



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO DE OCEANOGRAFIA

DANIEL DIONÍSIO FERREIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE
MUDAS DE *Laguncularia racemosa***

São Luís – MA / 2018

DANIEL DIONÍSIO FERREIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE
MUDAS DE *Laguncularia racemosa***

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Flávia Rebelo Mochel

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Ferreira da Silva, Daniel Dionísio.

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO
DESENVOLVIMENTO

DE MUDAS DE *Laguncularia racemosa* / Daniel Dionísio Ferreira
da Silva. - 2018.

42 f.

Orientador(a): Flavia Rebelo Mochel.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,
Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil,
2018.

1. Manguezal. 2. Propágulos. 3. Sedimento. I.
Rebelo Mochel, Flavia. II. Título.

DANIEL DIONÍSIO FERREIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE
MUDAS DE *Laguncularia racemosa***

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Flávia Rebelo Mochel
Universidade Federal do Maranhão
Orientadora

Profº Dr Leonardo Gonçalves de Lima
Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Larissa Nascimento Barreto
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Dra. Flávia Rebelo Mochel, pela orientação e contribuição inestimável na elaboração desta monografia.

Aos meus familiares, que do seu modo, me incentivaram na minha jornada para o melhoramento.

Aos meus irmãos que me ajudaram a me tornar uma pessoa melhor com conselhos ou puxões de orelha, principalmente o Diogo e Demerval Neto.

Ao meu Pai, pois sem os seus conselhos e indicação nunca teria feito o curso de Oceanografia.

Aos meus amigos do peito, que sempre me ajudaram em vários momentos da minha vida, tornando-a a melhor possível.

A minha namorada Fernanda, por me amar, cuidar e me aconselhar, que mesmo com milhões de afazeres, arrumou um tempo para me ajudar.

Os maiores agradecimentos, eu dedico à minha mãe, que teve todo o trabalho de me criar da melhor maneira possível, me ensinando em todo o meu percurso, valores que são inestimáveis para mim e que regem meu caráter.

Os manguezais são uma parte da natureza, que merece ser preservada, sem a qual não há vida no planeta são as ambições da universidade.

RESUMO

Com a crescente degradação de ecossistemas costeiros e principalmente dos manguezais, que sofrem com desmatamentos em detrimento do crescimento urbano, são necessárias maneiras de reverter tal atividade antrópica, com isso em mente foi pensado um experimento que pudesse melhorar a eficiência do crescimento da espécie de mangue *Laguncularia racemosa* devido a sua típica estrutura e localização dentro do ecossistema manguezal. O experimento consiste em mesclar o sedimento lamoso proveniente do manguezal com areia da praia, em diferentes porcentagens amostrais. Para examinar o crescimento do experimento, o mesmo foi dividido em 5 lotes com cada lote representando um dos testes, Lote 1: Lama Pura; Lote 2: 75% de lama/25% de areia; Lote 3: 50% de lama/50% de areia; Lote 4: 25% de lama/75% de areia; Lote 5 areia pura. O experimento foi executado em período de aproximadamente 3 meses, desde a coleta do material, propágulos, germinação, primeiro par de folhas até o terceiro par de folhas, tempo hábil de maturação para o replantio. Com a emissão do primeiro par de folhas, foi iniciada a coleta de dados de Altura e DAB (Diâmetro à Altura da Base), feitas semanalmente em um período de 5 semanas, onde foi detectado a emissão do terceiro par de folhas, finalizando o período de coleta de dados. Para verificar se o crescimento das plântulas foi favorável, foram utilizados os métodos estatísticos Boxplot, Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, Correlação e Regressão Linear. Com os dados obtidos, foi observado que todas os lotes obtiveram resultados positivos, com exceção do lote com areia pura, provando que o crescimento da espécie *Laguncularia racemosa* é uma espécie oportunista e suas mudas crescem em diferentes tipos de sedimento.

Palavra-chave: Manguezal; Sedimento; Propágulos.

ABSTRACT

With the increasing degradation of coastal ecosystems and especially of mangroves that suffer from deforestation to the detriment of urban growth, ways are needed to reverse such anthropic activity, with this in mind an experiment was thought that could improve the growth efficiency of the mangrove species *Laguncularia racemosa* due to its typical structure and location within the mangrove ecosystem. The experiment consists in mixing the mud sediment from the mangrove with beach sand sediment, in different sample percentages. To examine the growth of the experiment, it was divided into 5 lots with each lot representing one of the tests, Lot 1: Pure Mud; Lot 2: 75% mud / 25% sand; Lot 3: 50% mud / 50% sand; Lot 4: 25% mud / 75% sand; Lot 5 pure sand.

The experiment was carried out in a period of approximately 3 months, from material collection, propagules, germination, first pair of leaves, to the third pair of leaves, maturation time for replanting. With the emission of the first pair of leaves, the data of Height and DAB (Diameter to Height of Base), weekly made in a period of 5 weeks, where the emission of the third pair of leaves was detected, ending the period of data collection. To verify if the growth of the seedlings was favorable, the statistical methods Boxplot, Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, Correlation and Linear Regression were used. With the obtained data, it was observed that all the lots obtained positive results, except for the batch with pure sand, proving that the growth of the species *Laguncularia racemosa* is an opportunistic species and its seedlings grow in different types of sediment.

Key words: Mangrove; Sediment; Propagules.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1. ESCALAS GRANULOMÉTRICAS.....	14
2.1.1. Métodos Granulométricos.....	16
2.1.1.1. Preparação prévia.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
3.1. OBJETIVO GERAL.....	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. METODOLOGIA.....	18
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	18
4.2. COLETA E TRATAMENTO DO MATERIAL.....	19
4.2.1. Coleta de propágulos.....	19
4.2.2. Coleta de sedimento e água estuarina.....	20
4.2.3. Tratamento do material.....	20
4.3. CONFECÇÃO DAS MUDAS.....	21
4.4. BORRIFAÇÃO DAS MUDAS.....	22
4.5. MEDIDAS ESTRUTURAIS DAS MUDAS.....	23
4.6. GRANULOMETRIA.....	24
4.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1. TABELAS GRANULOMÉTRICAS.....	25
5.2. TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS.....	26
5.2.1. Boxplot.....	27

5.2.2. <i>Kruskall-Wallis e Mann-Whitney</i>	31
5.2.3. <i>Correlação e Regressão Linear</i>	34
6. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

O Manguezal é um ecossistema costeiro estuarino, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés (SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995). Sua floresta caracteriza-se por espécies vegetais lenhosas típicas, que possuem adaptações quanto à sustentação em substrato inconsolidado, ação das marés, aeração do sistema radicular e tolerância à salinidade e ao estresse hídrico (SOARES, 1997).

O ecossistema manguezal está entre um dos mais produtivos do mundo (KathireSAN E BINGHAM, 2001; ALONGI, 2009) e aproximadamente 50% da produtividade primária deste ecossistema é exportada para os oceanos sob a forma de matéria orgânica (ROBERTSON *et al.*, 1992; DITTMAR; LARA, 2001; JENNERJAHN; ITTEKKOT, 2002). A exportação de matéria orgânica e nutrientes dissolvidos provenientes dos manguezais é de grande importância para a produtividade das águas costeiras, por causa da sua contribuição energética para a produtividade primária e conseqüentemente nas cadeias alimentares (LUGO; SNEDAKER, 1974; ALONGI, 1990; JENNERJAHN; ITTEKKOT, 2002; DITTMAR *et al.*, 2006.) como também fornecem abrigo para muitas espécies ameaçadas de extinção (REBELO-MOCHEL *et al.*, 1991; REBELO-MOCHEL, 1993).

As áreas de florestas de mangue do mundo ocupam cerca de 14,65 milhões de hectares conforme afirma Wilkie e Fortuna (2003). O Brasil ocupa a terceira posição dos países com maior área de mangue do mundo, representando 7% do total mundial (GIRI *et al.*, 2011). Os manguezais brasileiros são encontrados ao longo da costa do extremo norte do Oiapoque (Amapá) até a região sul do Estado de Santa Catarina, totalizando uma área de 1.225.444 hectares (MMA-BR, 2009).

O Brasil possui a maior área contínua de mangue do mundo, abrangendo os estados do Amapá, Para e Maranhão, medindo um total de 8.900km² na costa brasileira destes três estados (KJERFVE *et al.*, 2002). Existem diversas espécies de mangue nesta região, sendo elas três espécies de mangue vermelho: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harrisonii*, duas espécies de

mangue preto: *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, apenas uma espécie de mangue branco: *Laguncularia racemosa* e do mangue de botão: *Conocarpus erectus* (SANTOS, 1986; REBELO-MOCHEL *et al.*, 1991).

O mangue branco (*Laguncularia racemosa*) é uma das várias espécies conhecidas como manguezais que ocorrem ao longo das costas mundiais, localizando-se mais para o interior do manguezal. Apresenta folhas com pecíolos avermelhados e com um par de glândulas na base foliar, sendo estas de secreção por onde liberam o excesso de sal. Possui característica reprodutiva de viviparidade, o fruto germina na árvore mãe, e quando está maduro é liberado como embrião (propágulo) já apresentando radícula (raiz) e cotilédone (folhas). Suas flores são pequenas de coloração brancas esverdeadas. Seus frutos crescem em cachopas, tendo uma maior facilidade no desprendimento da árvore. Apresenta pneumatóforos em pequenas quantidades, porém possui grande quantidade de lenticelas no tronco, permitindo as trocas gasosas (ANDRADE; SHULER, 2000).

