência e dominância relativa por espécie (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986). A frequência é a porcentagem de parcelas em que se encontra uma determinada espécie, sendo calculada da seguinte maneira: Frequência relativa = frequência de uma espécie/soma das frequências de todas as espécies x 100. A dominância relativa é o percentual da área basal de uma espécie em relação à área basal de todas as espécies e foi calculada da seguinte forma: Dominância relativa = dominância de uma espécie/dominância total x 100.

3.3 Coleta e triagem de resíduos sólidos

Para a coleta dos resíduos sólidos nos bosques de manguezais analisados foram demarcados três transectos de forma aleatória e em cada transecto foram estabelecidos três parcelas com dimensões de 100 m^2 ($10\text{m} \times 10\text{m}$), distanciando 5 metros entre si, vale ressaltar, que esses pontos se localizaram perpendicularmente ao rio a partir do início da faixa de vegetação (Figura 3).

Figura 3: Desenho amostral com a demarcação dos transectos (T) e parcelas (P) para caracterização da estrutura vegetal e coleta dos resíduos sólidos.



Legenda: P1 – parcela 1; P2 – parcela 2; P3 – parcela 3. Fonte: autora (2016).

Todos os resíduos sólidos encontrados dentro das áreas demarcadas, incluindo os fragmentos, foram coletados manualmente, colocados em sacolas de plástico de 100 litros e levados para o laboratório do *campus* do IFCE da cidade de Acaraú para posterior triagem. Os resíduos foram coletados separadamente por parcelas, sendo cada sacola identificada com fita adesiva e pincel, contendo a informação do transecto e parcela de onde foram encontrados os materiais (figura 4 A). Os procedimentos de triagem se deram no pátio do *campus*, onde inicialmente todas as sacolas foram separadas, por transecto e parcela, o que significa dizer que uma única parcela apresentavam vários sacos com lixo (figura 4 B). Cada sacola era aberta por vez e com o auxílio de uma mangueira a jato de água todos os itens eram lavados com objetivo

de retirar o sedimento lamoso característico do ambiente de manguezal (figura 4 C, D e E). Posterior à lavagem, os materiais permaneciam expostos ao sol até secar o excesso de água.

Figura 4: Triagem dos resíduos sólidos no pátio do *campus* do IFCE. A- identificação das sacolas; B- separação das sacolas por transecto coletado; C, D e E- lavagem dos resíduos.



Fonte: autora (2016).

Os materiais foram colocados em baldes de plásticos de capacidade de 15 litros e levados para o interior do laboratório onde foram pesados em balança de piso com capacidade máxima de 50 quilogramas (kg). A classificação dos resíduos se deu de acordo com dois critérios, a matéria prima (composição) de cada item (separação em classes) e pelo uso predominante (tipo), originando oito classes, e foi baseada no trabalho de Costa e Cordeiro (2010). Entretanto, optou-se em trabalhar a massa dos resíduos pelo fato de encontrar-se materiais muito fragmentados, especialmente o isopor. As classes de madeira, isopor, cordas e concreto ficaram em classes separadas, por estarem em grandes volumes. A classe madeira contou com a presença somente de fragmentos de tábuas com tintas e/ou pregos. Já a classe dos

isopores, possuía pedaços deste material em todos os tamanhos possíveis, e os concretos muitas vezes, estavam acoplados em pedaços de isopor. A classe de plásticos em geral incluiu todos os tipos de plásticos encontrados. Já os itens que foram encontrados em pequenas quantidades e composição diferente das classes definidas, foram colocados juntos no grupo dos diversos. Enquanto o grupo dos metais e similares incluiu todos os itens que apresentava algum elemento de metal em sua composição. A classe dos vidros abrangeu todas as garrafas (frascos), principalmente de bebida alcoólica, e os restos de lâmpadas incandescentes e fluorescentes (Quadro 2).

Com base no trabalho de Belarmino e colaboradores (2014), os resíduos também foram classificados de acordo com sua origem provável, dessa forma, todos os resíduos se dividem em dois grupos: I - grupo dos resíduos provenientes da pesca, que é composto pelos itens isopor, madeira, cordas, concreto, linha de rede e filtro de óleo para motor; II - grupo de resíduos domésticos, formado pelos plásticos em geral, metais e similares, vidro e a classe dos diversos.

Quadro 2: classificação de resíduos sólidos segundo composição (classe) e uso predominante (tipo).

COMPOSIÇÃO (classe)	USO (tipo)
1 – Madeira	Pedaços de madeira; cabos de vassoura; tábuas.
2 – Isopor	Fragmentos de isopor.
3 - Plásticos em geral	Pet; sacola plástica; embalagem de item alimentar; garrafas (< 500ml); embalagem de óleo automotivo; encerrado de mesa; linha de rede; frascos de cosméticos e de material de limpeza; embalagem tetrapak;
4 – Cordas	Fragmentos de cordas.
5 - Concreto	Fragmentos de concreto.
6 - Metais e similares	Filtro de óleo para motor; embalagem (lata) de tinta; latinhas de bebida; utensílios domésticos (panela); pedaço de ferro.
7 – Vidro	Garrafas de bebida; lâmpadas incandescente e fluorescente;
8 – Diversos	Trapos; fraldas descartáveis; espuma (colchão); sandálias; pneu; liga de borracha; pincel para pintura; papelão; luva de borracha; máscara descartável.

Fonte: adaptado de Costa e Cordeiro (2010).

Realizou-se uma descrição detalhada das classes de resíduos, sendo identificado a massa de cada resíduo e qual classe foi mais representativa, com o objetivo de visualizar qual área apresentou maior quantidade (massa) de resíduos.

3.4 Sedimento e fatores abióticos

Em cada transecto, foi coletada uma amostra de sedimento para análise granulométrica, com auxílio de um amostrador cilíndrico de PVC (“core”) com 15 cm de diâmetro, enterrados a 10 cm de profundidade (Figura 5). As análises granulométricas foram realizadas por meio de

metodologia padrão de peneiramento e pipetagem, e a determinação do conteúdo de matéria orgânica (MO), realizado nos Laboratórios de Solos do Instituto Federal do Ceará – *Campi Sobral e Limoeiro do Norte*.

Figura 5: Amostrador cilíndrico de PVC – *core* (A). Coleta de sedimento em campo (B).



Fonte: autora (2016).

A metodologia utilizada para as análises granulométricas consiste na separação de 20g de sedimento em cada amostra, que foram colocados em becker de 250 ml e misturados a 10 ml de hidróxido de sódio (NaOH) e 100 ml de água destilada. A mistura foi homogeneizada com o auxílio de um bastão de vidro e deixada em repouso por 24 horas. Em seguida, essa mistura foi transferida para o agitador elétrico com o auxílio de jatos de água, até o volume chegar a 300ml e a agitação por três minutos. O conteúdo do agitador foi passado por uma peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 mm, colocada sobre um funil apoiado em uma proveta de 1.000 ml, o material foi bem lavado com água destilada para que ficasse apenas a fração de areia sobre a peneira. A proveta foi completada com água destilada até 950 ml. Na sequência, o sedimento de areia retido na malha foi colocado em latas de alumínio previamente identificadas e de peso conhecido, sendo levadas para a estufa por 24 horas à 105°C. Decorrido esse tempo os frascos foram retirados, colocadas em um dessecador e pesadas novamente. Em seguida essa areia dos frascos foi colocada em um dispersor de solos com malha de 0,250 mm

e foi agitada por 7 minutos. O que ficou retido na malha foi descartado e o que passou pela malha foi colocado de volta nas latas e pesado novamente (SILVA, 2009).

A solução de silte e argila que ficou na proveta foi agitada por 1 minuto com um agitador manual (bastão com tampa de borracha) e ao final da agitação verificou-se a hora. Em outra proveta foi colocada uma substância controle, constituída por dispersante NaOH e água destilada, sendo também agitada por 1 minuto. A temperatura de todas as provetas foram medidas com o auxílio de um termômetro, com isso, foi consultado o tempo de sedimentação das partículas para uma profundidade de 5cm. Esse tempo de sedimentação é calculado pela Lei de Stokes. Após decorrido esse tempo de sedimentação, introduziu-se na proveta, uma pipeta de 25 ml até 5 cm de profundidade para coletar o material em suspensão, sendo este material transferido para um becker de 50 ml, com peso conhecido, que foi levado a estufa para que toda a água evaporasse. Em seguida, os becker foram retirados da estufa e colocados em um dessecador para posterior pesagem. Os resultados de cada etapa foram notados e interpretado de acordo com a metodologia proposta por Silva (2009).

A determinação do conteúdo de matéria orgânica total (MOT) foi realizada por meio do método volumétrico pelo bicromato de potássio. Para isso, triturou-se 10 cm³ da amostra de sedimento em um Gral. O material triturado foi passado em uma peneira de malha 0,250 mm. Do sedimento peneirado separou-se 0,5 g em um erlenmeyer, e adicionou-se 10 ml da solução de bicromato de potássio. Em outro erlenmeyer preparou-se uma solução controle, sendo adicionado somente o bicromato de potássio, sem o acréscimo do sedimento. Todos os frascos foram levados para Bateria de Sbeling, para aquecimento por 5 minutos. Depois de retirados da Bateria de Sbeling aguardou-se o resfriamento do material para posteriormente ser adicionado 80 ml de água destilada, 1 ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas de difenilamina. Essa solução inicialmente foi agitada manualmente, e depois levada para um agitador magnético. Após o tempo de agitação, a titulou-se a amostra com uma solução de sulfato ferroso amoniacal. As análises dos resultados foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Silva (2009).

Também foram obtidos dados de salinidade com auxílio de um refratômetro, temperatura e umidade com auxílio de um termohigrômetro, pH, Oxigênio dissolvido, sólidos totais, com auxílio de sonda multiparamétrica (HI 9829, HANNA Instruments), no momento da coleta, em cada transecto.

3.5 Análise estatística

Os dados de resíduos sólidos foram descritos de acordo com suas características, quantificados em relação a massa e agrupados em classes.

Para realizar as análises estatísticas, primeiramente foram testadas a normalidade e a homogeneidade dos dados. Em seguida, foi realizada uma análise descritiva dos parâmetros analisados na estrutura da vegetação. Para analisar comparativamente à altura, o DAP, e à área basal entre os manguezais foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA) (UNDERWOOD, 1997). Quando encontradas diferenças entre as médias, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$), utilizou-se o teste de comparações múltiplas de *Tukey*. Os dados obtidos em árvores adultas e plântulas foram avaliados separadamente assim como os dados de indivíduos vivos e mortos.

O relacionamento entre a estrutura do bosque (densidade de cada uma das espécies) com as características granulométricas do sedimento e a matéria orgânica foram avaliados usando uma Análise de Correlação, essa mesma análise foi utilizada para avaliar a correlação entre as classes de resíduos e as espécies (estrutura) dos boques. Para subsidiar a seleção dos descritores ambientais a serem utilizados nessa análise, utilizou-se uma correlação entre todas as variáveis, retirando das análises os parâmetros altamente correlacionados ($R \geq 0,95$). Todas essas análises foram realizadas utilizando o programa STATISTICA for windows® versão 7.0.

O padrão de variação na estrutura das comunidades de flora foi avaliado com uma Análise de Agrupamento (Cluster) a partir do índice de similaridade de Bray-Curtis, usando o programa PRIMER v6 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research, Clarke & Gorley, 2006). Também por meio desse programa foram realizadas a Análise de Similaridade (ANOSIM) e a Percentagem de Similaridade (SIMPER), visando detectar variações espaciais entre manguezais.

Os dados granulométricos (areia grossa, areia fina, silte e argila), a matéria orgânica e as variáveis abióticas (pH, oxigênio dissolvido, concentração de oxigênio por litro, sólidos totais dissolvidos em água, turbidez, temperatura e condutividade), foram submetidas à Análise de Componentes Principais (PCA), com objetivo de verificar a similaridade entre as áreas estudadas. Essa análise foi realizada utilizando o programa PRIMER, e a confecção dos gráficos foi feita no programa PAST.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização das áreas de estudo

Os valores da análise granulométrica e teor de matéria orgânica das áreas de estudo estão sumarizados na Tabela 01. O teor de matéria orgânica e de carbono no sedimento das seis áreas apresentaram valores semelhantes quando comparado as áreas de resíduos e as conservadas. Mesmo assim, destacam-se os maiores valores de carbono e matéria orgânica nas áreas conservadas 1 e 3 (Ilha do Rato e Moitas).

A descrição textural do solo mostrou frações de areia grossa e silte maior nas áreas impactadas por resíduos sólidos em comparação com as áreas conservadas. Enquanto, as frações de sedimento areia fina e argila tiveram maior predominância nas áreas conservadas. De acordo com essa classificação textural do sedimento, observaram-se diferenças no tipo de solo nos locais de estudo, sendo observado nas áreas com disposição de Resíduos Sólidos 2 e 3 sedimento franco arenoso, e a área de resíduo sólido 1 sedimento franco siltoso. Enquanto, as áreas Conservadas 1 e 2 apresentaram solos compostos de areia franca, divergindo da Conservada 3 que apresentou sedimento franco arenoso.

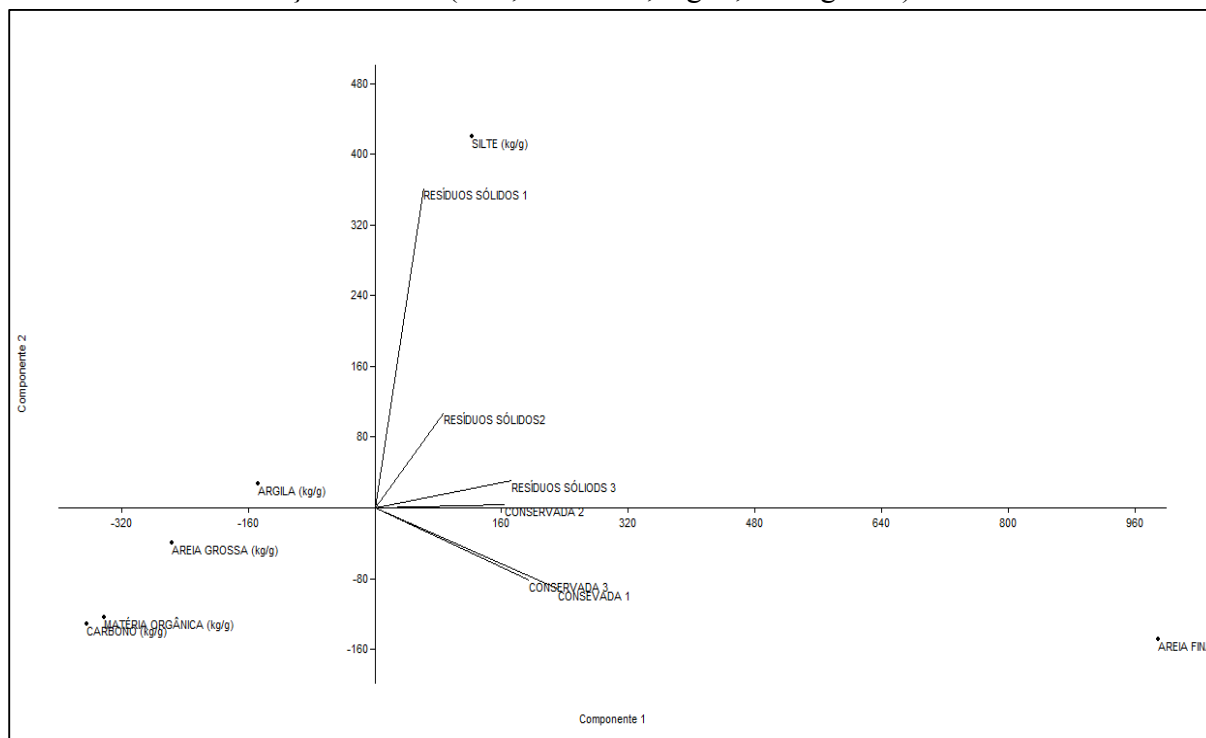
A variação das características sedimentares nas áreas amostradas correspondeu aos dois primeiros eixos da análise de componentes principais, explicando 96,8% da variação (Figura 6). Analisando o primeiro eixo (85, 3%), observa-se uma correlação positiva com silte e argila e uma correlação negativa com areia fina, areia grossa, matéria orgânica e carbono. O segundo eixo (96, 8 %), mostrou uma correlação positiva com silte e areia fina e uma correlação negativa com argila, areia grossa, matéria orgânica e carbono. A análise de PCA mostra semelhança entre as áreas de resíduos devido as frações de silte e argila, enquanto a semelhança entre as áreas conservadas ocorreu devido ao teor de matéria orgânica, carbono, areia fina e areia grossa.

Tabela 1: Média ($\pm$ DP) do total de Carbono (C), Matéria Orgânica (MO), frações granulométrica e classificação

ÁREAS	C (g/kg) Média $\pm$ DP	MO (g/kg) Média $\pm$ DP	AREIA GROSSA (g/kg) Média $\pm$ DP	AREIA FINA (g/kg) Média $\pm$ DP	SILTE (g/kg) Média $\pm$ DP
RESÍDUOS SÓLIDOS 1	12,88 $\pm$ 2,25	22,203 $\pm$ 3,87	45,69 $\pm$ 16,62	188 $\pm$ 19,82	575,53 $\pm$ 19,82
RESÍDUOS SÓLIDOS 2	10,66 $\pm$ 1,83	18,37 $\pm$ 3,15	258,95 $\pm$ 50	347,25 $\pm$ 66	300,6 $\pm$ 18,37
RESÍDUOS SÓLIDOS 3	12,32 $\pm$ 9,93	21,24 $\pm$ 20,57	62,76 $\pm$ 58,36	590,53 $\pm$ 28	264,93 $\pm$ 16,24
CONSERVADA 1	16,58 $\pm$ 18,24	28,58 $\pm$ 31,46	28 $\pm$ 6,44	576,6 $\pm$ 49	214,66 $\pm$ 31,46
CONSERVADA 2	5,61 $\pm$ 3,10	9,68 $\pm$ 5,35	60,66 $\pm$ 20,20	679 $\pm$ 7,80	130,33 $\pm$ 54,61
CONSERVADA 3	19,58 $\pm$ 5,3	28,58 $\pm$ 9,68	28 $\pm$ 7,93	576,66 $\pm$ 39,95	214,6 $\pm$ 17,58

(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto do Rato; Conservada 2 -Patos; Conservada 3 – Moitas). Fonte: autora (2016).