Com a expansão urbana, industrial, portuária e o crescimento populacional do litoral maranhense, diversos problemas decorreram devido a esse crescimento desordenado, culminando com o desmatamento, poluição e a degradação ambiental. O ecossistema manguezal tem sofrido de forma direta com o crescimento da massa urbana, especialmente dentro do município de São Luís, que já abriga um contingente populacional de 1.014.837 habitantes, segundo IBGE (2016).

Com a crescente degradação do meio ambiente vem a preocupação pela preservação e a busca por meios de amenizar o desmatamento, como também de combatê-lo efetivamente por meio de novos plantios. Cerca de 35% das florestas de mangue brasileiras foram perdidas entre as décadas de 1980 e 1990 (VALIELA *et al.*, 2001). A partir dessa preocupação vem a necessidade de construir novos conhecimentos através de pesquisas científicas que se traduzam em novas técnicas de preservação ambiental, entre as quais as do plantio de manguezais em áreas degradadas seja uma forma a aumentar a produtividade deste ecossistema costeiro.

O sedimento é um dos componentes mais importantes para o crescimento de uma muda, pois é a base de sua fixação. Nos manguezais os solos são formados pela deposição de sedimentos de partículas orgânicas e inorgânicas de origens terrestre e marinha. Ocorrem em regiões de topografia plana na faixa costeira sob a influência constante da atividade do mar (SCHAELEFER-NOVELLI, 1995; GAMERO; TORRADO; FERREIRA, 2004). A textura desses solos é variável, desde arenosa até argilosa.

A espécie de mangue *Laguncularia racemosa* tem boa capacidade de crescimento em diversos tipos de substrato, podendo se desenvolver tanto em lama pura, lama com areia, ou como em alguns casos apenas em areia (COSTA, 2010).

Conceituado como um ecossistema florestal de interação entre os ambientes terrestre e marinho, o manguezal é predominante em áreas litorâneas tropicais e subtropicais do mundo (LACERDA, 2009).

Nas áreas de manguezal formam-se bosques com sedimento lamacento, árvores e arbustos adaptados para sobreviver à salinidade e inundação (MENEZES; MEHLIG, 2009). Apresentam características próprias conforme a região, e com predominância de poucas espécies arbóreas (MENEZES *et al.*, 2008). Configuram-se, ambientes de importância significativa, principalmente por seus recursos pesqueiros, muitos dos quais apresentam valor nutricional e econômico (PINHEIRO; FISCARELLI, 2001; OGAWA *et al.*, 2000).

Nas áreas litorâneas do Brasil o manguezal encontra condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de sua floresta (LACERDA, 2009). Com isso ocupam cerca de 9% do litoral brasileiro, fazendo do Brasil o segundo país com maior cobertura de manguezais do mundo, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), ficando atrás apenas da Indonésia. O Maranhão, por sua vez é, segundo o Atlas dos Manguezais do Brasil, o estado que tem a maior área de mangues, representando 36% do ecossistema do país, seguido pelo Pará e Amapá.

Entre Belém (PA) e São Luís (MA) a costa é extremamente recortada e instável – denominada costa de rias, ou reentrâncias maranhenses –, caracterizada por ser constituída de vales fluviais afogados, tendo estes sua última subida do nível do mar há aproximadamente 6.000 anos atrás. Em seguida a sua descida deixou em exposição sedimentos finos que propiciaram a colonização dos mangues. Nessas reentrâncias, os manguezais encontram ambientes e condições perfeitas para o seu estabelecimento e manutenção, uma vez que o regime de macromaré (de amplitude de 4m) e o clima quente e úmido da Zona Equatorial colaboram para tais. Do ponto de vista morfológico, os baixios costeiros compostos pelas rias e pela planície costeira propiciam a entrada da água salgada durante as marés cheias, fazendo com que os manguezais alcancem mais de 25 quilômetros continente adentro.

Porém, é possível observar a perda de aproximadamente 10.000 ha das áreas de mangue na cidade de São Luís entre os anos de 1972 e 2004, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Mudanças de cobertura de mangue de 1971 a 2004 na cidade de São Luís (MOCHEL; ALCÂNTARA, 2006; MOCHEL, 1997; 2002; MOCHEL et al., 2002; PEREIRA NETO, 2001).

Ano	Área de Manguezal Estimada (ha)	Base de imagem
1972	25.790	GMS 1000
1979	23.190	Landsat MSS
1991	20.730	SPOT
1993	19.000	Landsat TM
1999	16.600	Landsat TM
2004	15.000	CBERS 2

Nesse período houve aumento significativo das áreas povoadas e também da remoção da madeira dos mangues para diversos fins. Sendo a ocupação desordenada bem como o uso do solo, provavelmente, fatores condicionantes para maior eliminação das áreas de manguezal na ilha de São Luís.

Embora essa perda seja crescente, fato que tem gerado preocupação em virtude da degradação ambiental que isso causa e entendendo que os

manguezais são ecossistemas muito importantes, pois fornecem bens e serviços para as comunidades residentes ao seu entorno, além de abrigo e alimentação para enorme variedade de organismos (LACERDA, 2009).

Pensar em projetos de recuperação e preservação das áreas de mangue tem sido uma iniciativa de vários pesquisadores, a exemplo de Mochel (2002).

O trabalho desenvolvido nesta monografia é de cunho experimental, levando em consideração anos de pesquisa e aprendizado, vindouros de trabalhos voltados à recuperação de manguezais degradados em auxílio da professora doutora Flavia Rebelo Mochel. Os estudos experimentais se caracterizam por seguir um planejamento dos caminhos que devem ser seguidos para assim formular as hipóteses.

Este estudo tem como propósito estudar o efeito de diferentes substratos no crescimento e desenvolvimento estrutural das mudas de mangue da espécie *Laguncularia racemosa*.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Suguio (1973), granulometria significa a medida do tamanho dos grãos, sendo uma das propriedades físicas fundamentais dos sedimentos mais frequente.

A caracterização do tamanho das partículas é essencialmente necessária na elaboração de um trabalho preciso, no qual várias etapas devem ser seguidas, desde a determinação de escalas até a escolha dos métodos de caracterização (FOLK, 1968). Podendo assim ter as dimensões e escalas obtidas através de uma vastidão de métodos descritos (SUGUIO, 1973).

2.1. ESCALAS GRANULOMÉTRICAS

Através de uma base uniforme as escalas de distribuição de tamanhos em classes foram desenvolvidas com a intenção de atribuir nomenclaturas e terminologias, para que resultados das análises granulométricas expressem geralmente o diâmetro médio de cada partícula (GUY, 1969).

Foram elaboradas escalas de dois tipos, uma que atribui classificações verbais de acordo com valores numéricos, denominadas de escalas de classes, e outra que somente relaciona os tamanhos dos grãos de acordo com as malhas das peneiras utilizadas, para o caso de sedimentos grossos, denominadas de escalas numéricas.

Dias (2004) fala sobre a primeira escala proposta por Johan A. Udden no ano de 1898, que se refere ao tamanho dos grãos, onde trata de uma escala geométrica que utiliza potências de 2 mm. De acordo com Guy (1969), em 1922 Chester K. Wentworth modificou algumas partes na referida escala que passou a ser amplamente utilizada. A escala de Wentworth possui um intervalo geométrico fixo, baseado numa escala logarítmica de base 2, além de considerar as propriedades físicas dos grãos envolvidas em seu transporte para determinar os limites de suas classes (SUGUIO, 1973).

Krumbein, em 1934, criou a escala Φ (ϕ) como adaptação da escala de Wentworth (FOLK, 1968), intuindo facilitar a aplicação dos métodos estatísticos convencionais à sedimentologia (GUY, 1969). A escala ϕ representa o logaritmo negativo na base 2 do diâmetro em milímetro, o que faz com que a escala seja inversa ao tamanho dos grãos, e pelo fato de representar as classes apenas por valores inteiros se torna vantajosa, pois facilita sua representação e cálculo dos parâmetros estatísticos (SUGUIO, 1973). Os valores de Φ podem ser calculados através da seguinte fórmula: $\Phi = -\log_2 d(\text{mm})$. Os intervalos adotados geralmente são de $\frac{1}{2}$ em $\frac{1}{2}$, 1 em 1, ou até de 2 em 2Φ . As relações entre as classificações verbais de Wentworth e os valores numéricos das escalas ϕ e $mesh$ estão retratados na TABELA 2.

TABELA 2 - Relação entre classificação verbal de Wentworth e valores numéricos das escalas fi e $mesh$.

TAMANHO DO GRÃO			CLASSIFICAÇÃO VERBAL
$fi(\phi) = -\log_2 d(mm)$	mm	$Mesh$	<i>Wentworth (1922)</i>
-	> 256	2	Matacão
-8 à -7	256 à 64	2	Bloco
-6	64 à 32	2	SeixoMuito Grosso
-5	32 à 16	2	Seixo Grosso
-4	16 à 8	2	SeixoMédio
-3	8 à 4	2,5	SeixoFino
-2	4 à 2	5	SeixoMuitoFino
-1	2 à 1	9	AreiaMuitoGrossa
0	1 à 0,5	16	AreiaGrossa
+1	0,5 à 0,25	32	AreiaMédia
+2	0,25 à 0,125	60	Areia Fina
+3	0,125 à 0,062	115	AreiaMuito Fina
+4	0,062 à 0,031	250	Silte Grosso
+5	0,031 à 0,016	-	SilteMédio
+6	0,016 à 0,008	-	SilteFino
+7	0,008 à 0,004	-	SilteMuitoFino
+8	0,004 à 0,0020	-	ArgilaGrossa
>9	< 0,0020	-	Ultra-Argila

FONTE: Adaptado de GUY (1969) e SUGUIO (1973).

2.1.1. Métodos Granulométricos

De acordo com Suguio (1973) maior parte dos sedimentos é heterogênea em relação à sua constituição granulométrica, e já que existem diversas técnicas que se aplicam a diferentes faixas granulométricas deve-se optar por uma técnica adequada que classifique as diferentes granulometrias de maneira coerente (LIMA *et al.*, 2001). Comumente a escolha do método, para análises sedimentológicas, é separada entre sedimentos grossos, que possuem diâmetros superiores à 0,062 mm, e sedimentos finos, com diâmetros inferiores à 0,062 mm.

Para os sedimentos mais grossos, a técnica mais comum é o peneiramento, no qual a separação ocorre segundo o tamanho geométrico das partículas. Já os sedimentos mais finos são classificados através do método da sedimentação, que é regido pela Lei de Stokes, na qual a classificação das partículas tem como base a velocidade em que os grãos atravessam um fluido. Ambas possuem o objetivo comum que visa à separação de um material em frações com partículas de tamanhos distintos.

2.1.1.1. Preparação Prévia

Na grande maioria das vezes as amostras, antes de serem analisadas, devem passar por processos de tratamentos prévios, que se distinguem de acordo com o tipo de sedimento com que se trabalha no caso sedimentos inconsolidados apenas o quarteramento das amostras e secagem já são suficientes (SUGUIO, 1973). De acordo com Zemet *al.* (2005) a preparação das amostras é a fase que mais apresenta variações.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar o efeito de diferentes substratos no crescimento e desenvolvimento estrutural das mudas de mangue da espécie *Laguncularia racemosa*.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o desenvolvimento da altura (H) de mudas de *L. racemosa* submetidas a diferentes variações de sedimento
- Analisar o desenvolvimento do diâmetro da base (DAB) de mudas de *L. racemosa* submetidas a diferentes variações de sedimento
- Analisar a relação entre a altura (H) e o diâmetro da base (DAB) das mudas.

4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A área em que foi realizada a coleta do material para o experimento encontra-se no manguezal da praia do Mangue Seco, Araçagy, município de Raposa à noroeste na Ilha de São Luís, Maranhão (Figura 1), localizando-se entre as coordenadas $2^{\circ}27'10.81''\text{S}$ e $44^{\circ}9'32.88''\text{O}$ (Figura 2).

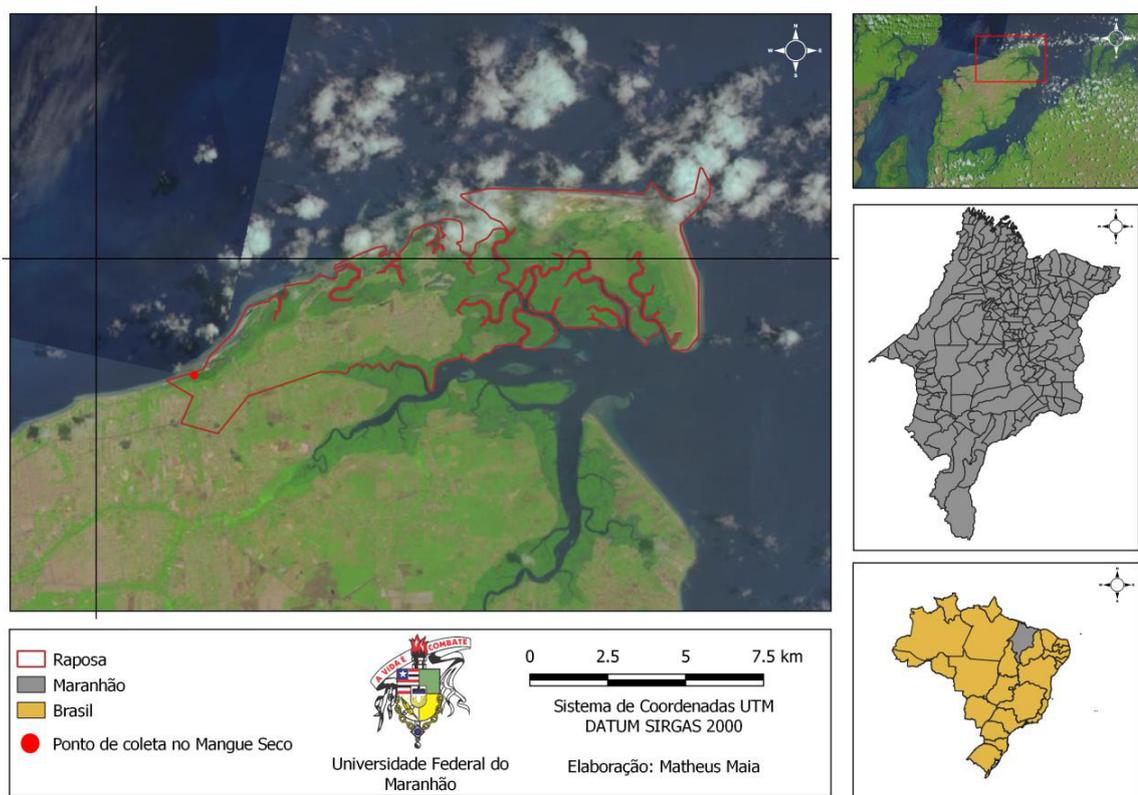


Figura 1 - Detalhe da localização do município de Raposa, Ilha de São Luís, Maranhão e devido ponto de coleta.



Figura 2 - Detalhe do ponto onde ocorreram as coletas dos propágulos. Localizado na Raposa, Ilha de São Luís, Maranhão. Fonte: Google Earth.

4.2. COLETA E TRATAMENTO DO MATERIAL

4.2.1. Coleta dos propágulos

A coleta dos propágulos foi feita nas árvores matrizes previamente escolhidas contendo os melhores indivíduos (considerados mais saudáveis). Sabendo que a floração e frutificação da espécie *Laguncularia racemosa* ocorre nos meses de janeiro a maio (RODRIGUES, 2004; FERNANDES *et al*, 2005), optou-se por realizar a coleta no mês de abril que o experimento obtivesse maior taxa de sobrevivência possível. No processo da coleta utilizou-se luvas de algodão antiderrapantes e tesoura de poda para a retirada dos propágulos. Na sua execução foi feito um corte no ramo da árvore matriz, com o intuito de preservar a viviparidade da espécie. Os ramos foram armazenados em cofos de palha, em seguida transportados e triados no LAMA (Laboratório de Manguezais-UFMA).

4.2.2. Coleta do sedimento e água estuarina

A coleta do sedimento lamoso foi feita com o auxílio de pás e sacos plásticos de 20 litros, o local de coleta foi previamente caracterizado de modo que pudesse suprir todas as necessidades sem prejudicar o ambiente em questão.

No que se refere à coleta da areia esta foi feita utilizando-se dos mesmos materiais da coleta do substrato lamoso, sendo retirado da camada superficial do solo da praia nas proximidades do espigão costeiro de São Luís, de modo a reduzir o número de patógenos presentes no sedimento, pela constante incidência de raios UV. Ambos foram acondicionados em engradados plásticos e transportados para tratamento no CERMANGUE (Centro de Recuperação de Manguezais-UFMA).

A coleta de água estuarina (salinidade 36^o) foi efetuada na área do mangue seco, sendo retirada de um dos canais próximos e colocada em bombonas plásticas de capacidade para 60litros e esta foi a água controle.

4.2.3. Tratamento do material

Os propágulos foram triados em laboratório de modo a separar os saudáveis daqueles que não eram viáveis para o plantio (propágulos com anomalias, herbivorados ou apresentando alguma patogenia). Em seguida, os propágulos foram colocados de molho em uma solução de água estuarina (de sua origem) com água potável por uma semana, para germinação da raiz primária.

4.3. CONFECÇÃO DAS MUDAS

O experimento foi feito usando 5 tipos de amostras com diferentes variações de substrato, cada uma contendo teores de matéria orgânica proveniente da lama do manguezal e areia retirada das dunas do espigão costeiro.

Para o experimento, as medidas para a confecção das mudas e delimitação das porcentagens foi baseada em volume, devido a lama de mangue coletada vir junto com água, para medição dos valores em mililitros foi utilizado dois béckers.

Esses tipos de substratos foram usados para preencher os sacos onde as mudas foram plantadas e submetidas ao experimento. As variações na composição dos substratos nos sacos de muda estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Teores dos substratos lama e areia para criação das mudas de *Laguncularia racemosa*.

Tipos de Substrato

Amostras	Lama + M.O.	Areia
1	100%	0%
2	75%	25%
3	50%	50%
4	25%	75%
5	0%	100%

Este experimento foi produzido em 3 réplicas distintas, onde nomeei de lotes. Cada lote possuía 25 amostras divididas em 5 fileiras. Cada fileira representou uma porcentagem de sedimento diferente, que estão descritas respectivamente na tabela supracitada. Cada uma dessas mudas possuía apenas um propágulo, de modo a se obter de forma confiável os dados de crescimento (H x DAB) da muda em relação ao substrato.