Figura 6: Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando teor de Matéria Orgânica, Carbono e a classificação textural (silte, areia fina, argila, areia grossa) do solo.



(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1 - Ilha do Rato; Conservada 2 - Patos; Conservada 3 - Moitas).

As variações médias dos principais fatores abióticos monitorados, durante o período de estudo não apresentaram diferenças entre as áreas impactadas por resíduos sólidos e as áreas conservadas (Tabela 2).

A temperatura ambiente variou de 27,5°C à 32,1°C, nos dias de coletas, enquanto a temperatura do solo e da água tiveram médias de $31,54 \pm 1,80$ DP e $28,53 \pm 2,15$ respectivamente. A maior média de salinidade foi encontrada nas áreas impactadas por resíduos sólidos $40,93 \text{ ppm} \pm 3,9$, em comparação com áreas conservadas $36,44 \text{ ppm} \pm 2,00$. E o teor de umidade variou de 58% a 78% nos dias amostrados.

Os percentuais de oxigênio dissolvido variaram de 33% a 105% nos dias de coletas. A concentração de oxigênio por litro foi semelhante em todas as áreas trabalhadas, com valores médios de $4,21 \text{ mg. L}^{-1} \pm 0,96$ DP. O pH dos canais de marés dos rios estudados mostrou pequena variação, com valores mínimos de 7,5 e máximo 8,8 sendo considerado normais devido as áreas que sofrem com influência de água marinha, refletindo a influência do ciclo de marés. É importante destacar que as áreas impactadas por resíduos sólidos apresentaram menores valores de pH com média $7,7 \pm 0,27$ DP, em comparação com as conservadas tendo média de $8,24 \pm 0,22$ DP.

A turbidez mensurada no período de estudo apresentou-se sempre com níveis semelhantes nas áreas estudadas, sendo os valores um pouco mais baixos nas áreas conservadas e valores maiores nas áreas impactadas por resíduos sólidos. A figura 7 mostra a análise de PCA dos parâmetros abióticos da água nas seis áreas estudadas. A relação entre esses fatores abióticos é explicada por meio de dois componentes com um percentual de 94,7%. O primeiro eixo (90, 4%) mostra uma relação positiva entre os seguintes fatores: salinidade, condutividade, sólidos totais dissolvidos em água e temperatura da água e negativamente se relaciona com o oxigênio dissolvido, pH, concentração de oxigênio por litro e turbidez da água. O segundo eixo (94, 7%), tem uma relação positiva com a salinidade, condutividade e oxigênio dissolvido. A relação negativa nesse segundo eixo é com sólidos totais, temperatura da água, turbidez, pH e concentração de oxigênio por litro. Essa análise mostra que as áreas de resíduos 1 e 3 e a conservada 3 são bastante semelhantes devido os parâmetros de condutividade e a salinidade da água. Enquanto as conservadas 1 e 2 e a resíduo 2 se assemelham devido ao parâmetro do oxigênio dissolvido.

De acordo com Duke (1998) e Costa (2010), o desenvolvimento de florestas de manguezal é condicionado por um conjunto de fatores abióticos, entre eles, salinidade, granulometria do sedimento, temperatura, pH, concentração de oxigênio, turbidez e hidrodinâmica do fluxo de água doce (rio) e da salgada (estuário e mar), por esse motivo o presente trabalho buscou caracterizar suas áreas de estudo fazendo uma descrição destes parâmetros anteriormente citados em todas seis áreas. Ainda segundo esses autores, tanto a intensidade dos fluxos de matéria quanto os de energia entre o manguezal e os ecossistemas vizinhos dependem dos regimes e periodicidade desses fatores abióticos.

Com base nas análises de sedimento observou-se que as frações de matéria orgânica e carbono apresentaram pequenas variações entre as seis áreas estudadas, os valores médios de matéria orgânica variaram entre 9, 68 g/kg e 28, 58 g/kg, enquanto as medidas de carbono foram 5 g/kg e 19,58 g/kg. Mesmo assim os maiores valores foram encontrados nas áreas conservadas, isso pode ser devido ao melhor desenvolvimento estrutural da vegetação nessas áreas conservadas. O teor de matéria orgânica encontrada neste estudo corrobora com os valores de matéria orgânica encontrados por Costa (2010) em seu trabalho no estuário de Apodi/Mossoró (RN), onde foi monitorado os parâmetros de matéria orgânica e carbono em três setores do estuário, e os valores de matéria orgânica variaram de 9,8 a 29,4. Enquanto o teor de carbono foi entre 19,5 e 50,6 não se assemelhando com os resultados do presente estudo. Costa (2010), ainda destaca que os maiores valores desses parâmetros foram registrados em direção à foz do estuário, coincidindo com o setor de maior desenvolvimento estrutural da vegetação. Andrade

(2013), em sua pesquisa sobre a caracterização de solos de floresta de mangue no estuário do rio São Francisco, registra uma elevada concentração de matéria orgânica com valores médios de 77, 92 g/dm³, se contrapondo aos valores médios de matéria orgânica encontrados no presente trabalho. Os autores Cuzzuol e Campos (2001) afirmam que os manguezais, normalmente, apresentam teores de matéria orgânica oscilando entre 10 e 40 g/dm⁻³.

As frações granulométricas do solo nas áreas de estudo apresentaram maiores médias de areia fina, seguida por silte, argila e areia grossa. Resultados semelhantes foram mostrados por Borges *et al.*, (2007) estudando sedimento de manguezal na baía de Guanabara (Estado do Rio de Janeiro), também encontrou altos teores de argila e silte (textura fina) nas áreas de estudo. Resultados pouco diferentes foram encontrados por Costa (2010), no estuário Apodi/Mossoró, onde as análises granulométricas apresentaram a seguinte ordem decrescente de concentração: silte > argila > areia. Os trabalhos pioneiros de Odum (1977) e Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983) definem que os solos de manguezal são extensos depósitos de argila. Andrade (2013) ressalta que os atributos do solo podem expressar as condições de preservação ou degradação dos manguezais, condições estas que estão diretamente relacionadas à distribuição e ao grau de desenvolvimento das espécies vegetais.

Os parâmetros abióticos apresentaram pequenas variações médias nas áreas de estudo. As temperaturas do ambiente, solo e água apresentaram uma variação média entre 27°C a 32°C, caracterizando um ambiente com condições térmicas favorável para o equilíbrio biológico, e consequentemente, químico do sistema estuarino em estudo. Azevedo *et al.*, (2011) ao comparar dois estuários sob diferentes influências antropogênicas, estuário de Santos – São Vicente e Cananeia, em períodos sazonais diferentes observaram temperaturas elevadas, de 25 a 30 °C, no verão. Temperatura em torno dos 30 °C, também foi observada na água superficial do estuário bragantino amostrada no verão, com baixa pluviometria (BARBOSA, *et al.*, 2015). A média de oxigênio dissolvido foi de 40, 93% a 90, 26%, vale destacar que os valores de oxigênio dissolvido mantiveram-se entre 40, 50 e 60%, apenas a área de resíduos sólidos 2 mostrou o valor de 90%, a quantidade de oxigênio disponível na água é de grande importância para o desenvolvimento de todas as comunidades biológicas presentes no ambiente. A baixa concentração de oxigênio dissolvido (4,21 mg/L) verificada na água superficial pode ter sido influenciada pelas atividades oxidantes do meio, como a decomposição de matéria orgânica presentes em ambientes de manguezais. De acordo com Lacerda (1994), no ecossistema de manguezal, durante o processo de decomposição microbiana da matéria orgânica, o oxigênio é rapidamente consumido e é fracamente difundido no substrato.

A ocorrência de altas taxas de partículas de material suspenso (30,8 g/L) na água (27,9 FNU) é normal em áreas de manguezal. No ambiente de estudo a salinidade média observada (38,6) é influenciada tanto pela variação das marés (maior interferência da água do mar), como pelo aporte de água doce da foz do rio Acaraú. Pascoalini e colaboradores (2014), afirmam que a salinidade influencia diretamente o desenvolvimento e a estrutura da vegetação, de tal forma que quanto maior o teor de sal no local menor será a produtividade e isto irá refletir na estrutura de todo o bosque. Ainda com relação a influência dos parâmetros ambientais com o desenvolvimento e a distribuição das espécies vegetais do manguezal, uma das variáveis ambientais que mais pode influenciar na ocorrência e distribuição é a salinidade, tanto da água como do sedimento (SCHAEFFERNOVELLI e CINTRÓN, 1986; DUKE *et al.*, 1998).

No presente trabalho os valores de pH registrados foram no mínimo de 7,5 e máximo de 8,8. De acordo com Barbosa *et al.*, (2015), o pH da água estuarina normalmente está entre 7 e 9 o que indica um ambiente alcalino característico do período de seca. A pesquisa de Costa (2010), objetivando analisar a relação entre a distribuição das espécies de mangue com parâmetros geoquímicos da água e do solo no estuário do rio Apodi/Mossoró, mostrou valores de pH variando entre 8,2 a 8,6 que foram considerados de caráter básico. Para os autores Fernandes e Peria (1995), o solo do mangue normalmente apresenta uma faixa de pH entre 4,8 e 8,0.

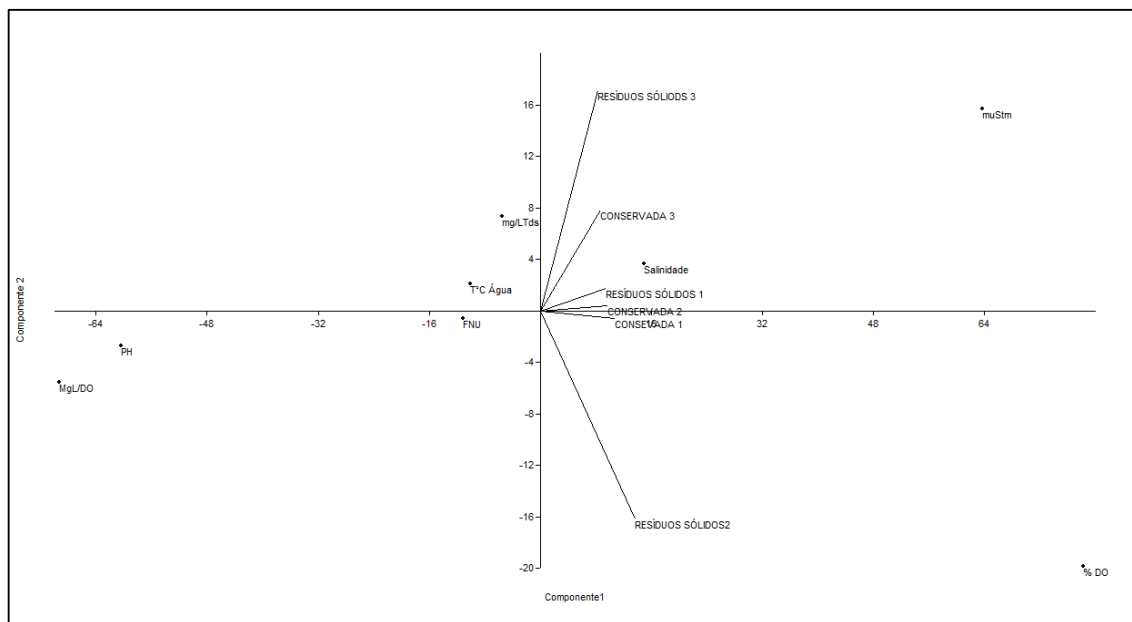
Nesta pesquisa, os fatores abióticos aferidos nas áreas de estudos se apresentaram semelhantes as demais áreas de manguezais, não indicando diferença entre áreas conservadas e impactadas. Esse resultado indica que as variações encontradas na estrutura vegetal (como no DAP, área basal e densidade de indivíduos) do presente trabalho são decorrentes do impacto por resíduos sólidos e não dos fatores abióticos presentes nas áreas de estudo.

Tabela 2: Média de Valores dos Fatores Abióticos nas áreas de estudo.

ÁREAS	pH	% OD	MgL/ DO	muStm	Mg/LTds	FNU	T°C água	T
RESÍDUOS SÓLIDOS 1	7,69±0,21	58,1±7,69	3,66±0,40	55,03±0,22	27,5±0,14	25,01±3,17	27,98±0,09	2
RESÍDUOS SÓLIDOS 2	8,15±0,10	90,26±9,94	5,59±0,50	64±0,22	32±0,11	33,7±12,50	32,21±0,32	3
RESÍDUOS SÓLIDOS 3	7,55± 0,17	40,93±12,54	2,95±0,77	61,02±2,10	30,52±1,06	26,16±18,4 5	27,91±0,28	3
CONSERVADA 1	8,07±0,03	67,36±0,41	4,11±0,07	60,78±0,82	30,35±0,43	24,83±3,7	29,83±0,65	3
CONSERVADA 2	8,17±0,31	51,4±3,7	3,91±0,15	56,94±3,6	28,47±3,23	34,48±0,73	27,99±0,95	3
CONSERVADA 3	8,48±0,02	52,1±0,7	5,05±0,03	56,98±0,03	35,91±0,01	23,63±2,2	25,26±0,14	2

(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto do Rato; Conservada 2 -Patos; Conservada 3 – Moitas).
Legenda: (pH - Potencial Hidrogeniônico); (%DO – Oxigênio dissolvido); (Mg L/ DO – Concentração de O2 por litro); (muStm – Oxigênio dissolvido em água); (FNU – Turbidez da água); (T° - Temperatura). Fonte: autor (2016).

Figura 7: Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando os parâmetros abióticos da água (Ph; %OD, MgL/DO, muStm, mg/LTds, FNU, T° água).



Legenda: (pH - Potencial Hidrogeniônico); (%DO – Oxigênio dissolvido); (MgL/ DO – Concentração de O2 por litro); (muStm - Condutividade); (mg/LTds - Sólidos Totais dissolvido em água); (FNU – Turbidez da água); (T° - Temperatura).

(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1 - Ilha do Rato; Conservada 2 -Patos; Conservada 3 – Moitas).

4.2 Estrutura vegetal

Em todas as seis áreas estudadas foram contabilizadas 2.465 árvores, sendo que 2.255 estavam vivas e 210 mortas. Essas pertenciam a quatro espécies de mangue: o mangue vermelho *Rhizophora mangle* (L.) (Rhizophoraceae), o mangue preto, *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Avicennia shaueriana* (Avicenniaceae), e o mangue branco, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (Combretaceae).

A espécie dominante foi *R. mangle* (40%), seguida por *L. racemosa* (24%) e *A. germinans* (23%), enquanto a *A. schaueriana* apresentou menor dominância (13%). Em relação à frequência observou-se a *L. racemosa* (42%) sendo mais frequente na amostra estudada, seguida por *A. shaueriana* (21%) e *A. germinans* (19%), enquanto a *R. mangle* (18%) foi um pouco menos frequente.

Avaliando a composição dos boques de acordo com o tipo de impacto sofrido (Tabela 3), observa-se que as áreas de resíduos 1, 2 e 3 bem como, a área conservada 3 apresentaram maior frequência da espécie de *L. racemosa*. Em relação ao parâmetro

dominância, em resíduo 1, a espécie dominante foi *A. germinans* e em resíduos 2 e conservada 3 a *L. racemosa* foi dominante. A área de resíduos 3 apresentou dominância de *R. mangle*. Enquanto, a conservada 2 obteve maior frequência e dominância de *R. mangle*. Já a área conservada 1 apresentou uma maior de dominância de *A. germinans* e maior frequência *R. mangle*.