Para a confecção das mudas, foram utilizadas pás de jardinagem, luvas com travas de borracha e sacos plásticos específicos para mudas. As mudas foram confeccionadas no viveiro permanente do CERMANGUE-UFMA, sendo preenchidos com uma mistura homogênea de lama e areia em diferentes teores (Figuras 3 e 4).



Figura 3 e 4 - Processo de homogeneização dos diferentes teores de sedimentos.

Depois da emissão da raiz primária os propágulos foram plantados e enfileirados e devidamente separados por tipo de amostragem. Todas as mudas plantas foram monitoradas em um período de pouco mais de 2 meses.

4.4. BORRIFAÇÃO DAS MUDAS

No CERMANGUE-UFMA foram realizadas as diluições a partir da salinidade e controle do local de coleta. A verificação de salinidade foi feita com um refratômetro onde se obteve o valor de 36^º. No viveiro, para evitar o ressecamento das mudas, foram feitas irrigações diárias, utilizando-se de um borrifador costal contendo água estuarina (controle) ou água potável (Figura 5), com uma periodicidade de 3 vezes ao dia. A borrifação variou conforme o nível de insolação/pluviometria, usando-se água potável pela manhã e começo da tarde, outra ao final do dia com água controle.



Figura 5 - Realização de borrição das mudas semanalmente.

4.5. MEDIDAS ESTRUTURAIS DAS MUDAS

Para as análises estruturais das mudas, foram medidos o diâmetro da base (DAB) e altura (H) total do caule (cm), com o uso de um paquímetro com medição em milímetros (cm) e uma trena com medição em metros (m). As medidas foram realizadas semanalmente, totalizando 5 semanas ao final do experimento. As medições foram iniciadas após a emissão do primeiro par de folhas de todas as mudas e foram finalizadas após a 5^a semana (Figura 6).



Figura 6 – Aparecimento do primeiro par de folhas de uma das mudas.

4.6. GRANULOMETRIA

Na confecção das mudas foram usados dois tipos de sedimento, areia e lama, para que pudesse ser observado os efeitos do sedimento no crescimento das plântulas, foram feitos testes granulométricos a fim de determinar o tamanho dos grãos. Primeiramente foram classificados os elementos que a serem tratados, elementos muito grosseiros (cascalho, seixos, etc), grosseiros (areia) e finos (silte e argila), cada elemento possui um método de análise dependendo da classificação do tamanho dos seus grãos, depois de determinar onde cada sedimento se enquadra dentro da classificação (Tabela 4), foi seguido o método de granulometria criado pelo Suguio (1973).

Tabela 4 - Limites das frações de solo pelo tamanho dos grãos segundo a ABNT (PINTO, 2000)

SEDIMENTO	TAMANHO
MATAÇÃO	25CM a 1M
PEDRA	7,6 cm a 25 cm
BRITA	4,8 mm a 7,6 cm
AREIA GROSSA	de 1,2 mm a 4,8 mm
AREIA MÉDIA	0,3 mm a 1,20 mm
AREIA FINA	0,05 mm a 0,3 mm
SILTE	0,005 mm a 0,05 mm
ARGILA	< 0,005 mm

4.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para as análises estatísticas gerais foram utilizados programas computacionais como Past3, versão 3.14 e o editor Excel.

Para as análises estatísticas relacionadas ao manguezal foi utilizado o Boxplot para mostrar o crescimento das amostras, em sequência uma análise não

paramétrica de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), seguida por Mann-Whitney, devido a tratar-se de variáveis de um grupo independente entre si, sendo esse o teste mais apropriado para se utilizar para dados envolvendo o manguezal. Posteriormente foi executado uma análise de correlação acompanhada de uma regressão linear, a análise de correlação tem por objetivo apenas medir o grau de relacionamento entre as variáveis, enquanto a regressão estabelece de dependência entre as variáveis e desenvolve métodos para estimar com base em uma amostra de dados, os parâmetros que caracterizam essa relação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. TABELAS GRANULOMÉTRICAS

Baseando-me em Souza-Junior *et al.* (2007), o manguezal possui a textura dos solos variável, desde argiloso até arenoso e as variações da mesma, são baseadas em onde o sedimento se encontra. Solos localizados nos compartimentos mais protegidos do litoral apresentam predomínio de partículas finas (silte e argila), enquanto a textura arenosa é encontrada em locais sobre influência das ondas do mar (SOUZA-JUNIOR *et al.*, 2007).

A coleta de lama foi feita levando em consideração os estudos previamente apresentados. O sedimento foi coletado de apenas um ponto, garantindo que não houvesse mistura com pontos diferentes, com isso não houve mistura com outras texturas de lama. Utilizar sedimentos coletados de pontos diferentes faria com que as mudas produzidas possuíssem teores de grãos bem distintos, mesmo entre porcentagens semelhantes, tornando o experimento impreciso.

Em relação a areia de praia, a coleta foi feita visando obter apenas os grãos mais finos, que são depositados na camada superficial do solo, transportados pelo transporte eólico.

Para obtenção do diagrama de *Sheppard* (Figura 7), foi utilizado o programa SysGran versão 3.0 que permitiu ser visível onde se encontra cada

amostra descrita na tabela granulométrica (Tabela 5), além de demonstrar a convenção das amostras.

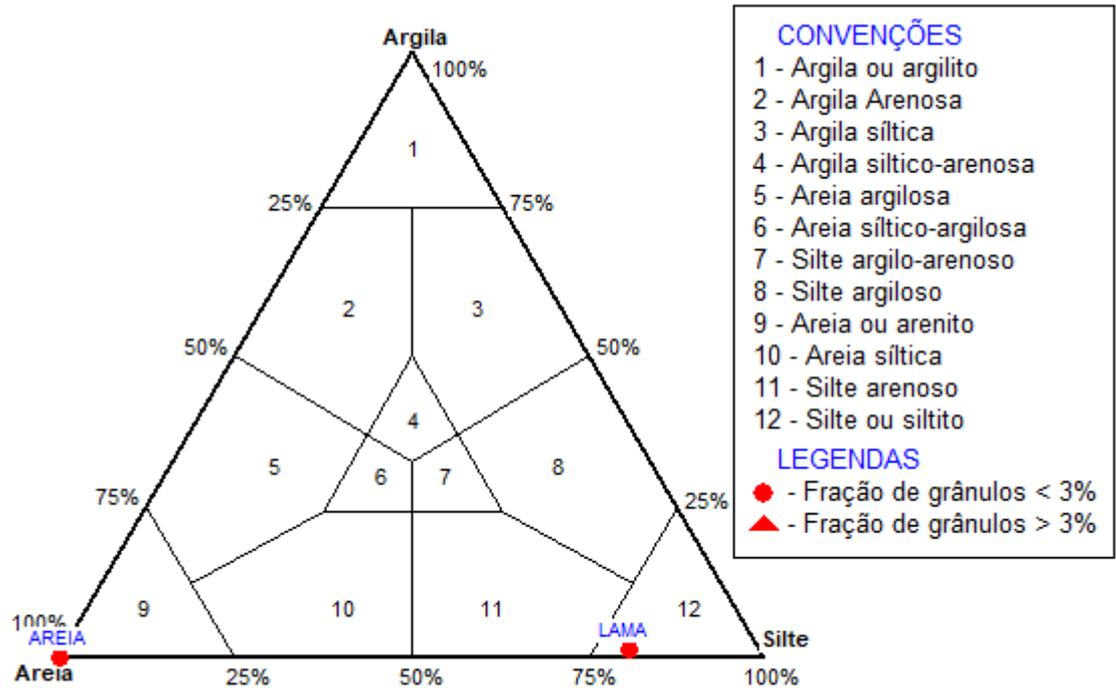


Figura 7 - Diagrama de Sheppard para Lama e Areia

Tabela 5 - Dados granulométricos do sedimento lama e areia.

Granulometria	Média	Mediana	Seleção	Assimetria	Curtose	%Cascalho	%Areia	%Silte	%Argila
Mangue	5,034	4,92	1,382	0,06732	0,8895	0,01411	18,43	80,24	1,31
Areia	2,863	2,823	0,3536	0,08872	1,092	0	100	0	0

5.2. TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS

Na análise de crescimento das mudas de *Laguncularia racemosa*, foi observado diversas variações entre os espécimes, de forma primária entre as porcentagens e secundária entre os lotes. Os lotes foram tratados separadamente

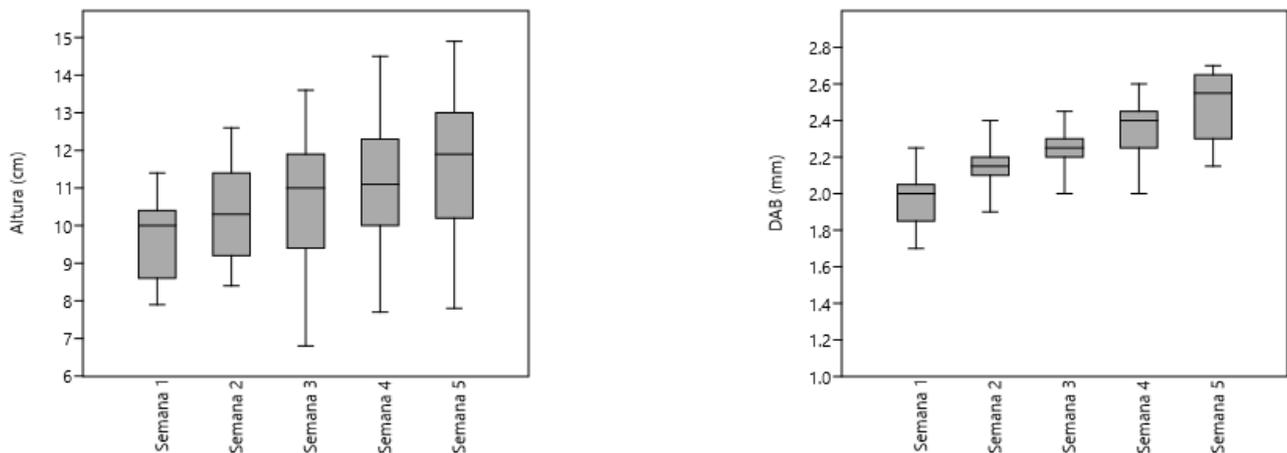
para se ter uma dimensão micro do experimento, como também macro, fazendo tratamentos entre os lotes, para que os dados obtidos sejam independentes entre si e como um todo sejam complementos para se observar todas as características do crescimento da espécie pela mistura do grão.

5.2.1. Boxplot

O tratamento de Boxplot foi utilizado para mostrar de forma dimensional o crescimento de cada porcentagem englobando todos os lotes, para que pudéssemos avaliar o crescimento da espécie com base nos sedimentos utilizados para plantio.

As medidas de crescimento estão ilustradas em um período de 5 semanas, para que os resultados observados fossem minuciosamente avaliados.

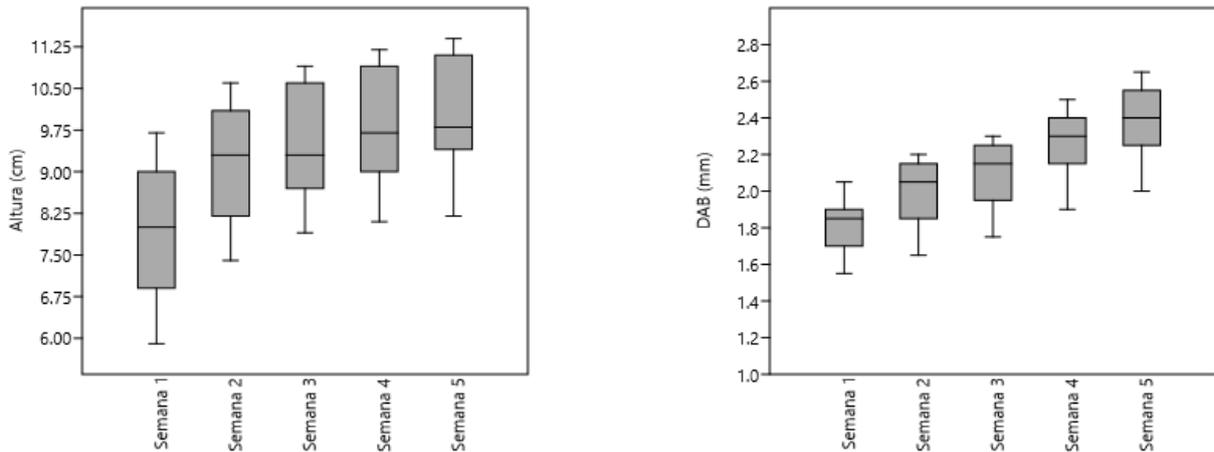
O crescimento das espécies de *Laguncularia racemosa* em concentração 100% será usado para métodos de comparação com as outras porcentagens amostrais, sendo classificado como amostra controle (Figuras 8 e 9).



Figuras 8 e 9 - Altura e DAB da concentração 100% lama.

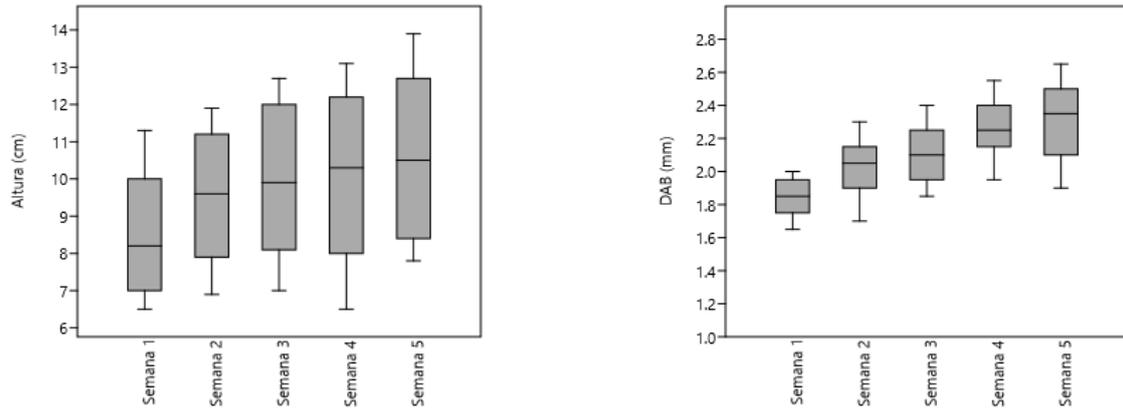
Analisando a concentração de 75% Lama, e comparando-a com experimento controle, podemos ver que tanto a altura mínima registrada na primeira semana como a altura máxima registrada na quinta semana foram inferiores (Figuras

10 e 11), porém, o DAB obteve resultados semelhantes ainda que inferiores ao controle.



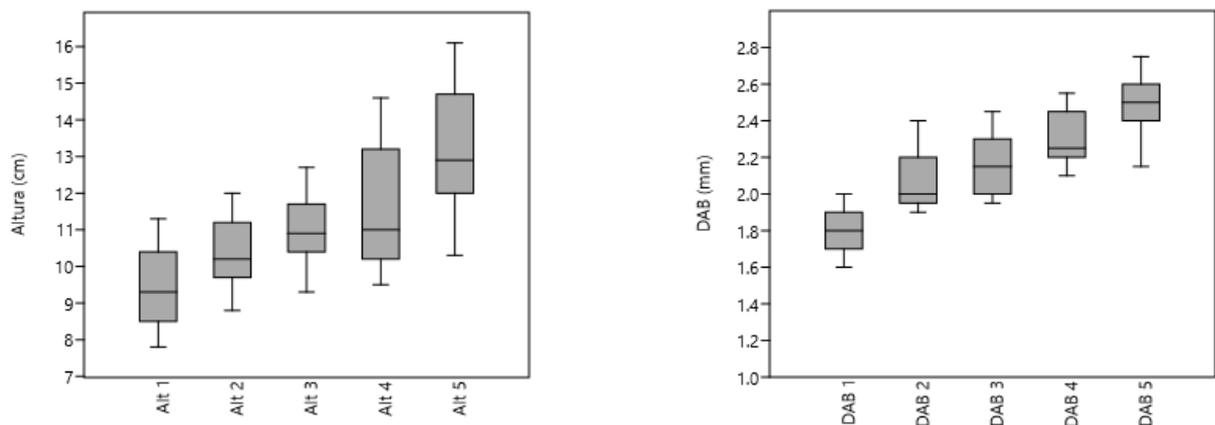
Figuras 10 e 11 - Altura e DAB da concentração 75%lama /25% areia

Analisando a concentração de 50% Lama, e comparando-a ao experimento controle, tratando-se da altura pode ser visto claramente uma grande discrepância entre os dois resultados, com alturas mínimas um pouco maiores de que 6 cm na primeira semana, até uma altura máxima de 13 cm na quinta semana, porém ao analisarmos os valores do DAB, os resultados permanecem dentro dos padrões. O experimento para a concentração de 50% (Figuras 12 e 13) resultaram em um dos piores dados, para o experimento de mesclagem de sedimento, levando em consideração apenas os dados brutos, sem considerar nenhum teste estatístico.



Figuras 12 e 13 - Altura e DAB da concentração 50% lama / 50% areia.