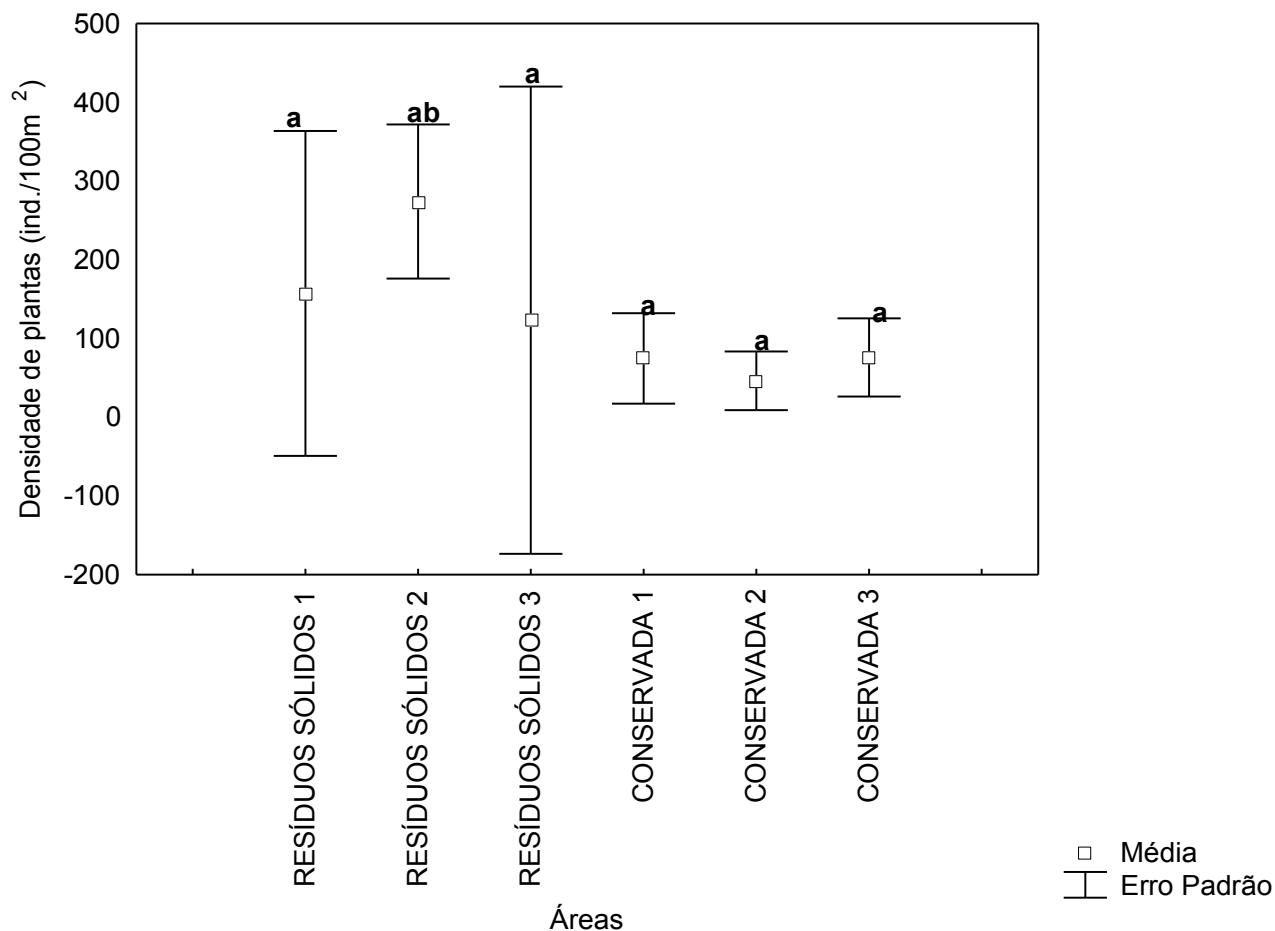
Tabela 3: Dominância e Frequência relativas das árvores vivas de mangue nas áreas de estudo. Valores expressos em %. (Legenda das áreas: Resíduos Sólidos: RS.; Conservada: CONS.)

Parâmetro/Área	RS1	RS2	RS3	CONS.1	CONS.2	CONS.3
Dominância <i>A. shaueriana</i>	21	10	17	12	6	5
Dominância <i>A. germinans</i>	45	28	7	54	7	12
Dominância <i>L. racemosa</i>	33	55	14	1	1	81
Dominância <i>R. mangle</i>	1	7	62	33	86	2
Frequência <i>A. shaueriana</i>	17	26	18	42	3	8
Frequência <i>A. germinans</i>	21	31	2	10	11	12
Frequência <i>L. racemosa</i>	65	33	50	2	9	76
Frequência <i>R. mangle</i>	1	10	29	46	77	4

(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos (RS) 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 – Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada (CONS) 1 - Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos.) Fonte: autora (2016).

Todos os boques estudados apresentaram uma densidade média de $31,31 \pm 41,37$ de árvores. A densidade de indivíduos nas áreas impactadas por resíduos foi maior que nas áreas conservadas, mostrando um padrão distinto entre as áreas ($F_{5,12} = 5,1820$; $p \leq 0,001$) (Figura 8). A área de resíduo 2 apresentou um maior números de plantas, sendo considerada a mais densa de toda amostra.

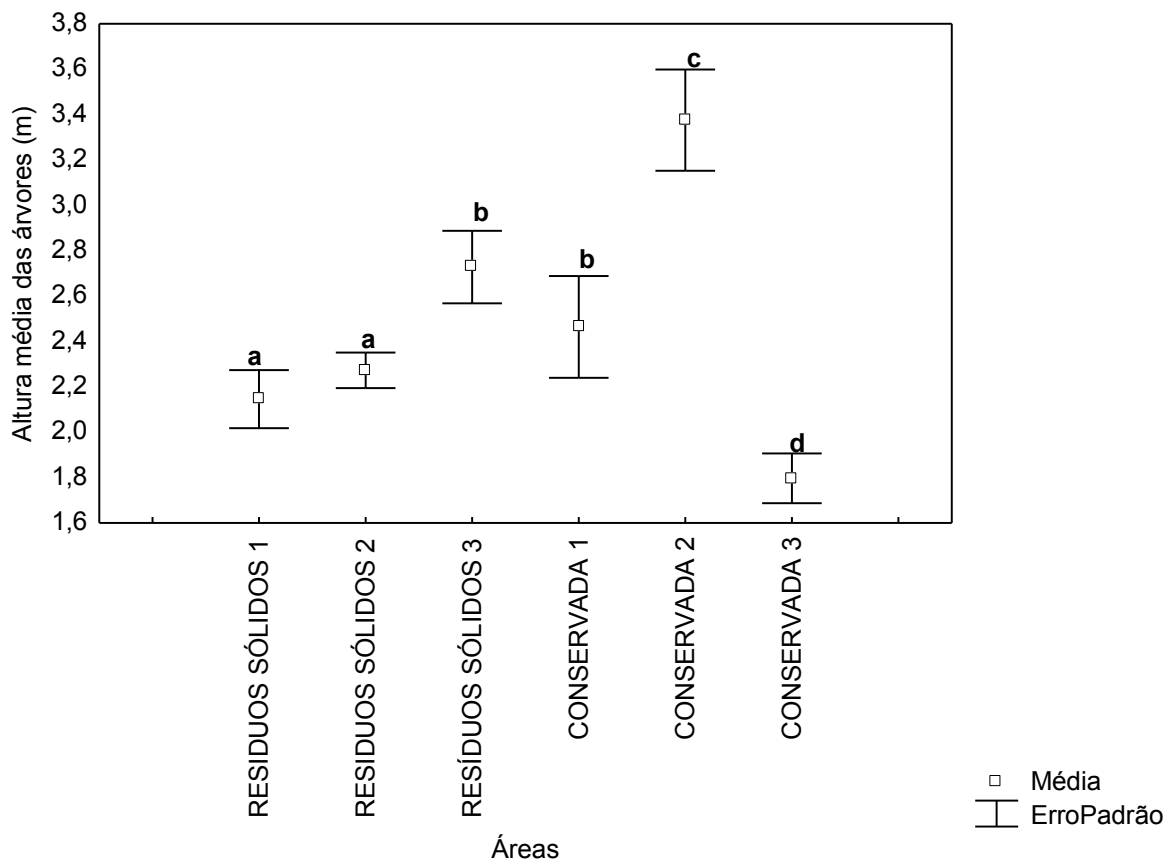
Figura 8: Densidade média de indivíduos vivos de mangue $\pm$ erro padrão nos estuários estudados. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste *Tukey*.



(Detalhamento das áreas de estudo: Impactadas - Resíduos Sólidos 1 (Porto de Aranaú); Resíduos Sólidos 2 (Porto de Acaraú); Resíduos Sólidos 3 (Porto dos Barcos); Conservadas - Conservada 1 (Ilha do Rato); Conservada 2 (Moitas); Conservada 3 (Patos).

As árvores dos bosques estudados apresentaram uma altura média de $2,44\text{m} \pm 1,55$ DP, variando entre elas ($F_{5, 2596} = 41,55$; $p \leq 0,001$) (Figura 9). O teste de *Tukey* indica que as áreas de resíduos 1 e 2 tem padrões semelhantes para a baixa altura das árvores, assim como, a conservada 3 que se diferenciou das demais áreas por apresentar plantas com o menor padrão de altura entre as áreas estudadas. Os boques de resíduo 3 e conservada 1, eram constituídos de árvores com alturas intermediárias, e a área conservada 2 apresentou plantas com as maiores alturas. A partir dessas análises observa-se um padrão de altura das árvores bem distinto entre as áreas estudadas.

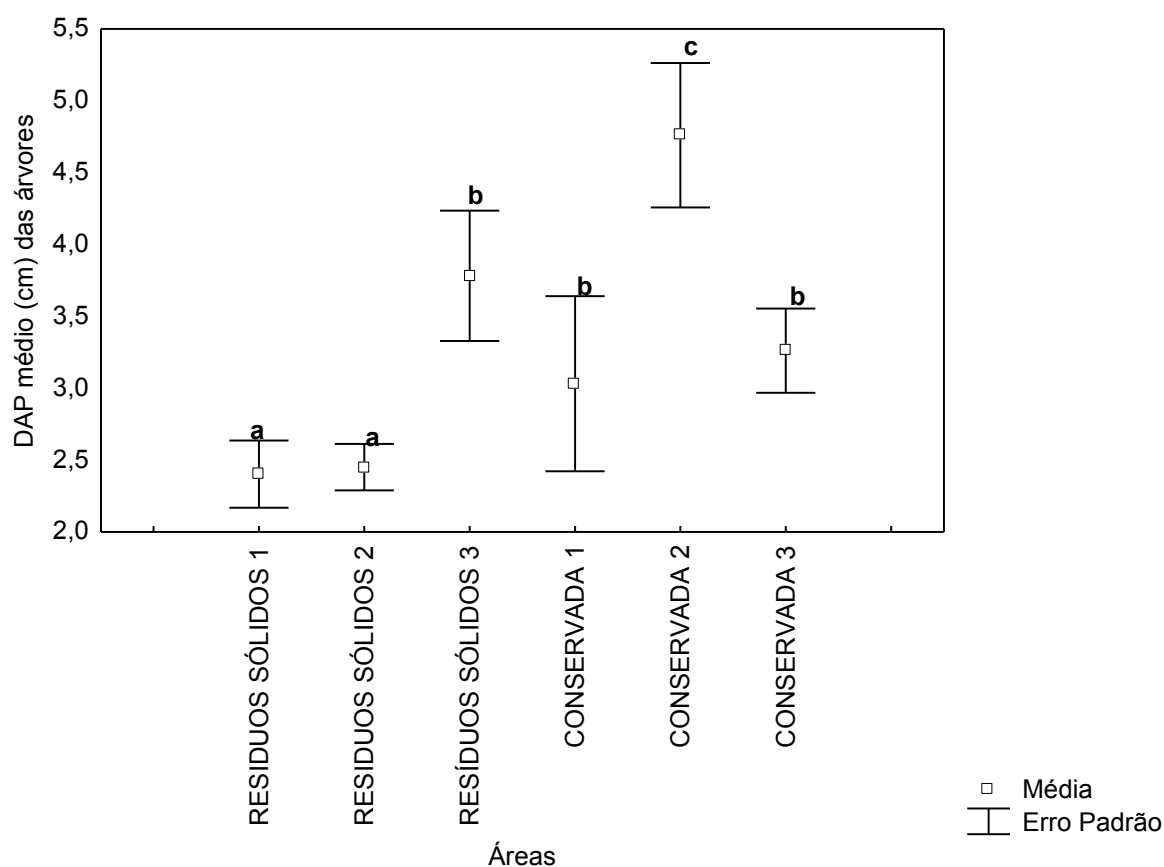
Figura 9: Altura média (m) $\pm$ erro padrão das árvores de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste *Tukey*.



(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1 - Ilha do Rato; Conservada 2 - Moitas; Conservada 3 - Patos.)

As áreas estudadas mostraram um DAP médio de $3,16 \pm 3,56$ DP, e foi diferente entre as áreas ($F_{5, 2596} = 27, 88$; $p \leq 0,001$) (Figura 10). Os maiores valores médios de DAP foram observados nas áreas de resíduos sólidos 3 e conservadas, sendo que a conservada 2 apresentou a maior média de DAP ($4,76 \pm 4,18$ DP) em relação as demais áreas, enquanto resíduos sólidos 1 ($2,4 \pm 2,9$) e resíduos 2 ($2,45 \pm 2,44$) apresentaram bosques com os menores valores médio de DAP.

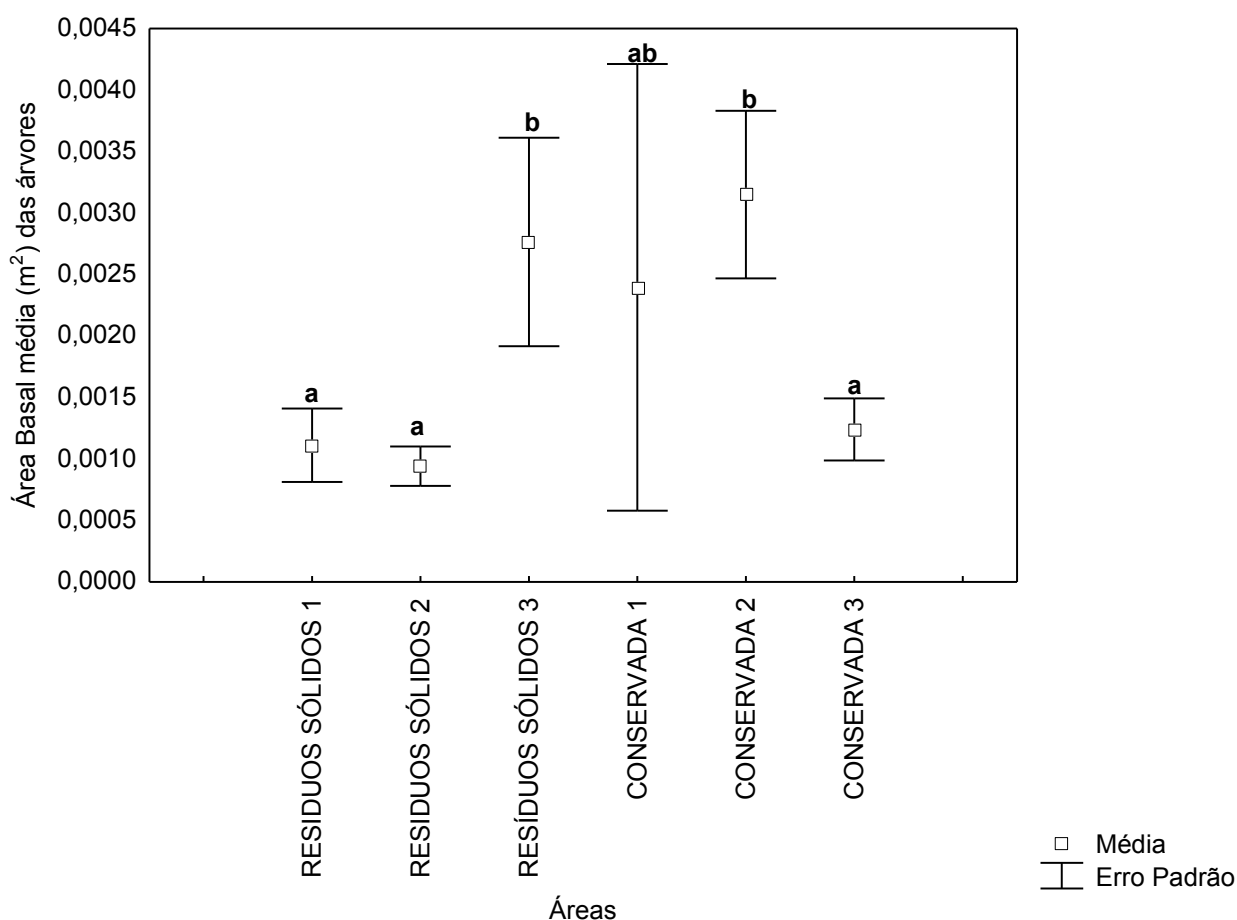
Figura 10: DAP médio (cm) $\pm$ erro padrão das árvores de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste *Tukey*.



(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1 - Ilha do Rato; Conservada 2 - Moitas; Conservada 3 - Patos.)

A área basal total da amostra foi de 5,9368 m², apresentando valores significativamente diferentes entre as áreas ($F_{5, 2596} = 10,3484$; $p \leq 0,001$) (Figura 11). As maiores médias de área basal foram registradas em conservada 1, seguido da conservada 2 e resíduos sólidos 3. Enquanto, as menores médias de área basal foram em resíduos 1 e 2 e conservada 3.

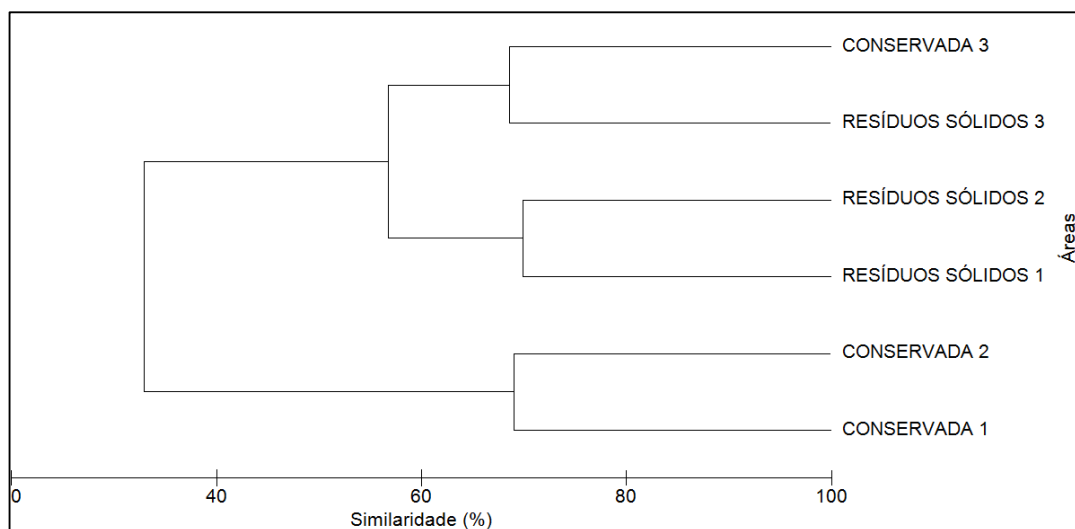
Figura 11: Área Basal média (m^2) $\pm$ erro padrão das árvores de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste *Tukey*.