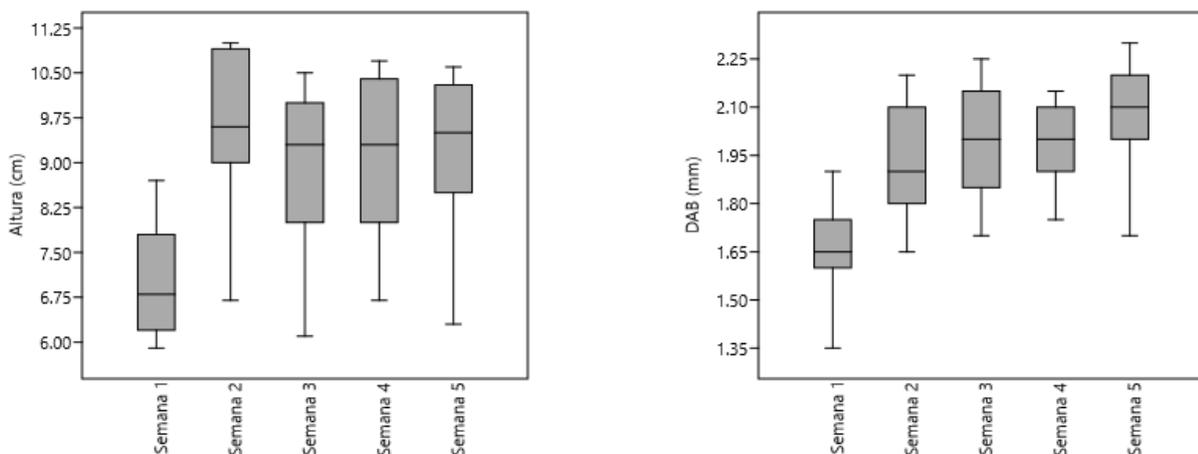
Analisando a concentração de 25% Lama, e comparando-a ao experimento controle, podemos observar que até a terceira semana, teve crescimento constante sem muitas alterações, porém a partir da 4 semana e principalmente na quinta, a taxa de crescimento teve um aumento substancial, ultrapassando os valores do experimento controle, o que pode indicar uma boa relação entre sedimento e plântula (Figura 14). As medidas de DAB também tiveram crescimento razoável em par com o controle (Figura 15).



Figuras 14 e 15 - Altura e DAB da concentração 25% lama / 75% areia

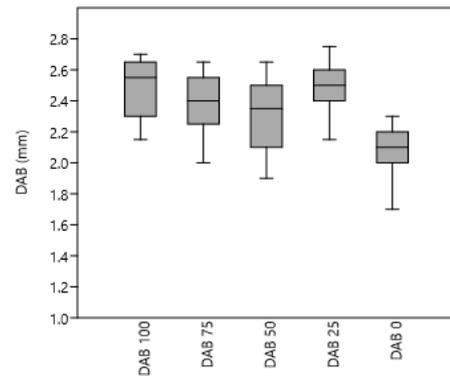
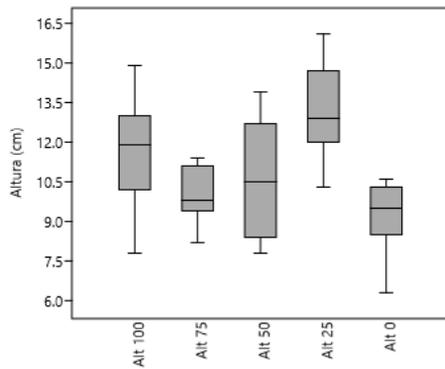
O experimento de 0% Lama (areia pura), não foi comparado ao experimento controle, foi utilizado apenas para título de amostragem geral e

exemplificação. Este experimento teve problemas desde a germinação da raiz secundária dos propágulos e durante todo o tempo de duração do experimento (Figuras 15 e 16). A areia pura trata-se de sedimento inconsolidado, logo trouxe todos os males possíveis para a plântula e sua respectiva coleta de dados, por sofrer bastante erosão tanto por parte eólica como pela borrifação as raízes das plântulas ficaram à mostra e isso piorou conforme as semanas foram progredindo. A coleta de dados acabou se tornando imprecisa.



Figuras 15 e 16 - Altura e DAB da concentração 100% areia

Os dados finais foram colocados lado a lado de modo a fazer a representação geral de todos os lotes (Figuras 17 e 18). Os dados obtidos mostram as discrepâncias entre os crescimentos máximos de cada porcentagem. Levando em consideração os dados brutos, os maiores crescimentos foram na porcentagem 25% e 100% respectivamente, sendo observado valores máximos de altura e DAB semelhantes. De modo geral a diferença entre as alturas foi discrepante para as porcentagens, em contrapartida o tamanho do DAB foi semelhante, com exceção da concentração 0% que foi desconsiderada para testes futuros.



Figuras 17 e 18 - Altura e das DAB Médias finais para cada concentração.

5.2.2. Kruskal-Wallis e Mann-Whitney

Para as amostras com sedimento 100% lamoso foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para a altura, onde foi observado que H (chi2): 11,63; Hc (tiocorrected): 11,64; p (same): 0,02021; Para o DAB foi encontrado H (chi2):47,15; Hc (tiocorrected):47,45; p (same):1,227E-09, o que significa que dentro do teste há uma significativa diferença entre as médias das amostras tanto para altura quanto para o DAB. Também foi aplicado o teste *Mann-Whitney* para altura e DAB, onde temos como resultados demonstrados nas Figuras 19 e 20, respectivamente.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Semana 1		0,09266	0,04869	0,02366	0,00507
Semana 2	0,09266		0,6182	0,3831	0,04639
Semana 3	0,04869	0,6182		0,6479	0,1407
Semana 4	0,02366	0,3831	0,6479		0,2626
Semana 5	0,00507	0,04639	0,1407	0,2626	

Figura 19 – *Mann-Whitney* para altura.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Semana 1		0,0006594	3,322E-05	1,48E-05	5,289E-06
Semana 2	0,0006594		0,006985	0,0004048	4,138E-05
Semana 3	3,322E-05	0,006985		0,02264	0,001515
Semana 4	1,48E-05	0,0004048	0,02264		0,0392
Semana 5	5,289E-06	4,138E-05	0,001515	0,0392	

Figura 20 – *Mann-Whitney* para DAB.

Para as amostras com sedimento 75% lamoso com 25% arenoso foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para a altura, onde foi observado que H (chi2): 21,41; Hc (tie corrected):21,43; p (same): 0,0002598; Para o DAB H (chi2):42,9; Hc (tiecorrected): 43,12; p (same): 9,785E-09; O que significa que dentro do teste há uma significativa diferença entre as médias das amostras tanto para altura quanto para o DAB. Também foi aplicado o teste *Mann-Whitney* para altura e DAB, onde temos como resultados demonstrados nas Figuras 21 e 22, respectivamente.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Semana 1		0,01537	0,0005918	7,486E-06	4,315E-06
Semana 2	0,01537		0,1117	0,0008427	7,161E-05
Semana 3	0,0005918	0,1117		0,01303	0,0006915
Semana 4	7,486E-06	0,0008427	0,01303		0,1384
Semana 5	4,315E-06	7,161E-05	0,0006915	0,1384	

Figura 21 – Mann-Whitney para altura.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Semana 1		0,01353	0,001982	0,0007148	0,000123
Semana 2	0,01353		0,383	0,2286	0,03422
Semana 3	0,001982	0,383		0,5196	0,1404
Semana 4	0,0007148	0,2286	0,5196		0,3186
Semana 5	0,000123	0,03422	0,1404	0,3186	

Figura 22 – Mann-Whitney para DAB.

Para as amostras com sedimento 50% lamoso com 50% arenoso foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para a altura, onde foi observado que H (chi2):8,094; Hc (tie corrected): 8,102; p (same): 0,08791; Para o DAB foi encontrado H (chi2): 38,02; Hc (tie corrected): 38,24; p (same): 9,98E-08; O que significa que dentro do teste há uma significativa diferença entre as médias das amostras para o DAB, todavia a altura não possui resultados significantes. Também foi aplicado o teste *Mann-Whitney* para altura e DAB, onde temos como resultados demonstrados nas Figuras 23 e 24, respectivamente.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Semana 1		0,1055	0,04399	0,05106	0,02012
Semana 2	0,1055		0,2899	0,3613	0,2369
Semana 3	0,04399	0,2899		0,8193	0,6182
Semana 4	0,05106	0,3613	0,8193		0,7087
Semana 5	0,02012	0,2369	0,6182	0,7087	

Figura 23 – Mann-Whitnev para altura.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Semana 1		0,003088	0,0001599	5,837E-06	1,156E-05
Semana 2	0,003088		0,2858	0,001244	0,002419
Semana 3	0,0001599	0,2858		0,01265	0,02064
Semana 4	5,837E-06	0,001244	0,01265		0,56
Semana 5	1,156E-05	0,002419	0,02064	0,56	

Figura 24 – Mann-Whitney para DAB.

Para as amostras com sedimento 25% lamoso com 75% arenoso foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para a altura, onde foi observado que H (chi2): 34,14; Hc (tie corrected): 34,17; p (same): 6,881E-07; Para o DAB foi observado que H (chi2): 52,43; Hc (tie corrected): 52,68; p (same): 9,954E-11; O que significa que dentro do teste há uma significativa diferença entre as médias das amostras tanto para altura quanto para o DAB. Também foi aplicado o teste *Mann-Whitney* para altura e DAB, onde temos como resultados demonstrados nas Figuras 25 e 26, respectivamente.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Semana 1		0,01517	0,000888	0,0003865	1,315E-05
Semana 2	0,01517		0,1297	0,036	0,0001047
Semana 3	0,000888	0,1297		0,3944	0,001596
Semana 4	0,0003865	0,036	0,3944		0,03802
Semana 5	1,315E-05	0,0001047	0,001596	0,03802	

Figura 25 – Mann-Whitney para altura.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Semana 1		8,697E-05	1,252E-05	3,169E-06	3,193E-06
Semana 2	8,697E-05		0,1487	0,001606	1,323E-05
Semana 3	1,252E-05	0,1487		0,02187	3,191E-05
Semana 4	3,169E-06	0,001606	0,02187		0,008849
Semana 5	3,193E-06	1,323E-05	3,191E-05	0,008849	

Figura 26 – Mann-Whitney para DAB.