(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos.)

A análise de agrupamento mostrou que a estrutura das comunidades dos seis manguezais estudados é diferente, formando grupos similares de acordo com a presença ou não do impacto pela disposição de resíduos sólidos (Figura 12). Foram formados os seguintes grupos: I – conservada 3, resíduos sólido 3, resíduo sólido 2 e resíduo sólido 1 com 58% de similaridade devido à grande presença da espécie de *L. racemosa* nestas quatro áreas; II – conservada 2 e conservada 1 com 70% de similaridade devido a maior densidade de espécie de *R. mangle* nestas duas áreas.

Figura 12: Dendrograma das áreas amostradas, avaliado com uma análise de agrupamento a partir do índice de similaridade de *Bray-Curtis*, considerando os valores de densidade relativa das espécies de mangue.



(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos.)

O resultado da análise de correlação entre a densidade das espécies de mangue e a composição sedimentar (Tabela 4) mostrou uma relação significativa entre espécies do gênero *Avicennia* e areia grossa, sendo encontrado maior densidade de indivíduos das espécies *A. germinans* ($r = 0,82$) e *A. schaueriana* ($r = 0,64$) em sedimento de areia grossa. Também foi observada uma correlação negativa entre árvores de *A. germinans* e a fração areia fina ($r = -0,50$), isso significa que foi encontrado um menor número de indivíduos dessa espécie nos sedimentos constituídos de areia fina, observou-se o mesmo comportamento das espécies de *R. mangle* em solos argilosos ($r = -0,47$).

Tabela 4: Resultado da Análise de Correlação entre as espécies de mangue, o teor de carbono (C) e de matéria orgânica (MO) e a granulometria do solo nas seis áreas estudadas.

Variáveis	C (g/kg)	MO	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
<i>A. germinans</i>	- 0,18	- 0,18	0,82	- 0,50	0,30	- 0,06
<i>A. schaueriana</i>	- 0,17	- 0,17	0,64	- 0,18	0,06	- 0,35
<i>L. racemosa</i>	- 0,27	- 0,27	0,24	- 0,26	0,24	0,02
<i>R. mangle</i>	0,36	0,36	0,02	0,41	- 0,41	- 0,47

Fonte: autora (2016).

Foram contabilizados 210 indivíduos adultos mortos nas seis áreas estudadas, sendo a área de resíduos 1 a que apresentou maior densidade média ($39,6 \pm 5,68$ DP) de árvores mortas.

As áreas conservadas apresentaram menores densidades de mortos, onde a área conservada 1 não apresentou nenhum indivíduo morto. Em relação aos parâmetros de altura, DAP e área basal desses indivíduos, as maiores médias foram encontradas na área conservada 2. A mortandade de indivíduos ocorreu em todas as quatro espécies de árvores estudadas. Sendo *L. racemosa* a espécie que apresentou maior mortandade com 171 indivíduos, seguida por *Avicennia* sp com 19, *R. mangle* 9, *A. germinans* apresentando 6 e *A. schaueriana* com apenas 5 indivíduos mortos amostrados (Tabela 5).

Tabela 5: Altura, DAP, área basal e densidade de indivíduos adultos mortos nas áreas de estudo.

Áreas/Parâmetros	Altura (m) Média ±DP	DAP (cm) Média ±DP	Área basal (m ²) Média ±DP	Densidade Média ±DP
Resíduos Sólido 1	1,94 ± 1,01	2,53 ± 2,09	0,000843878 ± 0,001663359	39,6 ± 5,68
Resíduos Sólido 2	1,95 ± 0,74	1,65 ± 0,76	0,000259898 ± 0,000310206	19 ± 11,13
Resíduos Sólido 3	2,23 ± 1,04	2,55 ± 2,83	0,001114829 ± 0,003085497	8 ± 10,39
Conservada 1	0	0	0	0
Conservada 2	2,75 ± 0,35	4,10 ± 1,62	0,001428105 ± 0,001045797	0,66 ± 0,57
Conservada 3	1,63 ± 0,76	3,28 ± 1,93	0,001104449 ± 0,003085497	2,66 ± 0,57

(Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos.)
Fonte: autora (2016).

Estudos em áreas de manguezal em diferentes situações, bosques impactados e conservados, permite visualizar as condições que cada bosque se encontra, sendo possível a comparação dos dados de estrutura entre essas diferentes áreas, mostrando a influência das intervenções antrópicas sobre o ambiente estudado e como a vegetação responde na presença de impactos.

Os resultados dos parâmetros estruturais obtidos para as áreas estudadas demonstraram diferenças na composição e desenvolvimento estrutural dos boques de mangue. Nas áreas estudadas, foram encontradas quatro espécies típicas do ecossistema manguezal, *A. germinans*, *A. schaueriana*, *L. racemosa*, e *Rhizophora mangle*. A mesma riqueza foi descrita por Petri (2009) para o manguezal do estuário do rio Benevente- RJ e Silva *et al.*, (2005) para o manguezal do estuário do rio São Mateus (ES). Quando analisadas todas as áreas a espécie viva que apresentou maior dominância foi a *R. mangle*. A mesma é documentada em estudos feitos por Silva *et al.*, (2005) quando analisaram através do método parcelas, as características estruturais das florestas de mangue do estuário do rio São Mateus. Matni e Menezes (2006), ao descreverem a estrutura de três florestas de mangue da península de Bragança (PA) por meio do método do quadrante centrado, constataram que os manguezais estudados são florestas dominadas por *R. mangle*.

Os valores médios de densidade, altura, DAP e área basal total das plantas nas áreas estudadas, foram inferiores aos encontrados por Souza e Sampaio (2013) em áreas consideradas pouco antropizadas no estuário do rio Pacoti- CE, onde eles avaliaram a flora e a estrutura da vegetação de bosques mangue em diferentes situações. De acordo com Sampaio (1996), em revisão para os manguezais do Nordeste, encontrou uma variação na densidade de 890 a 8.870 ind.ha e de área basal de 5,8 a 33,0 m² ha, nas plantas, isso mostra uma grande variação no desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue, que pode ocorrer devido a frequência e periodicidade das energias subsidiárias tais como: maré, água doce e aporte de nutrientes.

No presente trabalho, observou-se maior densidade de indivíduos nas áreas com presença de resíduos. O parâmetro densidade de um bosque é função de sua idade e amadurecimento, devido à competição das copas por espaço (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986). Portanto, pode-se dizer que as áreas impactadas são compostas de florestas mais jovens, possivelmente em processo de recomposição. Dessa maneira, durante seu desenvolvimento os bosques passam de uma fase em que o terreno está ocupado com maior densidade de árvores com diâmetro reduzido, a uma fase de maior amadurecimento, quando o volume é feito por poucas árvores de grande porte e volume, daí a densidade se reduz com amadurecimento do bosque. Os parâmetros altura, área basal e DAP dos bosques apresentaram diferentes medidas nas áreas sendo que os maiores valores de altura e área basal foram encontrados nas conservadas 1 e 2 e na resíduos 3, enquanto o DAP obteve maiores medidas em todas as conservadas e na resíduo 3. Isso mostra um bom amadurecimento dos bosques conservados. Com o objetivo de avaliar o grau de desenvolvimento dos bosques, os dados

supracitados mostram melhor desenvolvimento das florestas consideradas conservadas, ressaltando uma única área com presença de resíduos sólidos que apresentou vegetação com características estruturais semelhantes às conservadas. Esse comportamento da área resíduo 3 pode ser atribuído possivelmente ao pouco tempo de encalhe dos resíduos naquela área, não tendo sido tempo suficiente para a vegetação apresentar alguma modificação.

Soares (1999) e Soares *et al.* (2003) também observaram heterogeneidade estrutural em florestas de mangue na Lagoa da Tijuca (RJ) e na baía de Guanabara (RJ), com valores reduzidos de altura e diâmetro em áreas sujeitas a intervenções antrópicas. Melhor desenvolvimento estrutural também foi observado em florestas preservadas quando comparadas com florestas submetidas a impacto antropogênico no delta do Parnaíba-PI (DEUS *et al.*, 2003).

A análise de agrupamento identificou dois grupos que refletiram a composição das florestas de mangue. As áreas de resíduos sólidos e a conservada 3 apresentaram 58% de similaridade pela presença de *L. racemosa*. Resultado semelhante foi encontrado por Bernini e Rezende (2010) no estuário do rio Itabapoana ES-RJ, em florestas que apresentaram sinais de perturbação causados pela alteração da circulação hídrica, assoreamento e aterros, nesses locais observou-se a disposição de lixo, corte de vegetação e lançamento de efluentes domésticos, apresentaram maior abundância de *L. racemosa*. A presença de *L. racemosa* associada às florestas alteradas, que se encontram em vias de recomposição, tem sido reportada na literatura (SOARES, 1999). O segundo grupo formado pelas conservadas 1 e 2 apresentaram 70% de similaridade pela presença de *R. mangle*. Resultado semelhante foi encontrado por Pereira *et al.*, (2009) em seu trabalho sobre estrutura da vegetação do manguezal de uma área antropizada comparada a uma área conservada em Anchieta-ES, sendo observado maior densidade de *R. mangle* em relação às demais espécies nas duas áreas analisadas, com maior contribuição na área conservada. Smit III (1992) mostra que os bosques de mangue com menor frequência de distúrbios apresentam maior frequência de espécies de *Rhizophora*.

No presente trabalho a análise de correlação entre a densidade das espécies e textura do sedimento mostrou maior número de árvores *A. germinas* e *A. schaueriana* em solo composto de areia grossa e uma menor presença de *A. germinans* em solos de areia fina e também menor presença de *R. mangle* em solos constituídos de argila. Na pesquisa de Bernini e Rezende (2004) no estuário do rio Paraíba do Sul-RJ, encontrou-se maior presença de *Avicennia* em solos arenosos, siltosos ou argilosos. Para Jimenez (1985), a *R. mangle* esteve mais presente em solos siltosos e rasos. Os autores Dornelles, Moreira e Freitas (2006) nos inventários da região da Babitonga e em outros manguezais do Brasil evidenciaram a presença de *R. mangle* em

substrato mais argiloso. Esses resultados mostram que a composição florística dos bosques depende da interação do conjunto de fatores bióticos e abióticos e não apenas de um fator isolado como por exemplo o tipo de sedimento. Outra possível explicação para a ocorrência de espécies de *Avicennia* nesse tipo de sedimento é devido sua localização nos bosques, visto que, elas se mostram melhor adaptadas em ambientes menos sujeitos a influência da maré e distantes da água, que são solos com textura mais arenosa.

A análise das plantas mortas mostrou uma maior densidade de indivíduos mortos nas áreas impactadas por resíduos e a espécie *L. racemosa* foi que apresentou maior número de mortos. De acordo Bernini e Rezende (2004), a densidade de árvores mortas é um padrão altamente variável, visto que fatores locais, tais como taxa de crescimento das árvores, intensidade e frequência de tensões, estabilidade geomorfológica, taxa de decomposição das árvores mortas e diâmetro inicial das árvores, estão relacionados à mortalidade dos indivíduos. No presente trabalho, atribui-se essa mortalidade ao tensor presença de resíduos sólidos nos bosques, sendo que esses resíduos podem ter se fixado aos pneumatóforos, estruturas responsáveis pela respiração das espécies de *Avicennia*.

4.3 Plântulas

Em toda amostra foi contabilizado um total de 2.626 plântulas, sendo desse total, 2.532 estavam vivas e 94 mortas. Das plântulas vivas, 818 eram *Laguncularia racemosa*, 662 *Avicennia schaueriana*, 477 *Rhizophora mangle*, 391 *Avicennia germinans* e 184 *Avicennia* sp. Foram classificadas como *Avicennia* sp. aquelas plântulas as quais não foi possível identificação em campo. A área que apresentou maior número de indivíduos foi a conservada 3 com 1.177, seguida pelas áreas de resíduos sólidos, que apresentou cerca de 300 indivíduos cada.

A espécie mais frequente foi *L. racemosa* com 32%, seguida por *A. schaueriana* com 26%, *R. mangle* 19%, *A. germinans* 16% e *Avicennia* sp 7%. Em relação à dominância, a espécie com maior dominância foi *L. racemosa* com 57%, seguida *A. schaueriana* com 17%, *A. germinans* com 13,5%, *Avicennia* sp com 9,5% e *R. mangle* com 3%.

Analisando as áreas separadamente, observa-se que as resíduos sólidos 1, 2 e 3 apresentaram maior dominância e frequência de *L. racemosa*, *A. schaueriana* e *R. mangle* respectivamente. Já nas áreas conservadas, a espécie *A. schaueriana* obteve maior dominância e frequência na conservada 1, enquanto na área conservado 2 a *R. mangle* apresentou maior

dominância e frequência e na conservada 3 a espécie com maior dominância e frequência foi a *L. racemosa* (Tabela 6).

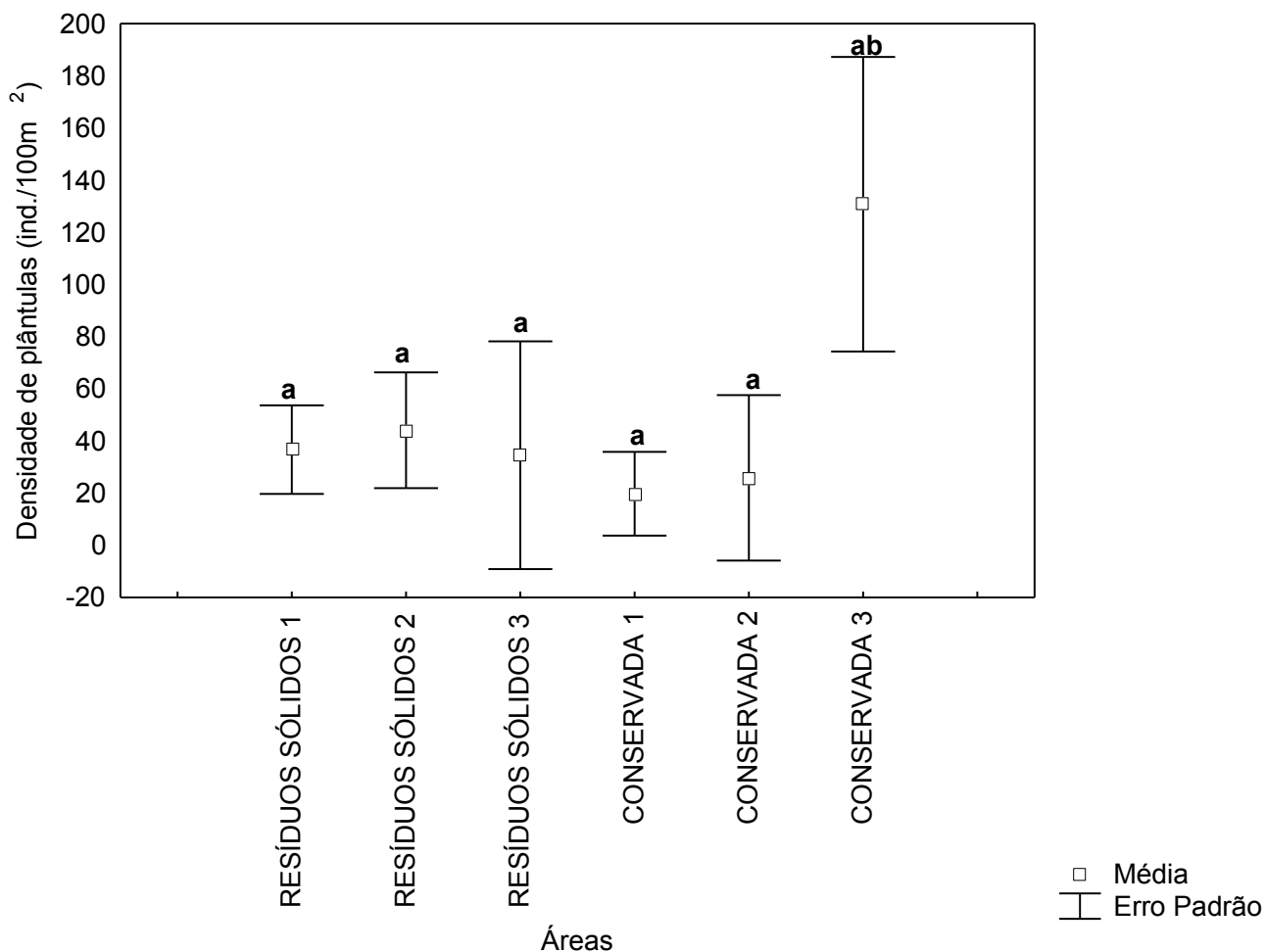
Tabela 6: Dominância e Frequência relativas das plântulas vivas nas áreas de estudo. Valores expressos em %. (Legenda das áreas: Resíduos Sólidos: RS.; Conservada: CONS.)