Observando os dados obtidos pelos testes de Kruskal Wallis e Mann-Witney podemos afirmar que a maioria das porcentagens obteve resultados positivos para crescimento da Altura e DAB. Os dados de crescimento da altura não foram considerados ótimos. Na análise completa de todas as porcentagens, pode ser visto um crescimento à longo prazo, presente principalmente nas últimas semanas de desenvolvimento, podendo indicar um crescimento significativo para as semanas subsequentes. Os dados de crescimento para o DAB tiveram números significantes a partir da terceira semana de crescimento e se fez constante nas semanas subsequentes. O crescimento do DAB foi superior ao da altura, caracterizando que o crescimento horizontal foi superior ao vertical.

5.2.3. *Correlação e Regressão Linear*

A análise de correlação tem por objetivo apenas medir o grau de relacionamento entre as variáveis, enquanto a regressão estabelece de dependência entre as variáveis e desenvolve métodos para estimar com base em uma amostra de dados, os parâmetros que caracterizam essa relação.

A fim de estudar e delimitar o grau de relacionamento entre as variáveis: Altura e DAB foram feitos testes de correlação, de modo a sintetizar da melhor forma essa relação. Por serem testes análogos foi feito uma regressão Linear para complementar a correlação. A correlação observada em cada porcentagem (Tabela 6) é considerada positiva, garantindo uma boa similaridade entre os dados. A porcentagem de 100% conseguiu uma boa correlação, porém inferior entre as demais, o que indica uma pequena variação entre os dados, diferente das porcentagens 75% e 50%, que obtiveram variações menores entre seus resultados. A porcentagem de 25% obteve a melhor correlação entre elas, devido a retirada de um valor *outlier* que influenciava diretamente na variação total deste experimento.

Tabela 6 - Correlação das porcentagens

Porcentagem	Correlação
100%	0,75871662
75%	0,84467919
50%	0,82134763
25%	0,88434241

Como teste complementar da correlação, foi feita uma regressão linear para demonstrar o crescimento das variações baseados na variável independente X (DAB) para a variável dependente Y (Altura). Para a Regressão, a maneira de avaliar a qualidade do modelo é através do coeficiente de determinação (R^2) que representa quanto o modelo pode explicar os dados coletados.

As análises para Regressão Linear foram feitas utilizando como base a última semana do experimento, demonstrando uma linha de tendência positiva em todas as porcentagens amostrais (Figuras 27, 28, 29 e 30), corroborando o resultado obtido para correlação que também foi positiva nas semanas finais do experimento. A Regressão positiva indica que o experimento foi um sucesso, demonstrando que mesmo em diferentes porcentagens de mescla entre o sedimento Lama e areia, ainda é possível que a espécie de mangue *Laguncularia racemosa* cresça de forma relevante, a parte dos métodos usuais de criação de mudas.

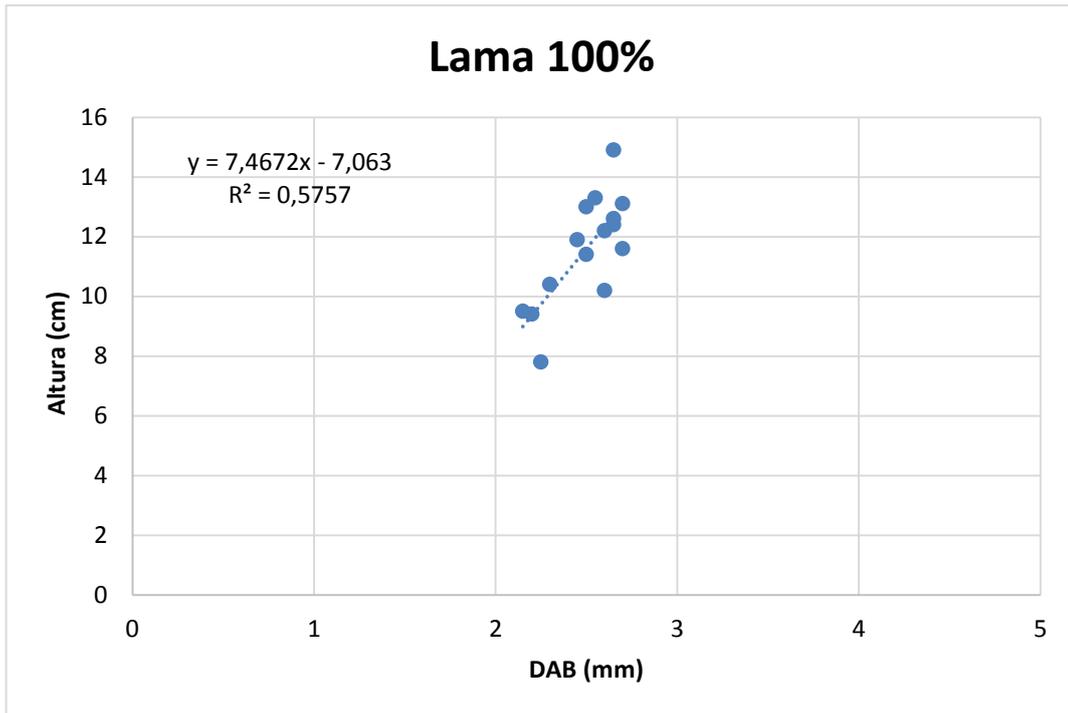


Figura 27 - Regressão Linear para a concentração de 100% de Lama

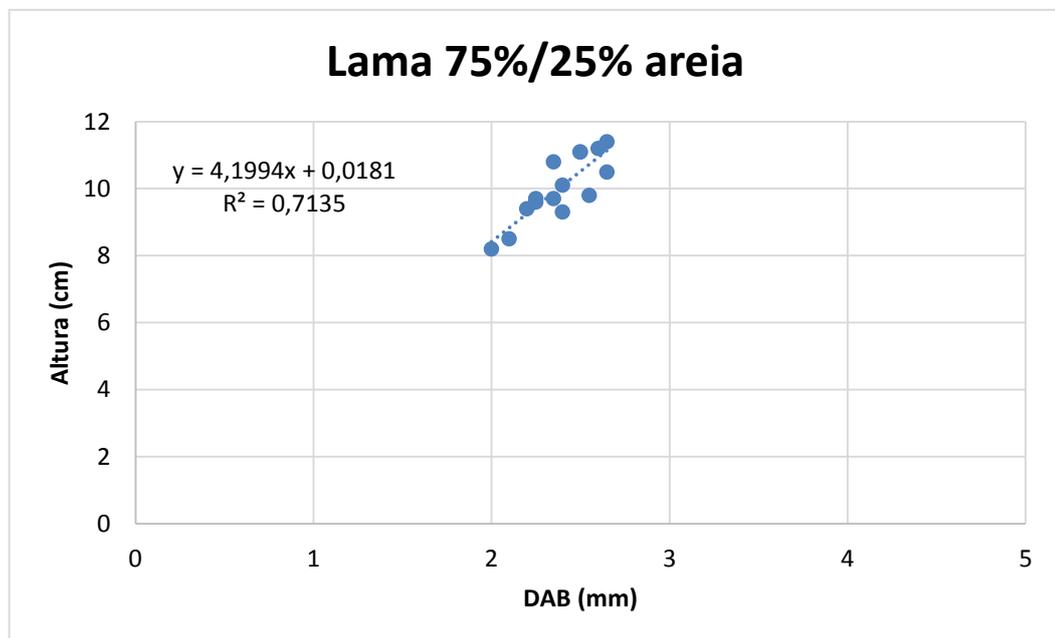


Figura 28 - Regressão Linear para a concentração de 75% de Lama/25% areia

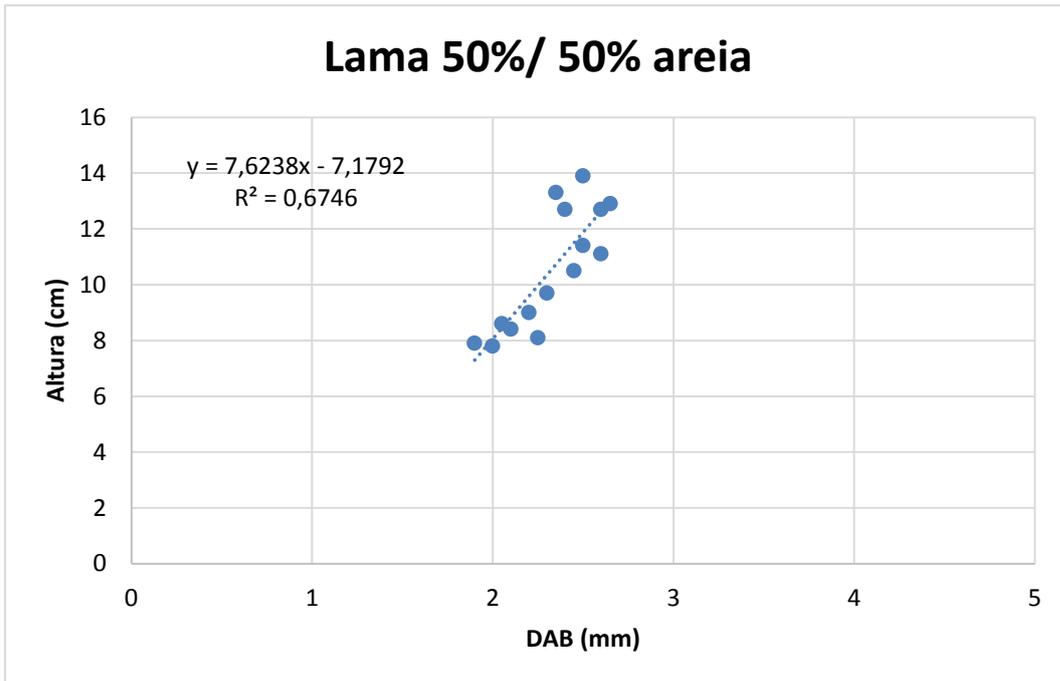


Figura 29 - Regressão Linear para a concentração de 50% de Lama/50% areia.