Parâmetro/Área	RS1	RS2	RS3	CONS1	CONS2	CONS3
Dominância <i>A. schaueriana</i>	4,4	63,8	24,6	65	7	14,6
Dominância <i>A. germinans</i>	3,2	18,4	10	4	6	13,7
Dominância <i>L. racemosa</i>	91	5,8	6,6	0	2	59
Dominância <i>R. mangle</i>	0,13	11,7	58	31	85	1,5
Dominância de <i>Avicennia</i> sp	1,5	0,07	0,55	0	0	10,4
Frequência <i>A. schaueriana</i>	14,5	62,7	31,3	55	9,5	16
Frequência <i>A. germinans</i>	8,7	14,6	25,8	6	10,8	17
Frequência <i>L. racemosa</i>	70	10,8	8,73	0	15	58
Frequência <i>R. mangle</i>	1,6	10,6	33	39	78	7,5
Frequência de <i>Avicennia</i> sp.	5,3	1,14	0,97	0	0	1,11

Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos).
Fonte: autora (2016).

Foi observada densidade média de plântulas de $48,62 \pm 57,09$ DP indivíduos. Sendo, a maior densidade de indivíduos registrado nas áreas conservadas em comparação as áreas impactadas ($F_{5, 12} = 9,5406$; $p \leq 0,0001$). De acordo com o teste de *Tukey* a área conservada 3 apresenta maior número de indivíduos jovens. (Figura 13).

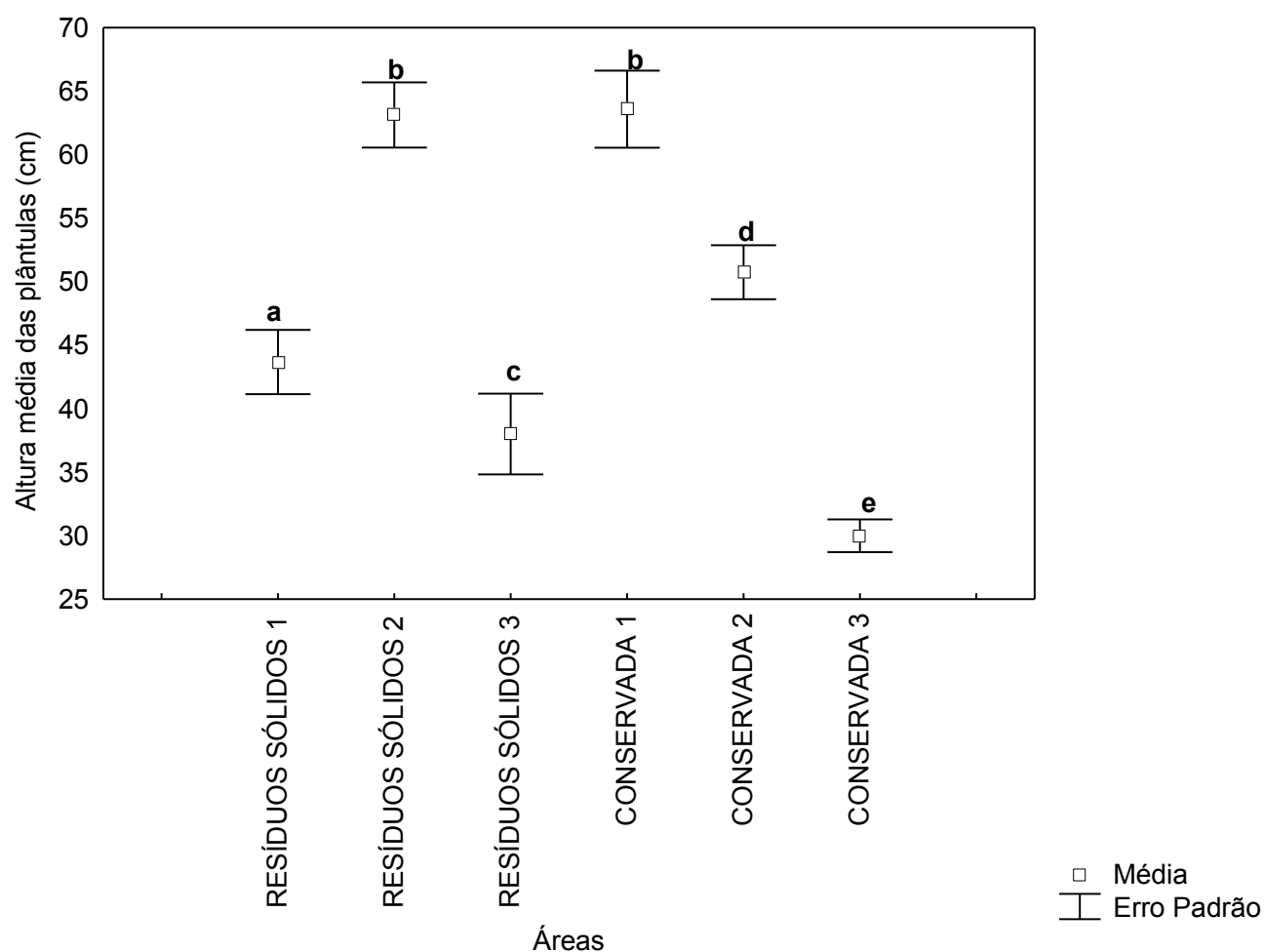
Figura 13: Densidade de plântulas vivas $\pm$ erro padrão nos estuários estudados. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste *Tukey*.



Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos).

Todas as plântulas encontradas apresentaram uma média de altura de 41,72 cm $\pm$ 26,78 DP, variando em todas as áreas estudadas ($F_{2611} = 164,68$; $p \leq 0,0001$). Todas as áreas apresentaram um padrão de altura bem distinto, sendo observado os organismos mais altos da amostra nas áreas de conservadas 1 e 2, e resíduos 2 (Figura 14).

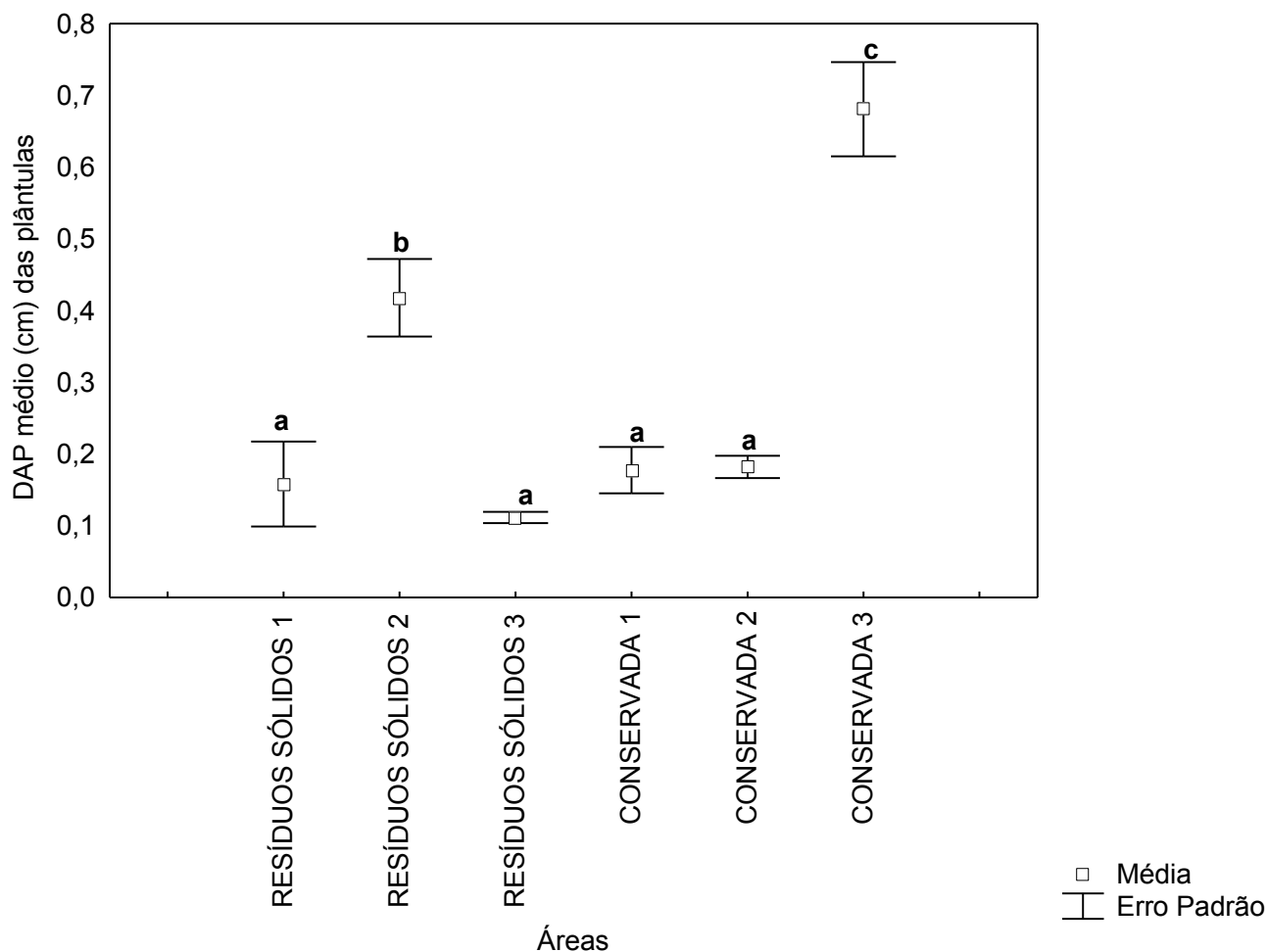
Figura 14: Altura média (cm) $\pm$ erro padrão das plântulas de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste *Tukey*.



Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos).

As plântulas apresentaram um DAP médio de 0,43 cm $\pm$ 0,86 DP, com um padrão bastante distinto entre as áreas estudadas ($F_{5, 2611} = 45,45$; $p \leq 0,0001$). O teste de *Tukey* mostra que as áreas de conservadas 3 e resíduos 2 obtiveram os maiores valores de DAP entre as áreas estudadas (Figura 15).

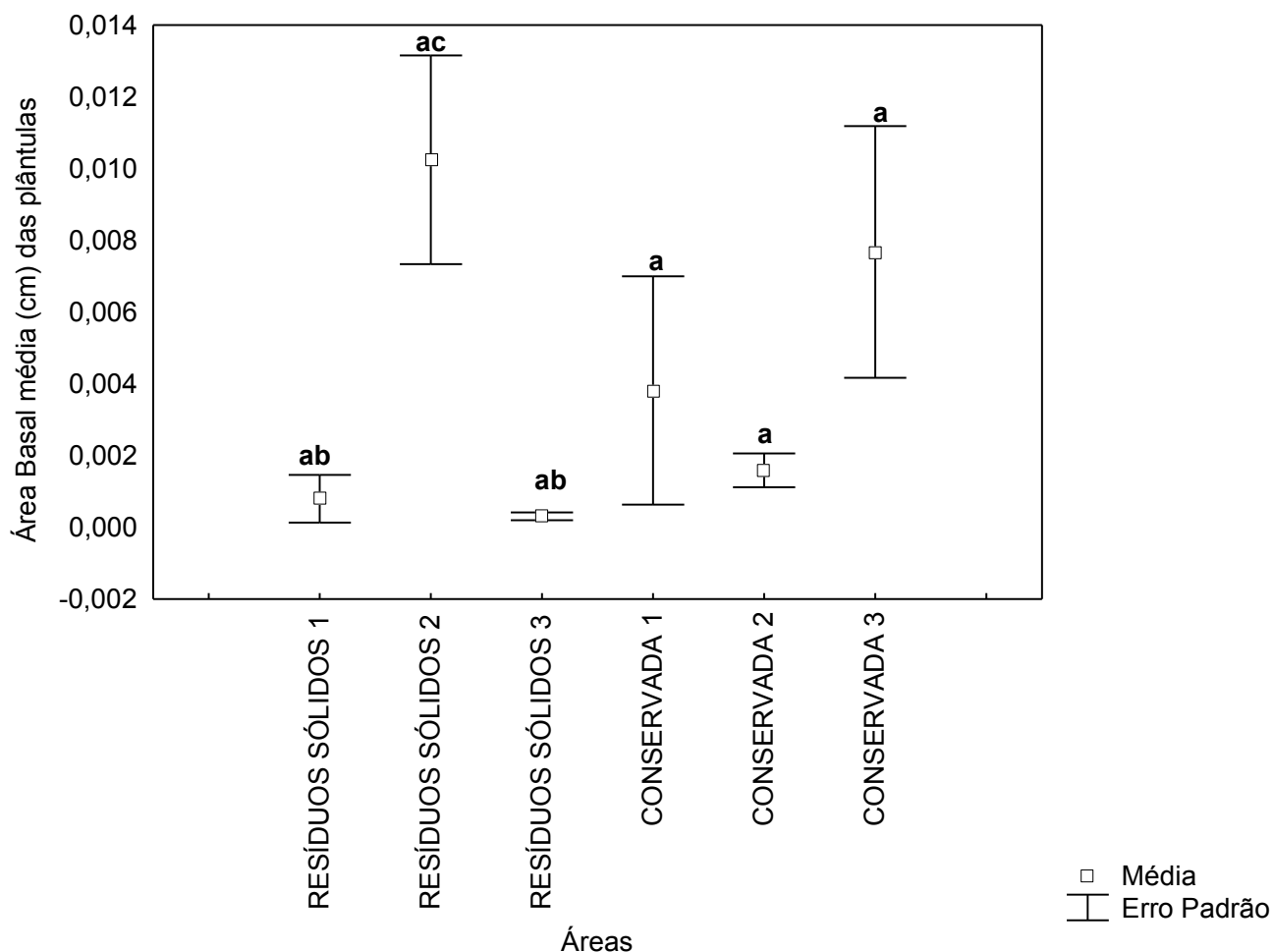
Figura 15: DAP médio (cm) $\pm$ erro padrão das plântulas de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste *Tukey*.



Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos).

A área basal total de plântulas foi de 14, 4855 cm, apresentando valores significativos entre áreas ($F_{5, 2611} = 3, 6769$; $p \leq 0, 0256$). A figura 16 mostra que as áreas conservada 3 e resíduo 2 apresentaram as maiores médias de área basal. O resultado do *Tukey* mostra que as conservadas apresentaram um padrão semelhante em área basal.

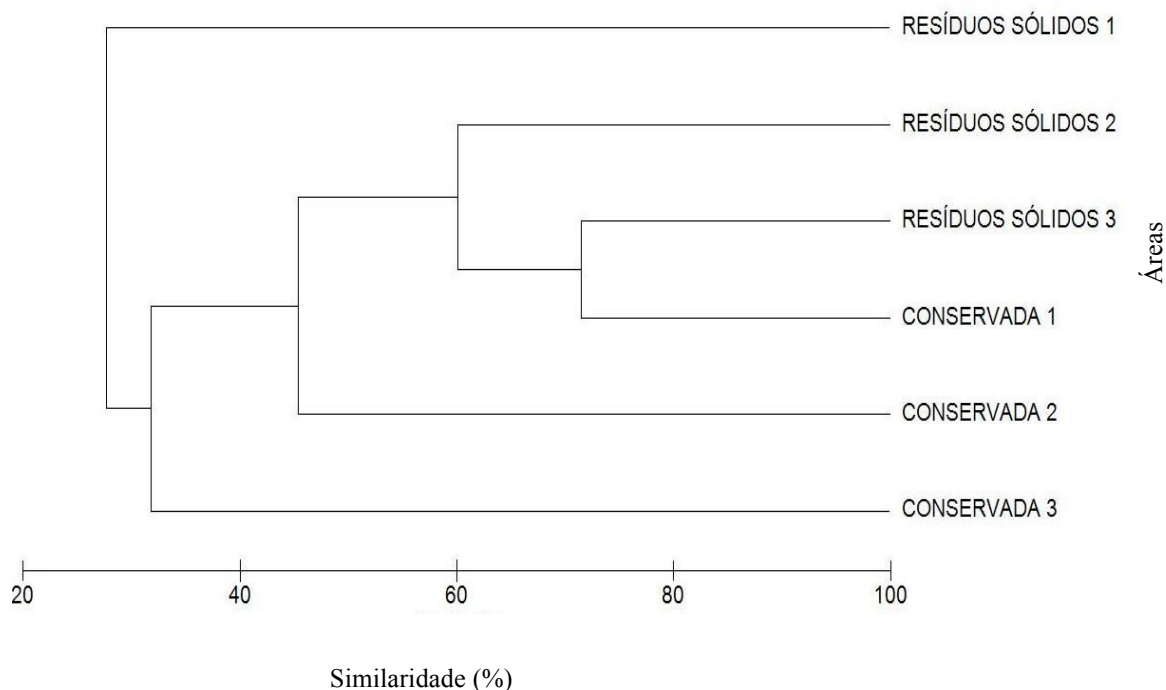
Figura 16: Área Basal média (cm) $\pm$ erro padrão das plantas jovens de mangue nas áreas estudadas. Letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste *Tukey*.



Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos).

A análise de agrupamento entre as espécies de plântulas mostrou que a composição das comunidades dos seis manguezais estudados é diferente, formando apenas um grupo similar de acordo com a presença ou ausência de resíduos sólidos (Figura 17). O único grupo similar formado foi com as áreas de resíduos 2, resíduos 3 e conservada 1 com 60% de similaridade devido a presença da espécie *A. schaueriana*. As demais áreas (resíduos 1 e conservada 2 e 3) não agruparam por apresentar densidades de plântulas bastante diferentes. A área de resíduo 1 apresenta mais espécies de *Avicennia* sp., enquanto, conservado 2 possui mais *R. mangle* e conservada 3 mais organismos de *L. racemosa*.

Figura 17: Dendograma das áreas amostradas, avaliando com uma análise de agrupamento a partir do índice de similaridade de *Bray-Curtis*, considerando os valores de densidade relativa das espécies de plântulas.



Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos).

Foram contabilizados 94 plantas jovens mortas, dessas, 74 foram encontradas nas áreas de resíduos sólidos, apresentando maior incidência nas áreas de resíduos 2 e resíduos 1 com 43 e 25 indivíduos respectivamente. A área que apresentou o menor valor de plântulas morta foi a Conservada 2 com apenas 2 indivíduos. Dentre todos esses organismos mortos, 35 pertenciam a espécie *L. racemosa*, 23 *R. mangle*, 19 *Avicennia sp.*, 13 *A. schaueriana* e 4 *A. germinans*. O maior valor médio de altura nas plântulas mortas foi encontrado na área conservada 1 ($65,66 \pm 23,13$). Já os maiores valores de DAP ($3,19 \pm 1,72$) e área basal ($7,96 \pm 6,76$) foram encontrados em resíduo sólido 2 e conservada 2 respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7: Média ($\pm$ DP) de Altura, DAP e área basal de plântulas mortas nas áreas de estudo.

Parâmetro/ área	Altura (cm) Média $\pm$ DP	DAP (cm) Média $\pm$ DP	Área basal (cm) Média $\pm$ DP
Resíduos Sólido 1	50,29 $\pm$ 38,55	1,77 $\pm$ 2,20	0,000615 $\pm$ 0,001333
Resíduos Sólido 2	57,83 $\pm$ 32,44	3,19 $\pm$ 1,72	0,001031 $\pm$ 0,00091
Resíduos Sólido 3	63,16 $\pm$ 16,08	2,28 $\pm$ 0,95	0,0004 $\pm$ 0,000385
Conservada 1	65,66 $\pm$ 23,13	2,70 $\pm$ 1,50	0,000723 $\pm$ 0,000914
Conservada 2	39 $\pm$ 2,828427	0,95 $\pm$ 0,45	7,96 $\pm$ 6,76
Conservada 3	63,16 $\pm$ 16,08	2,95 $\pm$ 1,22	0,000794 $\pm$ 0,000607

Detalhamento das áreas de estudo: Resíduos Sólidos 1 - Porto de Aranaú; Resíduos Sólidos 2 - Porto de Acaraú; Resíduos Sólidos 3 - Porto dos Barcos; Conservada 1- Ilha do Rato; Conservada 2 -Moitas; Conservada 3 – Patos.)
Fonte: autora (2016).

Na pesquisa de Souza e Sampaio (2013), na qual foi avaliada a estrutura da vegetação de bosques mangue em diferentes situações, observou-se que as áreas em regeneração há 13 anos apresentaram as maiores quantidades de plântulas. E na presente pesquisa a maior quantidade de plântulas foi encontrada nas áreas conservadas, isso pode indicar que essas áreas estão passando por um processo de regeneração de seus bosques.

O trabalho de Souza e Sampaio (2013) também mostrou que as plântulas de *R. mangle* predominaram nas áreas pouco antropizadas (54% da densidade total) enquanto as de *L. racemosa* dominaram nas áreas de viveiros (61%) e salinas assoreadas (98%). *A. schaueriana* também esteve bem representada nas áreas de viveiros (39% da densidade). *A. germinans* apresentou o menor número de plântulas em todas as parcelas, os dados de *L. racemosa* corroborando com resultados dessa pesquisa. Assim, *L. racemosa* parece ser a espécie mais apta a colonizar as áreas em regeneração.

De acordo com Ball (1980) e Jimenez (1985), *L. racemosa* é intolerante à sombra, enquanto *R. mangle* parece ser tolerante, aumentando o número relativo de plântulas à medida que aumenta a densidade da cobertura de árvores. *A. schaueriana* e *A. germinans* também são

intolerantes à sombra e ganham na competição quando a salinidade é alta e o fluxo de água não é contínuo (JIMENEZ, 1985).

4.4 Resíduos sólidos

Os resíduos foram coletados por parcelas compreendendo uma área de 900 m², em três locais distintos (Porto do Aranaú - resíduos sólidos 1; Porto do Acaraú - resíduos sólidos 2; e Porto dos barcos – resíduos sólidos 3). A densidade de resíduos em toda a amostra foi de 0,40 kg de resíduos em cada parcela. Nas três áreas impactadas por resíduos sólidos (Porto de Acaraú, Porto de Aranaú e Porto dos barcos) foram coletados 363,18 kg de resíduos. Sendo resíduo 3 a área que apresentou maior massa coletada com 156,44 kg, seguida por resíduo 2 com 116,38 kg e resíduo 1 apresentando uma menor quantidade com 90,36 kg.

Todos os resíduos coletados nas três áreas apresentou os mais diversos tipos de materiais. Esses resíduos foram divididos de acordo com o material de sua composição nas seguintes classes: madeira, isopor, plásticos em geral, cordas, concreto, metais e similares, vidro e diversos (COSTA; CORDEIRO, 2010). As classes de resíduos de madeira, isopor, cordas e restos de concreto ficaram separadas pelo motivo desses materiais apresentarem grande quantidade e serem provenientes de embarcações, tendo em vista que as áreas de coleta foram portos pesqueiros.

A classe dos resíduos madeira apresentou maior massa em todas as três áreas coletadas, com 194,51 kg do total da amostra, sendo a área de resíduo 3 a que apresentou maior massa com 86,14 kg. O item isopor (46,14 kg) foi o segundo tipo de resíduo encontrado em maior quantidade nas três áreas estudadas, e obteve maior massa na área de resíduos 1, em comparação com as demais. A classe dos plásticos também foi bastante representativa em quantidade de itens, com uma massa de 41,61 kg, e a maior concentração desses resíduos ocorreu na área 3. Outra classe que apresentou grande abundância de itens foram as cordas, com uma massa de 35,99 kg, a área que mais contribuiu com esse valor foi a resíduo 3, com uma massa de 23,37 kg. O item concreto (10,36 kg) esteve presente apenas nas áreas de resíduos 1 e 3, sendo mais abundante na primeira área. As classes dos vidros (9,54 kg), assim como, a dos metais e similares (7,77 kg), estiveram presentes em pequenas quantidades nas três áreas. Sendo encontrado maior quantidade de vidros na área resíduo 3 e de metais e similares na resíduo 2. Por fim, o variado grupo dos diversos obteve uma massa de 17,26 kg, sendo encontrado maior quantidade desses itens em resíduos 2. A área de resíduo 1 apresentou maior abundância das

classes de madeira, isopor, plástico em geral e concreto. Já resíduos 2 e 3 contou com maior quantidade de itens de madeira, isopor, plásticos em geral e cordas (Tabela 8).

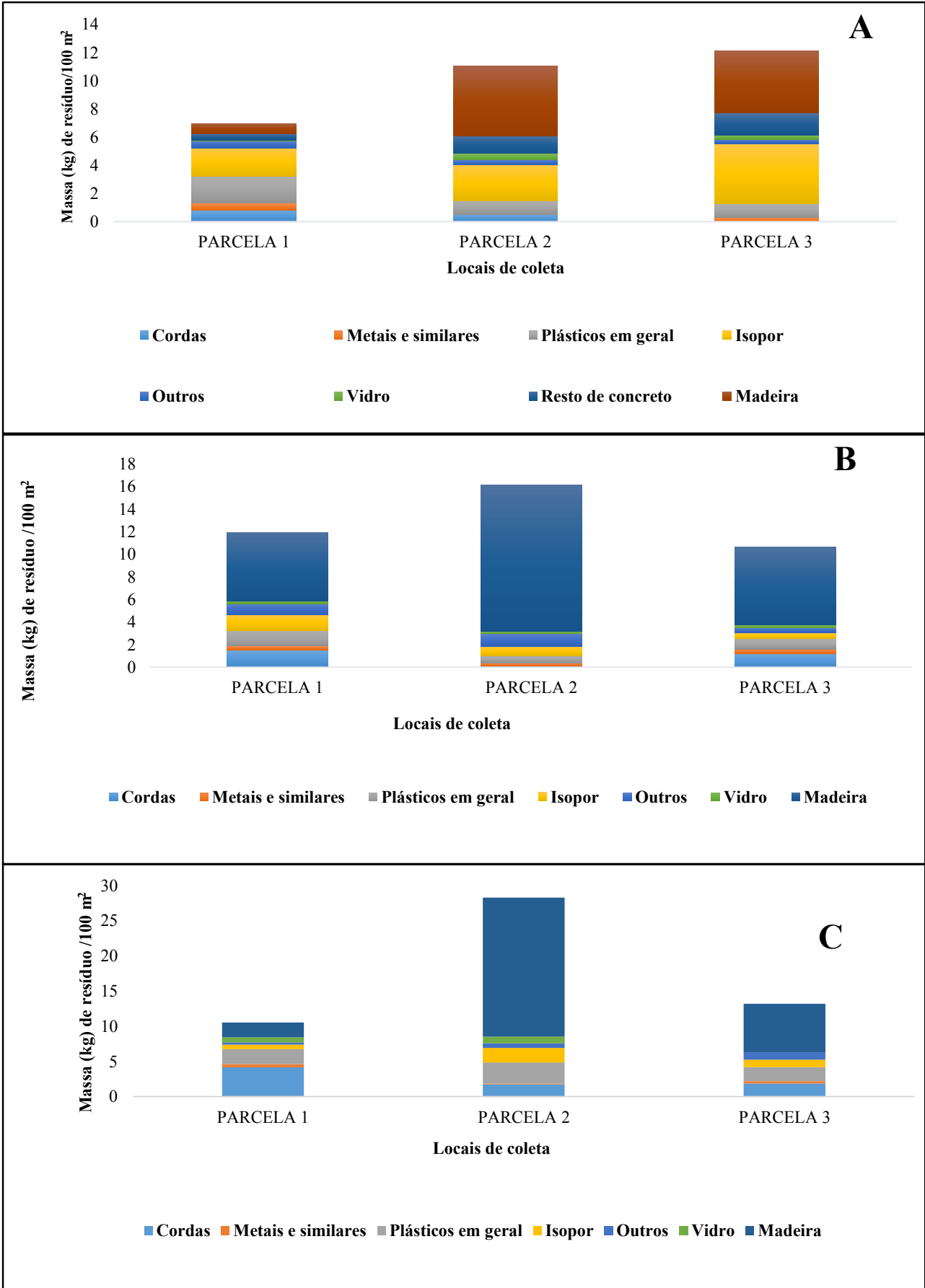
Tabela 8: Massa (kg) de resíduos coletados nas áreas impactadas por resíduos sólidos.

Classes de Resíduos /Massa por Área Coletada	RESÍDUO 1	RESÍDUO 2	RESÍDUO 3	Massa total de Resíduo
1 - Madeira	30, 29	78, 08	86, 14	194, 51
2 - Isopor	26, 61	8, 29	11, 24	46, 14
3 - Plásticos em Geral	11, 37	8, 8	21, 44	41, 61
4 - Cordas	4, 05	8, 57	23, 37	35, 99
5 - Concreto	9, 89	0	0, 47	10, 36
6 - Metais e Similares	2, 31	2, 8	2, 66	7, 77
7 - Vidro	2, 4	2, 18	4, 96	9, 54
8 - Diversos	3, 44	7, 66	6, 16	17, 26
TOTAL	90,36	116, 38	156, 44	363,18

(Legenda das áreas: Resíduo 1 – Porto de Aranaú. Resíduo 2 – Porto de Acaraú. Resíduo 3 – Porto dos Barcos).
Fonte: autora (2016).

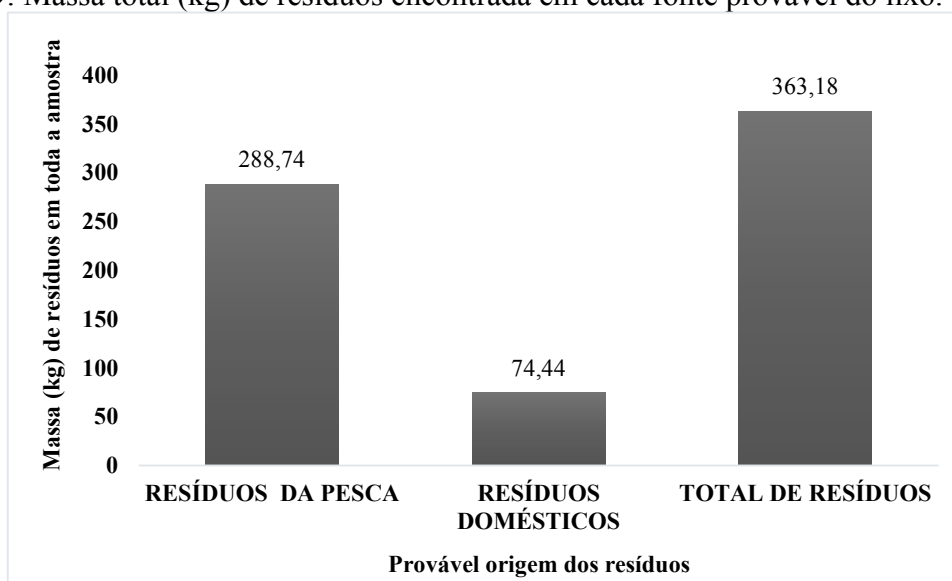
A distribuição espacial dos resíduos sólidos depositados nas parcelas está apresentado na figura 18. Dessa forma é possível observar na área de resíduos 1 (figura 18 A) que os materiais encontrados em maior quantidade (massa) foram madeira, isopor e plásticos em geral. Vale destacar que a madeira encontrou-se em maior quantidade nas parcelas 2 e 3, enquanto o isopor apresentou uma distribuição bastante homogênea nas três parcelas. E a classe dos plásticos em geral esteve presente nas três parcelas, sendo predominante na primeira parcela. Analisando a distribuição dos resíduos da área de resíduos 2 (Figura 18 B), observa-se que a classe dos resíduos madeira apresentou maior massa em toda a área, estando presente em todas as parcelas e com uma concentração bem maior na parcela 2. Na área de resíduos 3 (Figura 18 C), as classes de resíduos com maior massa foram madeira, cordas e plásticos em geral. Sendo os resíduos madeira e plásticos em geral mais presentes na parcela 2, enquanto as cordas se concentraram mais na parcela 1. Esses dados mostram distribuição bastante diversificada dos resíduos dentro das parcelas, sendo difícil estabelecer um padrão de zonação desses resíduos. Embora tenha sido observado que o resíduo madeira se concentrou em maior quantidade sempre nas parcelas 2 de todas as três áreas estudadas.

Figura 18: Média da massa (kg) de resíduos por parcelas nas áreas de resíduos sólidos. A – resíduos sólidos 1 (Porto de Aranaú), B – resíduos sólidos 2 (Porto Acaraú), C – resíduos sólidos 3 (Porto dos barcos).



Todos os resíduos coletados neste estudo foram agrupados em duas categorias (resíduos da pesca e resíduos domésticos) de acordo com sua provável origem. Nesse contexto, cerca de 79% da massa de resíduos tiveram sua fonte mais provável identificada como provenientes das atividades de pesca. Enquanto, o restante da amostra que perfaz 21% da massa de resíduos tem sua provável origem doméstica (Figura 19). A análise desses dados mostra a influência das atividades pesqueiras no processo de destinação inadequada de resíduos sólidos no ecossistema manguezal da região de estudo.

Figura 19: Massa total (kg) de resíduos encontrada em cada fonte provável do lixo.



Detalhamento: Resíduos da Pesca – isopor, madeira, cordas, concreto, linha de rede e filtro de óleo para motor. Resíduos Domésticos – plásticos em geral, metais e similares, vidro e diversos.

A fim de estabelecer uma relação entre as classes de resíduos e as plantas, analisou-se o resultado da análise de correlação entre a composição da comunidade vegetal adulta e as classes de resíduos, que mostrou uma correlação positiva significativa entre os fatores trabalhados. A espécie *A. schaueriana* teve correlação com os itens madeira ($r = 0,57$), e diversos ($r = 0,61$). Enquanto a espécie *A. germinans* se correlacionou apenas com o item diversos ($r = 0,66$), assim como as espécies de *L. racemosa* com isopor ($r = 0,57$) e *R. mangle* com concreto ($r = 0,53$). A medida do DAP teve correlação com os itens cordas ($r = 0,56$) e vidros ($r = 0,51$).

A mesma comparação foi feita entre as classes de resíduos e as espécies de plântulas, e observou-se uma correlação fraca entre as variáveis analisadas (Tabela 9). Apenas os resíduos isopor ($r = 0,56$) e concreto ($r = 0,72$) apresentaram uma correlação forte com a presença da espécie de *Avicennia* sp. A classe de resíduos madeira ($r = 0,62$) apresentou uma correlação positiva, embora pouco significativa com o parâmetro DAP de plântulas.

Tabela 9: Correlação das classes de resíduos com as espécies de plântulas (A.G - *A. germinans*; A. S – *A. schaueriana*; A. SP – *Avicennia sp*; L. R – *L. racemosa*; R. M – *R. mangle*), áreas e os dados da estrutura vegetal (Densidade – Dens.; altura – Alt.; DAP e Área basal).