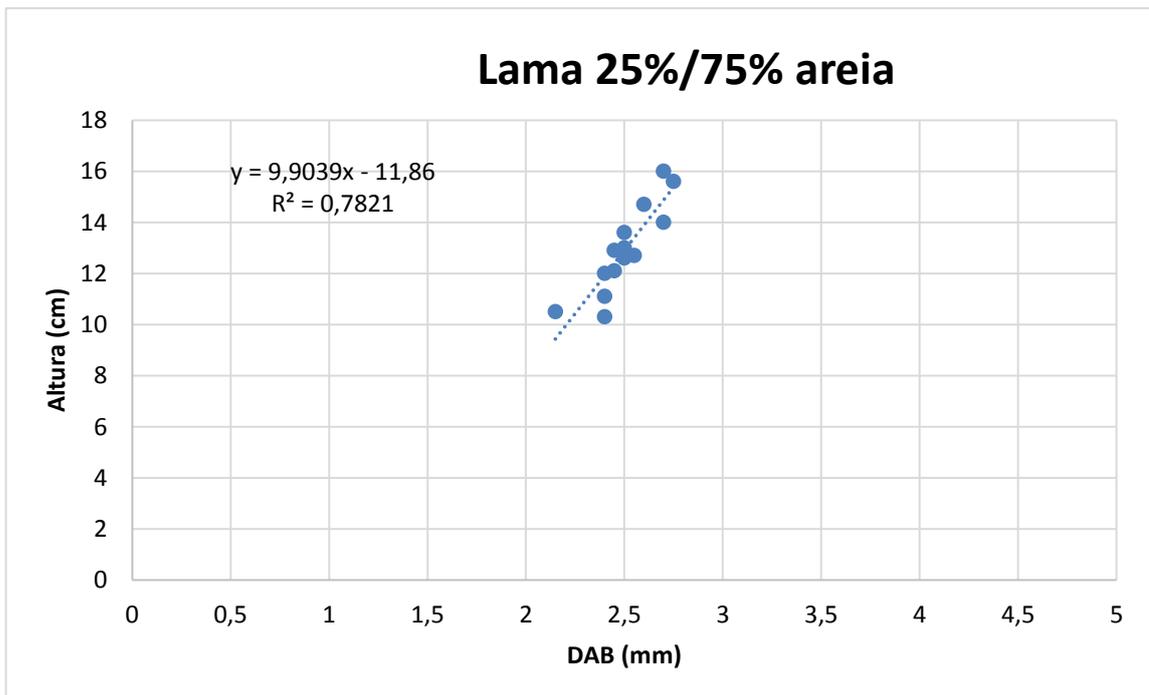


Figura 30 - Regressão Linear para a concentração de 25% de Lama/75% areia

6. CONCLUSÃO

Analisando toda a base de dados obtidos no decorrer do experimento, posso concluir que a espécie *Laguncularia racemosa* mostrou ter crescimento efetivo em todos as porcentagens amostrais de sedimento, mostrando que esta espécie é considerada oportunista, capaz de crescer e se desenvolver na maioria dos sedimentos, sendo necessários apenas uma boa base para sua fixação e um suprimento abundante de nutrientes e minerais para que o desenvolvimento seja positivo.

REFERÊNCIAS

- ALONGI, D. M. **Abundances of benthic microfauna in relation to outwelling of mangrove detritus in a tropical coastal region.** Mar. Ecol. Prog. Ser. v. 63, p. 53-63, 1990.
- ALONGI D.M. **The energetics of mangrove forests.** Springer, London, 2009.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=211130&search=|sao-luis>. Acesso em 8 de ago. 2016.
- DE BRAGANÇA, C. U., & COSTA, R. S. **AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E DA QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE MANGUE EM DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS NA PENINSULA DE AJURUTEUA-BRAGANÇA-PA.** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, CAMPUS DE BRAGANÇA, 2010.
- DIAS, J.A. 2004. **A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinheiros.** Ed. preliminar. Algarve, 2004.
- DITTMAR T; LARA, R.J. **Do mangroves rather than rivers provide nutrients to coastal environments south of the Amazon River? Evidence from long-term flux measurements.** Mar. Ecol. Prog. Ser, v. 213, p. 67–77, 2001.
- DITTMAR T; HERTKORN, N.; KATTNER, G. LARA, R.J. **Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans.** Global Biogeochem. Cy. n. 20, p. 1-7. 2006.
- Folk, R. L., 1968. **Petrology of sedimentary rocks.** Austin, Texas (Hemphill's Book Store).
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GIRI, C, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, et al. **Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data.** Global EcolBiogeogr. 2011; v. 20 n. 1, p.154-159. Doi:10.1111/j.14668238.2010.00584.x
- GUY, H. P. 1969. **Laboratory theory and methods for sediment analysis. Techniques of Water-Resources investigations of the United States Geological Survey.**
- JENNERJAHN, T.C.; ITTEKKOT, V. **Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins.** Naturwissenschaften, v. 89, p. 23–30. 2002.
- KATHIRESAN K, BINGHAM BL. **Biology of mangroves and mangrove ecosystems.** Adv. Mar. Biol. 40, p. 81-25, 2001.
- KJERFVE, B.; PERILLO, G. M. E.; GARDNER, L. R.; RINE, J. M.; DIAS, G. T. M.; MOCHEL, F. R. 2002. **Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America.** In: T. R. Healy, Y. Wang, & J-A.

Healy (Eds.), *Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Functions*. Amsterdam. Elsevier Science. p. 479-532. 2002.

KRUG L. A, LEÃO C; AMARAL, S. **Dinâmica espaço-temporal de manguezais no Complexo Estuarino de Paranaguá e relação entre decréscimo de áreas de manguezal e dados sócio-econômicos da região urbana do município de Paranaguá – Paraná**. Florianópolis. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO, 13. Anais... Remoto, INPE; 2007. p. 2753-2760.

LACERDA, L. D. **Manguezais, ecossistemas - chave sob ameaça**. Scientific American v. 1, p. 76 - 82 2009. Disponível: http://www.inctmcocean.com.br/pdfs/Produtos/8_Manguezais_SABr.pdf. Acesso em: 18 Jan. 2018.

LIMA, R.M.F.; LUZ, J.A.M. da. 2001. **Análise granulométrica por técnicas que se baseiam na sedimentação gravitacional: Lei de Stokes**. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 54, n. 2, Junho 2001.

LUGO, A.E., Snedaker S.C. **The ecology of mangroves**. Ann. Rev. Ecol. Syst. v.5, p. 39-64, 1974.

MOCHEL F. **Mangroves of Maranhão State, North. Brazil**. In: LACERDA LD AND FIELD CD. (Eds.). *Mangrove Ecosystems Proceedings*, Okinawa: ISME, Japan 1: 14. 1993.

MOCHEL, F. R. **Programa Integrado Estudos Ecológicos dos Manguezais do Estado do Maranhão**. Revista de Gerenciamento Costeiro Integrado - para países de língua portuguesa. Santa Catarina, v.1, n.2, p. 30–33, 2002b.

MOCHEL, F. R.; CUTRIM, M. V. J.; CORREIA, M. M. F.; IBANEZ, M. S. R., MACEDO, L. A. A.; KOWARICK, M. A. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Maranhão**. São Luís: Lithograf; Governo do Maranhão, 1991, v.1. p.193.

ROBERTSON A.I, ALONGI, D.M., BOTO, K.G. **Food chains and carbon fluxes**. In: Robertson AI, Alongi D.M. (Eds). **Tropical Mangrove Ecosystems**, American Geophysical Union, Washington. p. 293– 326.1992.

SANTOS. M. C. F. V. dos. 1986. **Considerações sobre a ocorrência de *Rhizophora harrisonii* Leechman e *Rhizophora racemosa* G. F. W. Meyer, no litoral do Estado do Maranhão, Brasil**. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, São Luís. 7:71-91.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Ecossistema entre a terra e o mar**. Caribbean Ecological Research, 1995. p. 1-64.

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

SILVA, C. A. R., LACERDA, L. D., SILVA, L. F. F. & REZENDE, C. E., 1991. **Forest structure and biomass distribution in a red mangrove stand in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro**. Rev. Brasil. Biol., 14:21-25.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A Pesquisa científica. In:GERHARDT,Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 31-42. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf> Acesso em 2 de jul. 2018.

SOARES, M.L.G. **Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil: análise de modelos**. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 1997. 2 vol.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução à Sedimentologia**. USP, São Paulo, 316 pp.

VALIELA I, BOWEN JL, York OK. **Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments**. BioSci. 2001, v.51, n.10, p.807–815. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0807:MFOOTW\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2). Acesso em 23 de Ago. 2017.