Variáveis/ Classes de resíduos	A. G	A. S	A. SP	L. R	R. M	Dens.	Alt.	DAP	Área basal
Isopor	-0,02	-0,05	0,56	-0,21	-0,47	-0,18	0,10	0,21	0,33
Madeira	0,20	0,40	-0,19	-0,25	-0,27	-0,15	-0,35	0,62	0,33
Concreto	-0,22	-0,29	0,72	-0,12	-0,33	-0,15	0,35	-0,18	0,19
Plástico	-0,07	0,01	0,15	-0,29	-0,11	-0,23	-0,33	0,39	0,17
Cordas	-0,12	-0,00	-0,05	-0,22	0,17	-0,17	-0,39	0,19	-0,05
Metais e similares	-0,06	0,21	0,29	-0,24	-0,16	-0,13	-0,12	0,15	-0,03
Diversos	-0,14	0,32	0,02	-0,29	-0,18	-0,21	-0,17	0,27	0,02
Vidro	-0,16	0,08	0,17	-0,20	0,16	-0,10	-0,19	-0,01	-0,11

Fonte: Autora (2016).

A tabela 10 apresenta a correlação entre as frações do sedimento predominantes nos locais estudados e as classes de resíduos trabalhadas na amostra. Por meio dessa análise entre as variáveis observou-se uma correlação significativa entre o sedimento de areia grossa e a classe diversos ($r = 0,71$). Os solos com sedimento de areia fina apresentaram correlações significativas e negativas com as classes de isopor ($r = -0,58$), concreto ($r = -0,68$), metais ($r = -0,54$). Já os sedimentos de silte apresentaram forte correlação com isopor ($r = 0,73$) e concreto ($r = 0,86$).

Tabela 10: Correlação das classes de resíduos com o carbono (C), matéria orgânica (MO), e o tipo de sedimento do solo nas áreas estudadas.

Variáveis/ Classes de resíduos	C (g/kg)	MO (g/kg)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
Isopor	- 0, 12	- 0, 12	0, 05	- 0, 58	0, 73	0, 20
Madeira	- 0, 20	- 0, 20	0, 49	- 0, 16	0, 10	- 0, 31
Concreto	0, 04	0, 04	- 0,14	- 0, 68	0, 86	0, 48
Plástico	0, 02	0, 02	0, 27	- 0, 42	0, 48	- 0, 02
Cordas	0, 16	0,16	0, 33	- 0, 31	0, 28	- 0, 03
Metais e similares	- 0, 01	- 0,01	0, 50	- 0,54	0, 46	0, 10
Diversos	- 0, 02	- 0,02	0, 71	- 0, 51	0, 39	- 0, 09
Vidro	0, 27	0,27	0, 35	- 0, 48	0, 43	0, 17

Fonte: autora (2016).

O total de resíduos sólidos encontrados nos manguezais estudados mostra que estes ambientes estão sendo alterados em decorrência da destinação inadequada de resíduos sólidos, em regiões próximas a esses ecossistemas. Foi encontrada uma grande diversidade de materiais nas áreas estudadas, sendo que, as classes de resíduos com maior representatividade nos três manguezais pesquisados foram: madeira, isopor, plásticos e cordas. É importante ressaltar que esses materiais são utilizados nas atividades pesqueiras, que é a principal atividade econômica da região, sendo os manguezais, ecossistemas costeiros vizinhos a esses portos pesqueiros. As características morfológicas dos ambientes de manguezais contribuem para o encalhe de resíduos sólidos (COSTA; CORDEIRO, 2010).

A presença de madeira nesses manguezais é atribuída à construção dos barcos que são largamente utilizados na região. Já os isopores são utilizados para conserva do pescado e as cordas usadas para ancorar as embarcações (MACHADO; FILLMANN, 2006). É importante destacar que todas as três áreas apresentaram diversidade de resíduos e semelhança nos tipos de materiais, ou seja, o lixo encontrado em resíduos 1, 2 e 3 eram os mesmos, diferindo apenas no peso (quantidade) de cada classe. De acordo com Costa e Cordeiro (2010), quanto mais próximo à área de coleta dos resíduos estiver da fonte poluidora, maior será a quantidade e variedade desses resíduos, devido ao fator fluatibilidade que atua como fator de seleção. Pela caracterização dos resíduos coletados e conhecimento das atividades realizados próximas aos

manguezais estudados, pode-se deduzir que os resíduos presentes naqueles ecossistemas são de origem portuária e pesqueira.

Os resultados encontrados neste trabalho, para os itens madeira e plástico foram semelhantes aos obtidos por Costa e Cordeiro (2010), no complexo estuarino de Santos – São Vicente. O encalhe de plástico em ambientes costeiros já foi evidenciado em outros trabalhos, tanto em praias quanto em manguezais (DIAS, VIEIRA e HANAZAKI 2011; NEVES, et al 2011; MOORE, 2008). De acordo com Andrade (2009), cerca de 18% do lixo plástico encontrado no ambiente marinho é atribuído ao setor da pesca, o resto é derivado de fontes da terra, incluindo o lixo de praia, e de residências próximas aos ambientes marinhos e estuarinos. Segundo Derraik (2002) e Sobrinho; Andrade (2009), as características de baixo custo, variedades de aplicações diárias, alta persistência, baixo reaproveitamento e reciclagem do plástico têm sido responsáveis pelo aumento desse material nos diversos ambientes. Geralmente, a abundância das classes de resíduos encontradas estão intimamente ligadas ao tipo de atividade humana desenvolvida localmente.

Todos os resíduos encontrados apresentaram encalhe bastante diversificado no decorrer das parcelas, sendo difícil estabelecer uma zonação desses resíduos. Embora, tenha sido encontrado uma maior quantidade de material na parcela 3 que fica no interior do bosque onde a variação da maré é menor, essa maré atua empurrando os resíduos que ficam aprisionados nas estruturas das árvores de mangue (rizóforos e pneumatóforos), facilitando o encalhe do material. Uma menor quantidade de resíduos foi registrado na parcela 1 que encontra-se na franja do bosque, onde está sempre sendo lavada pelas águas da maré enchente e vazante, isso facilita a fluabilidade e remoção dos resíduos. Esse fato mostra influência direta da maré no processo de deposição e encalhe de resíduos em áreas de manguezais. Resultado semelhante foi encontrado no trabalho de Costa e Cordeiro (2010) em manguezais estuarinos de São Vicente-SP, onde foi verificado maior deposição de resíduos nas áreas com menor densidade de obstáculos, levando aos autores concluírem que a influência da maré é o principal fator de retenção desses materiais.

Por meio da análise de correlação pode-se inferir que a maior densidade das classes de resíduos de madeira e diversos ocorreu em ambientes com maior presença da espécie de *A. schaueriana*. Estando a classe dos diversos, também, muito presente nos boques com abundância de *A. germinas*. Cabe ressaltar, que a classe dos diversos (Trapos, fraldas descartáveis, espuma (colchão), sandálias, pneu, liga de borracha, pincel para pintura, papelão, luva de borracha e máscara descartável) abrigava materiais com tamanho e composição distintas. Pode-se atribuir esse resultado a presença das raízes respiratórias (os pneumatóforos),

estrutura típica da espécie de *Avicennia*, que atuam como obstáculo a circulação dos diversos materiais, facilitando o encalhe dos resíduos nas áreas de manguezais. É importante destacar, que as *A. schaueriana* apresentaram menores valores médio de altura, DAP e área basal, sendo vistos como plantas menores, que pode também ter funcionado com barreira de retenção para os resíduos. O item isopor foi mais abundante na presença de *L. racemosa*, enquanto, a classe restos de concreto apresentou maior quantidade nas áreas dominadas por *R. mangle*. Esse fato pode ter acontecido pela alta densidade de plantas nas áreas impactadas por resíduos, pois uma maior densidade de indivíduos em determinada área favorece a retenção e dificulta a remoção de resíduos (COSTA; CORDEIRO, 2010).

Os resíduos cordas e vidros foram mais abundantes em áreas que apresentaram espécies com maior DAP médio. Plantas de maior DAP, tendem a ocupar mais espaço dentro dos bosques, isso facilita a permanência de diversos resíduos dentro do boque, principalmente, cordas e vidros que devido suas características, possuem alta capacidade de encalhe (COSTA; CORDEIRO, 2010).

5 CONCLUSÕES

Os resultados desta mostram que a presença de resíduos sólidos nos ecossistemas manguezais podem ser os responsáveis por algumas características estruturais dos boques nas áreas estudadas. Isso é verificado quando observa-se determinados eventos, como maior mortalidade das plantas nas áreas que apresentaram o tensor resíduo sólido, isso pode ter ocorrido devido ao aprisionamento de resíduos nos pneumatóforos, impedindo a respiração da vegetação e levado a morte das espécies. Outro fato importante é a maior densidade de plântulas nas áreas sem resíduos sólidos, indicando que essas áreas estão sendo recolonizadas.

Os tipos de resíduos (madeira, isopor, plástico e cordas) encontrados em sua maioria são oriundos da pesca, esta atividade constitui a principal fonte econômica da região estudada e os portos pesqueiros estão próximos aos manguezais estudados. A maré atuou como fator determinante na retenção dos resíduos dentro dos boques. Diante disso a melhor forma de proteger os manguezais e todos os ambientes costeiros é evitando a entrada de resíduos. Para isso algumas ações importantes devem ser realizadas, principalmente, a implementação do plano municipal de gestão integrada dos resíduos sólidos, que deve conter dentre outras ações, a limpeza diária de praias e o acompanhamento dos resíduos gerados pelos portos pesqueiros. É de grande relevância a prática de educação ambiental junto aos usuários (pescadores, comunidades local, banhistas) desses ambientes, mostrando-os a forma correta de descarte dos resíduos e as inúmeras consequências desses materiais quando descartados no meio natural, essas ações demanda esforços conjunto de pesquisadores, governantes e sociedade.

Portanto, a realização deste trabalho mostra a importância em conhecer a estrutura, e o funcionamento da flora do ecossistema manguezal para que se possa preservá-lo e conservá-lo. Dessa forma, faz-se necessário estudos adicionais sobre as alterações causadas pelos resíduos sólidos na flora desse importante ecossistema e também a identificação das fontes de detritos e de outros fatores de influência na deposição dos mesmos para a melhor compreensão da dinâmica destes poluentes no ambiente e auxiliar futuras ações de gerenciamento e conservação.

REFERÊNCIAS

- ALLONGI, D. M. Present state and future of the world's mangrove forests. **Environmental Conservation**, v. 29, n. 3, p. 331- 349, 2002.
- ALVES, Solange N. **Ecofisiologia do manguezal**: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Aracajú- SE: Degrase, 2008. 72p.
- ANDRADE, K. V. S. **A dinâmica físico-química dos solos de florestas de mangue do Estado de Sergipe**. 2013. 53f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal do Sergipe, Sergipe, 2013. Disponível em: https://bdtd.ufs.br/bitstream/tede/328/1/karen_viviane_santana_andrade.pdf. Acesso: 12 de dez. de 2015.
- ARAÚJO, M. C. B. de; SILVA-CAVALCANTI, J. S. Resíduos em praias e ambientes costeiros. **Revista Ciência hoje**, São Paulo, v. 53, n. 313, abr. 2014. Disponível em: assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/313/#/16.
- AZEVEDO, J. S.; BRAGA, E. S.; FAVARO, D. T.; PERRETTI, A. R.; REZENDE, C. E.; SOUZA, C. M. M. Total mercury in sediments and in Brazilian Ariidae catfish from two estuaries under different anthropogenic influence. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 12, p. 2724-2731, 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11005030>. Acesso: 12 de dez. de 2015.
- BAILEY, C. The social consequences of tropical shrimp mariculture development. **Ocean Shoreline Management**, n. 11, p. 31-44, 1988.
- BALL, M. C. Patterns of secondary succession in a mangrove forest of Southern Florida. **Oecologia**, v. 44, p. 226 - 235, 1980.
- BARBOSA, I. C. C.; MÜLLER, R. C. S.; ALVES, C. N.; BERRÊDO, J. F.; SOUZA FILHO, P. W. M. Composição Química de Sedimento de Manguezal do Estuário Bragantino (PA) – Brasil. **Rev. Virtual Química**, v. 7, n. 4, p. 1087-1101, 2015. Disponível em: <http://www.uff.br/rvq>. Acesso: 12 de dez. de 2015.
- BARBOSA, S. C.T.; COSTA M. F.; SILVA, J. S. Flag Items as a Tool for Monitoring Solid Wastes from Users on Urban Beaches. **Journal of Coastal Research**, n. 24, v. 4, p. 890–898, 2008.
- BARTON, D. N. Economic factors and valuation of tropical Coastal resources. **University of Bergen, Norway Report**, v. 94, n. 14, 1994.
- BELARMINO, P. H. P.; SILVA, S. M.; RUFENER, M. C.; ARAÚJO, M, C. B. Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Natal, v. 14, n. 3, p. 447-457, 2014. Disponível em: http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-451_Belarmino.pdf. Acesso: 12 de dez. 2015.
- BERLAMINO, P. H. P.; SILVA, S. M.; DANTAS, I. P. B.; SILVA, A. S.; RUFENER, M. C.; ARAÚJO, M. C. B. Resíduos sólidos em áreas de manguezal no rio Potengi (Natal-RN): relação com a localização e uso das áreas. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2012. p. 1-14.

BERNINI, E.; PEREIRA, F. V.; FOLETO, F.; MOREIRA, T. M.; GOMES, J. M. L. Estrutura da vegetação em duas áreas com diferentes históricos de antropização no manguezal de Anchieta, Es. **Boletim do Laboratório de Hidrologia**, Espírito Santo, v. 22, p. 01-08, 2009.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. 2003. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta botânico brasileiro**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 491-502, 2004. Disponível em: www.scielo.br/abb. Acesso em: 01 dez. 2014.

BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. **Revista Biotemas**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1 p. 49-60, mar. 2010.

BERNINI, Elaine; REZENDE, Carlos Eduardo. Estrutura da cobertura vegetal e produção de serapilheira da floresta de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro, 2008. Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

BHATTA, R.; BHAT, M. Impacts of aquaculture on the management of estuaries in India. **Environmental Conservation**, v. 2, n. 25, p. 109-121, 1998.

BLIGHT, L. K.; BURGER, A. E. Occurrence of plastic particles in seabirds from the Eastern North Pacific. **Marine Pollution Bulletin**, v. 5, n. 34, p. 323-325, 1997.

BORGES, A. C.; DIAS, J. C.; MACHADO, W.; PATCHINEELAM, S. R.; SELLA, S. M. Distribuição espacial de ferro, cobre e chumbo em sedimentos de manguezal em um gradiente de degradação na baía de Guanabara (Estado do Rio de Janeiro). **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 66-69, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n1/14.pdf>. Acesso: 12 de dez. de 2015.

BOSIRE, J. O.; DAHDOUH-GUEBASJ, F; KAIRO; G; CANNICCI; S; KOEDAM, N. Spatial variations in macrobenthic fauna recolonisation in a tropical mangrove bay. **Biodiversity and Conservation**. p.1059–1074, 2004.

BRASIL. Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 de ago. 2010.

BRASIL. Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Estabelece o código florestal e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 25 de mai. 2012.

BRASIL. Lei 7. 661 de 16 de maio de 1988. Estabelece o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 16 de maio de 1988.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Diretoria de Pesquisas Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Rio de Janeiro, 2010a.**

BRASIL. Portaria nº 9 de 29 de janeiro de 2015. Aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema

Manguezal. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 de jan. 2015.

BRASIL. Programa Nacional do Meio Ambiente II - Fase 2 (PNMA II) 2009 – 2014.

Ministério do Meio Ambiente. Departamento de Coordenação do Sisnama. Componente desenvolvimento institucional subcomponente monitoramento ambiental. Brasília – DF, Julh. de 2009. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/pnma/_arquivos/04_02_manual_monitor_amb_jul09_6.pdf
Acesso: 06 de dez. 2015.

CHAMBERLAIN, G. Rethinking Shrimp pond management. **Coastal Aquaculture**, v. 2, n. 5, p. 1-20, 1988.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introduccion a la ecologia del manglar**. Montevideo: Oficina Regional de Ciência y Tecnologia de la Unesco para América Latina y el Caribe, 1983, 109p.

CINTRÓN-MOLERO, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Ecology and management New World mangroves. *In*: U. Seeliger (ed.). Coastal plant communities of Latin America. San Diego, **Academic Press**. Capítulo 15, 233 - 258 p. 1992.

COE, J.M., ROGERS, D.B. Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions. **Springer**, New York, p. 432, 2000.

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Fortaleza, mai, 2005. Disponível em: <<http://www.cogerh.com.br>> Acesso em 08 set. 2008.

COSTA, D. F. S. **Análise fitoecológica do manguezal e ocupação das margens do estuário hipersalino Apodi/Mossoró**. 2010. 75f. Dissertação - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2010. Disponível em:
http://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18199/1/DiogenesFSC_DISSERT.pdf.
Acesso: 12 de dez. de 2015.

COSTA, T. M.; CORDEIRO, C. A. M. M. Evaluation of solid residues removed from a mangrove swamp in the São Vicente Estuary, SP, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, São Paulo, n. 60, p. 1762-1767, 2010.

CUZZUOL, G. R. F.; CAMPOS, A. Aspectos nutricionais na vegetação de manguezal do estuário do Rio Mucuri, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n.2, p. 227-234, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042001000200013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso: 12 de dez. de 2015.

DAHDOUHUEBAS, F; POTTELBERGH, I. V; KAIRO, J. G; CANNICCI, S; KOEDAM, N. Human-impacted mangroves in Gazi (Kenya): predicting future vegetation based on retrospective remote sensing, social surveys, and tree distribution. **Marine Ecology Progress Series**, v. 272, p. 77 – 92, 2004.

DEGANGE, A. R.; NEWBY, T. C. Mortality of seabirds and fish in a lost Salmon Driftnet. **Marine Pollution Bulletin**, n. 11, p.322-32, 1980.

DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine Pollution Bulletin**, n. 44, p. 842-852, 2002.

DEUS, M. S. M.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODRIGUES, S. M. C. B.; ANDRADE, V. C. Estrutura da vegetação lenhosa de três áreas de manguezal do Piauí com diferentes históricos de antropização. **Brasil Florestal**, v. 78, p. 53-60, 2003.

DIAS, D.; HANAZAKI, N.; VIEIRA, B. P. Homogeneidade de encalhe de resíduos sólidos em um manguezal da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, Santa Catarina, n.11, v. 1, p. 21-31, 2011.

DIEGUES, A. C. Comunidades humanas e os manguezais do Brasil. In: **CPRH, 1991. Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste**. Recife. Série Publicações Técnicas, n. 003, p. 38-45, 1991.

DIEGUES, A. C. Comunidades Litorâneas e os Manguezais do Brasil. In: Simpósio Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo, 1990. São Paulo. **Anais...** São Paulo ACIE, 1990, p. 1-21.
Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/007/j1533e/J1533E00.htm#TopOfPage>. Acesso em 01 dez. 2014.

DIXON, B. A. Antibiotic resistance of bacterial fish pathogens. In: **Fish and Crustacean Larviculture Symp**, n. 15, p. 419, 1991.

DORIGO, M. C.; SOVIERZOSKI, H. H. Ecossistemas marinhos: recifes, praias e manguezais. Maceió: EDUFAL, 2005, p. 55. Disponível em:
http://www.ufal.edu.br/usinaciencia/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Ecossistemas_Marinhos_recifes_praias_e_manguezais.pdf. Acesso em: 01 de dezembro de 2014.

DORNELLES, S. S.; MOREIRA, G. M.; FREITAS, L. M. Caracterização da estrutura dos manguezais do canal do Linguado, baía da Babitonga. In: CREMER, M. J. *et al.* (Org.) **Diagnóstico ambiental da baía da Babitonga**. Joinville: Univille, 2006. p. 187-199.

DUKE, N. C; BALL, M. C; ELLISON, J. C. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. **Global Ecology And Biogeography Letters**, v. 7, nº. 1, p. 27-47, 1998. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2997695>. Acesso: 12 de dez. de 2015.

FERNANDES, A. J.; PERIA, L. C. S. Características do ambiente. In: SCHAEFFER-NOVELI, Y. (Coord.) **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. Pgs. 13-15.

FIELD, C.D. Impact of expected climate change on mangroves. **Hydrobiologia**, n. 295, p. 75-81, 1995.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - Posto meteorológico de Acaraú. 2014a. Disponível em: <<http://www.funceme.br>. Acesso em: 01 dez. 2014.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - Posto meteorológico de Amontada. 2014c. Disponível em: <<http://www.funceme.br>. Acesso em: 01 dez. 2014.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – Posto meteorológico de Itarema. 2014b. Disponível em: <<http://www.funceme.br>. Acesso em: 01 dez. 2014.

GRAAF, G.J.; XUAN, T.T. Extensive shrimp farming, mangrove clearance and marine fisheries in the southern provinces of Vietnam. **Mangroves And Salt Marshes**, v. 2, p.159–166, 1998.

GREEN, S.; WEBBER, M. A survey of the solid waste pollution in Kingston Harbour mangroves, near Port Royal, Jamaica. **Caribbean Marine Studies**, Jamaica, n. 5, p. 14-22, 1996.

GREGORY, M. R. Plastics and South Pacific Island shores: environmental implications. **Ocean & Coastal Management**, n. 42, p. 603-615, 1999.

HUBER, M. V. **Estudo comparativo de três projetos de restauração em áreas degradadas de manguezais da Grande Florianópolis – SC**. Florianópolis, 2004. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

IBAMA, 2005. Diagnóstico da atividade de carcinicultura no Estado do Ceará. Fortaleza, MMA. 240p.

ISLAM, S.; TANAKA, M. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. **Journal of Environmental Management**, n. 107, p. 84-95, 2012.

JIMENEZ, J. Structure and dynamics of a mangrove forest along a flood gradient. **Estuaries**, v. 14, p. 49-56, 1985.

KATON, B. M; POMEROY, R. S; RING, M; GARCES, L. R. Mangrove Rehabilitation and Coastal Resource Management: A Case Study of Cogtong Bay, Philippines. **AFSSRNews** is the Newsletter of the Asian Fisheries Social Science Research Network. Naga, The ICLARM Quarterly, 1998. Disponível em: http://worldfish.catalog.cgiar.org/naga/na_2303.pdf. Acesso em 01 dez. 2014.

KATSANEVAKIS, S.; VERRIOPOULOS, G.; NICOLAIDOU, A.; THESSALOU-LEGAKI, M. Effect of marine litter on the benthic megafauna of coastal soft bottoms: A manipulative field experiment. **Marine Pollution Bulletin**, n. 54, p. 771–778, 2007.

KILCA, P. C.; CARVALHO, Z. e COSTA, F. Estrutura de manguezais em diferentes estágios sucessionais no estuário do rio Piauí, SE-Brasil. **Pesquisas botânicas**, São Leopoldo, n. 61, p. 171-189, 2010.

- KILCA, R. V.; ALBERTI, L. F.; SOUZA, A. M.; WOLF, L. Estrutura de uma floresta de mangue na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC. **Rev. Ciência e Natura**, v. 33, n. 2, p. 57-72, 2011.
- LACERDA, L. D. Os manguezais do Brasil. In: VANNUCCI, M. 2003. **Os manguezais e nós**: uma síntese de percepções. São Paulo: Universidade de São Paulo, p. 3193 – 3205, 2003.
- LACERDA, L. D.; KJERFVE, B. Biodiversidade e valor sócio-econômico dos mangues brasileiros. In: Workshop nacional “Preservação da Biodiversidade e do valor Sócio-Econômico dos Ecossistemas de Mangue na América Tropical”. 1995, MMA/UNESCO/PNUD. **Anais**. 1995, p.20.
- LACERDA, L.D.; KJERFVE, B **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, Japão, p.245-272, 1993.
- LACERDA, S. R. **Variação diurna e sazonal do fitoplâncton no estuário do rio Paripe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil)**. 1994. 146 f. Dissertação – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- LANDESMAN, L. Negative impacts of coastal aquaculture development. **Wold Aquaculture**, n. 25, p. 12-17, 1994.
- LARSSON, J.; FOLKE, C.; KAUTSKY, N. Ecological limitations and appropriation of ecosystem support by shrimp farming in Colombia. **Environ Mgnt**, n. 18, v. 5, p. 663-676, 1994.
- LIMA, L. M. Q. Lixo: Tratamento e Biorremediação. **Hemus**, São Paulo, 1995.
- LINSINGEN, L. VON; CERVI, A. C. *Conocarpus erectus* Linnaeus, nova ocorrência para a flora do Sul do Brasil. **Adumbrationes and Summæ Editionem**, v. 26, p. 1 – 6, 2007.
- LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The Ecology of Mangroves. **Na. Ver. Ecol. System**, p 39-64, 1973.
- LUGO, A. E.; Y SNEDAKER, S. C. The ecology of mangrove. **Anual review of ecology and Sustematics**, n. 5, p. 39-64, 1974.
- MACHADO, A. A.; FILLMANN, G. **Estudo da Contaminação por Resíduos Sólidos na Ilha do Arvoredo: Principal Ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), SC**. Rio Grande – RS, 2006. Monografia, Departamento de Oceanologia – Laboratório de Microcontaminantes Orgânicos e Ecotoxicologia Aquática, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- MACIEL, N.C. Legislação ambiental e o manguezal. In: ALVES, J. R. P.(Org.) **Manguezais: educar para proteger**. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS. 2001. p. 35-45.
- MAIA, R. C.; COUTINHO, R. The influence of mangrove structure on the spatial distribution of *Melampus coffeus* (Gastropoda: Ellobiidae) in Brazilian estuaries. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 8, p. 21-29, 2012.

MATNI, A. S.; MENEZES, M. P. M. Estrutura dos bosques de mangue da Península de Bragança, Pará. **Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi, Ciências naturais**, v. 2, n. 3, p. 45-54, 2006.

MAZDA, Y; MAGI, M; NANAHO, H; KOGO, M. T; KANAZAWA, N; KOBASHI, D. Coastal erosion due to long-term human impact on mangrove forests. **Wetlands Ecology and Management**. v.10, p.1-9, 2002.

MOORE, C.J. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental Research**, n. 108, p. 301-309, 2008.

NASCIMENTO, A. I. Manguezal e carcinicultura: o conflito da ecocompatibilidade. **Diálogos e Ciências - Revista da rede de ensino FTC**, Bahia, n. 10, p. 1-15, maio, 2007.

NASCIMENTO, I. A; PERREIRA, S.A; DÓRIA, E.L V; Identificação e Prevenção de impactos em manguezais relação com a atividade de carcinicultura. **Diálogos & Ciência**, Bahia, ano V, n 11, set 2007a.

NASCIMENTO, J. R. **Efeitos da degradação dos manguezais sobre a diversidade e abundância da macrofauna bentônica na península de Ajuruteua**. Bragança-Pa: 2008a. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental, Universidade Federal do Pará.

NEVES, R. A. F.; VALENTIN, J. L. Revisão bibliográfica sobre a macrofauna bentônica de fundos não-consolidados, em áreas costeiras prioritárias para conservação no Brasil. 2011. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 59 – 80, 2011.

ODUM, H. T., KEMP, W., SELL, M., BOYNTON, W. Y LEHMAN, M. Energy analysis and the coupling of man and estuaries. **Environmental Management**, n. 1, v. 4, p. 297-315, 1977.

OLIVEIRA, A. L.; PEREIRA, F. C.; TURRA, A. Lixo nos mares. **Revista Ciência hoje**, São Paulo, n. 313, v. 53, abr. 2014. Disponível em: assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/313/#/16. Acesso em 01 dez. 2014.

PASCOALINI, S. S.; LOPES, D. M. S.; FALQUETO, A. R.; TOGNELLA, M. M. P. Abordagem ecofisiológica dos manguezais: uma revisão. **Revista Biotemas**, v. 3, n. 27, p. 1-11, set., 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/2175-7925.2014v27n3p1/27665>. Acesso: 12 de dez. de 2015.

PAULA, A. L. S. **Estrutura vegetal e grau de perturbação ambiental em bosques de mangue estuarinos no Ceará**. Acaraú, 2015. Monografia, Departamento de ciências biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

PAULA, A. L. S.; MAIA, R. C. Características Estruturais de um bosque de mangue estuarino no Ceará: subsídios para a recuperação do ecossistema. 64ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 2012, SÃO LUÍS. In: **Anais...**, 2012.

- PEDROSO, C. C.; IVAR DO SUL, J. A.; MACHADO, A. A.; FILLMANN, G. Ocorrência de resíduos sólidos no conteúdo estomacal de aves na Praia do Cassino (RS). In: **Simpósio Brasileiro de Oceanografia**. 2003. Resumos de CD-ROM.
- PEREIRA, F. V.; FOLETO, F.; MOREIRA, T. M.; GOMES, J. M. L.; BERNINI, E. Estrutura da vegetação em duas áreas com diferentes históricos de antropização no manguezal de Anchieta, Es. **Boletim do Laboratório de Hidrologia**, Espírito Santo, n. 22, p. 01-08, 2009.
- PERIA, L. C. S.; FERNANDES, P. P. C. P.; MENEZES, G. V. GRASSO, M.; TOGNELLA, M. M. P. 1990. Estudos estruturais comparativos entre bosques de manguezais impactados (Canal da Bertioiga) e não impactados (Ilha do Cardoso), estado de São Paulo. **Segundo Simpósio de Ecossistemas da costa brasileira**. Estrutura, função e manejo. ACIESP. 2. Águas de Lindóia-SP.
- PETRI D. J. C. Estrutura da floresta de mangue do estuário do rio Benevente, Anchieta- ES. 2009. 40f. Monografia - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro, 2009.
- RAMÍREZ-GARCÍA, P.; LÓPEZ-BLANCO, J.; OCAÑA, D. Mangrove vegetation assessment in the Santiago River Mouth, Mexico, by means of supervised classification using Landsat TM Imagery. **Forest Ecology and Management**, n. 105, p. 217–229, 1998
- RESS, G; POND, K. Marine Litter Monitoring: A Review of Methods with Special Reference to National Surveys. **Marine Pollution Bulletin**, v. 2, n. 30, p. 103-108, 1995.
- RONNBACK, P. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. **Ecological Economics**, v. 29, p. 235-52. 1999.
- ROSSO, T. C. A.; CIRILO, J. A. Water Resources Management and coastal Ecosystems: Overview of the Current Situation in Brazil. **The Changing Coast**, Portugal, p. 221- 229, 2002.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Fitossociologia. In: **Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectiva**. Sociedade Botânica do Brasil. Seção Regional de Pernambuco. Recife, p. 225-240, 1996.
- SANTOS, I. R. BAPTISTA-NETO, J. A.; KERSANACH-WALNER, M. Resíduos Sólidos. In: BAPTISTA-NETO, J. A.; KERSANACH-WALNER, M. PATCHINEELAM, S. M. Poluição marinha. Brasil. Interciência, 2008, p. 309-335.
- SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; BARRETO, F. P. Overseas garbage pollution on beaches of Northeast Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, Brasil, n. 50, p. 30- 37, 2005.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico - USP**. São Paulo, v. 3 p. 1-16. 1989.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. Guia para estudo de áreas de Manguezal: estrutura, função e flora. São Paulo: **Caribbean Ecological Research**, 1986, p. 150.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CITRON-MOLERO, G. Brazilian mangroves: a historical ecology. **Jornal Ciencia e Cultura**, v.51, p. 274-286, 1999.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MOLERO, G. C.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. *Estuaries, Caribbean Ecological Research*, v. 13, n. 2, p. 204-218, ago.1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MOLERO, G. C.; SOARES, M.L.G. e DE ROSA, T. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 3, p. 561 – 570. 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: *Caribbean Ecological Research*, 1995. 64p.

SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRON, M. G. **Manguezais brasileiros**: Uma síntese sobre aspectos históricos (Século XVI a XIX), zonação, estrutura e impactos ambientais. *In*: Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, 1994. Serra Negra. **Anais...** São Paulo, ACIESP, 1994, p.333-341.

SECUNDO JUNIOR, J. W. C.; SHIMABUKURO, A. R.; MAIA, R. C. Avaliação dos resíduos sólidos coletados no manguezal do rio Acaraú e sua influência na estrutura vegetal dos bosques. 64ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, SÃO LUÍS. *In*: **Anais...**, 2012.

SEMACE. **Manguezais do nordeste do Brasil**. Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Fortaleza: SEMACE, 2006.

SHINDIKAR, M.; JADHAV, S.; KARPE, R.; GUNALE, V.R.; LALE, M.; TETALI, P. Quantification studies on the accumulation of non-biodegradable solid waste material in the mangroves of Thane Creek. University of Pune, Pune, India. (2001) . Disponível em:http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/water/proceed/proceedings_text/section4/paper1/section4paper1.htm. Acesso em: 01 dez. 2014.

SILVA, F. M.; ALMEIDA, L. Q. Uma abordagem sobre a vulnerabilidade socioambiental no ambiente estuarino: aspectos teórico – conceituais. Edição Especial. **REVISTA GEONORTE**, v.1, n.4, p. 102 – 112, 2012.

SILVA, F.C.; Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2.ed. rev. ampl.- Brasília: Embrapa Comunicações para Transferência de Tecnologia, 2009. 627p.

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

SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAUJO, M.C.B.; COSTA, M. Plastic litter on an urban beach – a case study in Brazil. **Waste Management & Research**, Brasil, n. 27, p. 93–97, 2009.

SMITH III, T. J. Forest structure. *In*: ROBERTSON, A.I.; ALONGI, D. M. **Tropical Mangrove Ecosystems**. Washington: American Geophysical Union, v. 23, p. 101– 136, 1992.

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

SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. O.; CÔRREA, F. M.; SILVA-JÚNIOR, C. M. G. 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**, n. 26, p.101-112, 2003.

SOBRINHO, M.A.M; ANDRADE, A. C. O desafio da conservação de manguezais em áreas urbanas: identificação e análise de conflitos socioambientais no Manguezal do Pina - Recife - PE – Brasil. **Unimontes Científica**, Montes Claros, n. ½, v. 11, p. 8-16, 2009.

SOUZA, G. D.; CARVALHO, C. B. N.; DAVID, C. J. Comparison of solid residues accumulated in the mangroves of Baixada Santista estuaries. In: III Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IOUSP, 2008, p. 607-613.

SOUZA, M. M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Estrutura dos mangues em áreas pouco antropizadas e em regeneração no rio Pacoti, Ce. **Caderno de Cultura e Ciência**, v. 12, n. 2, p. 32-43, Dez, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14295/cad.cult.cienc.v12i2.624>. Acesso: 12 de dez. de 2015.

SUHOGUSOFF; PILIACKAS, 2007. Breve histórico da ação antrópica sobre os ecossistemas costeiros do Brasil, com ênfase nos manguezais do estado de São Paulo. **Revista integração**, n. 51, p. 343-351, 2007.

UNDERWOOD, A. J. Experiments in Ecology - Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance. New York: **Cambridge University Press**, 524 p. 1997.

UNESCO. Marine Debris: Solid waste management action plan for the Wider Caribbean. **IOC Technical**, Series 41, p. 20, 1994.

VANNUCCI, M. 2003. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: Universidade de São Paulo, p. 233, 2003.

WALSH, G. E. Mangroves: a review. En: R. J. Reimold y W. H. queen (editore). **Ecology of Halophytes**. Academic Press, p. 605, 1974.

YOKOYA, N. S. Distribuição e origem. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (Ed.), Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo. **Caribbean ecological research**, 1995. p. 9-12.