



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Monografia para obtenção de grau de Licenciatura em Geologia Marinha

**Influência das propriedades físicas, química e biológica do solo na  
densidade arbórea de mangal em Inhangome e Ilha do Chuabo Dembe,  
Cidade de Quelimane- Moçambique**

**Autor:**

*Flávio Inácio Jeje*

*Quelimane, Novembro 2017*



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Monografia para obtenção de grau de Licenciatura em Geologia Marinha

**Influência das propriedades físicas, química e biológica do solo na  
densidade arbórea de mangal em Inhangome e Ilha do Chuabo Dembe,  
Cidade de Quelimane- Moçambique**

**Autor:**

*Flávio Inácio Jeje*

**Supervisora:**

*Dr<sup>a</sup> : Valera Dias*

*Quelimane, Novembro 2017*

## **DEDICATÓRIA**

*Em primeiríssimo lugar dedico o presente trabalho a minha **futura família** e a **mim** pela coragem , paciência, força de vontade e pelo pensamento positivo em acreditar que um dia pudesse concluir os meus estudos, de Seguida aos meus pais **Olivia Júlio Chauque** e **Inácio Alberto Jeje Uangua**, minha tia e segunda mãe **Artemisa Alberto Jeje** , pelo conselho moral e pelo apoio monetário durante esta longuíssima caminhada, ao meu falecido avô **Alberto Djedje Uangua**.*

***Nibonguile Swinene!!***

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus todo poderoso onipotente, meu pai celestial pela luz verde que ele me tem dado, em contornar muitas dificuldades, limitações em vitórias ” *O meu gloria a Deus nas alturas*”, aos meus avós Júlio Chauque , Julieta Manhique , Ricardina Mugadui e Argentina Mugadui, aos meus pais Inácio Jeje e Olívia Chauque, minha tia Artemisa Jeje , Irmãos Gustavo Inácio Jeje, Célia Inácio Jeje, dr. Aderito Inácio Jeje, Edna Inácio Jeje, dr. Crimildo Inácio Jeje, Inácio Alberto Jeje Uangua Júnior, Olívia Inácio Jeje, Emílio Inácio Jeje, Belchior Inácio Jeje, meus sobrinhos Emerson Gustavo Jeje, Sheila Calvino Mendes, Gustavo Inácio Jeje Júnior e Mércia da Edna Chicolo, meus primos Sebastião Mahumane, Carlos Mauricio Vilanculo, Celso Mauricio Vilanculo, Julieta Mahumane, Lilito Mahumane, Clementina Mahumane, Celina Mahumane, Julinho Mahumane, Anália Banze , Tarcilia jeje, Mmanuel Jeje, pelo suporte, conselho e força para vocês vai “*o meu Obrigado*” .

A Zuneid Issufo Yura pela simplicidade, ajuda, conselho, suporte, coragem, força e Amor em mim depositado “*vai o meu muitíssimo Obrigado*”, aos colegas do quarto da residência Universitária da ESCMC Sr. Orlando Henriques Jamisse, Sr. Oldim Lodes Chuquelane, Sr. Sergio Paulo Caetano, Sr. Amós Nhaca pelo suporte vai “*o meu abraço*” , ao presidente da masculina sr. Orlando Lourenço Macicame, presidente da residência Feminina a Sra. Balbina Siteo, aos colegas Cacilda, Sra. Fátima Lisboa, Sra. Marlene Massique, Sra. Adelaide Bambo, Sra. Katia Matucanduva, Sra. Cláudia Machaieie, Sara, Sr. Gerson Vilanculo, Sr. Nelson Cabazar, Sra. Suraya Carsidasse, Sra. Calmira Ofiçane, Sr. George Catandica, Sr. Ricardo Mapulende (Enjoine), Sr. Tércio Mendonsa, Sr. Candido Timba, Sr. Feliz Sodasse, Sr. Zunchany Trinta pelo ideias, companheirismo e discussões académicas , Sr. Ernesto Tembe, Erasnes Honwana, Sr. Alberto Sbie, Sr. Sebastião Mariquel, Sr. Jose Chieu, Sr. Humberto Lemos, Sr. Neivaldo Nequira, Sr. Carlos Cardoso, Sr. Adérito Maússe, Sr. Augusto Vuja Junior, Sr. Gaston Emile, Sr. Mauro Arlindo, Sr. Hilário Macamo, Sr. Semo Mapai, Sr. Salvador Zeca e a todos outros colegas de residência , colegas dos cursos Oceanografia, (Geologia, Química e Biologia ) Marinha 2014 “*o meu obrigado*”.

Aos amigos Sr. Calos Sabonete Cossa, Sr. Mauro Chambule, Sra. Clara Orlando, Sra. Sphiwe Cantine, Sra. Yara de Jesus, Sra. Wanda Kuley, Sr. Edilson de Inocência Chambe, Sr. Estevão Boaventura Mahumane, Sr. Mendes Amélia, Sr. Fragoso Nhabinde, Sr. Celso Alexandre Mavie, Sr. Jacinto Mahumane, ao amigo falecido Sr. George Lucas, Horácio Boné Bata, Sr. Ildo Matabel, Sra. Nunucha

Pedro, Sra. Katia Ngonga, Sra. Tsakany Nhelete, Sra. Alice de Glória, Sr. Zeca Azarias Tamele, Sr. Gersílio Boaventura Mahumane, Sr. Edson Rita Pessane, Sr. Ricardo Cumbana, Sr. Virgílio António Ugembe, Sr. Justino Matavata, Sr. Darcio Checo, Sr. Hermenegildo António Nhaule, Sr Nelson António Nhaule, Sra. Maria Casimira representante do grupo coral da comunidade São Francisco de Assis de Zona verde, Sr. Celestino representante do grupo coral da paróquia São Francisco Xavier de benfica.

Pelos ensinamentos adquiridos pelas meus falecidos amigos e vizinhos avôs Absalão Nhabinde, Eriqueta Boa, Celeste Tamele, Isabel Mahumane, José Mahumane.

Aos meus vinhos amigos e tios Sr. Carlos Mafuiane, Sr. Boaventura Luís Mavie, a minha madrinha de Sacramentos mamã Elisa Siteo.

Aos amigos de infância dr. Edson Alexandre Mavie ( Gordón), Sr. Dilton Francisco Mahumane, Sr. Filipe André Tamele, Sr. Nélio Mafuiana, Sra. Clara José Mahumane, meu muito obrigado pelo amor de irmão e sobrinho, pela confiança ajuda monetária, ideias, suporte e força para ti vai **“o meu abraço”**

.

O meu fortíssimo abraço vai também a minha primeira humilde, mãe, avó, experiente e reformada professora **Rostina António Machove** da Escola Primária Completa da Zona Verde pelo (a, e, i, o, u e 1+1=2) ensinado e graças a sua paciência hoje consigo escrever te o meu **“obrigado”** pela preocupação e força que tem depositado em mim desde o ano 2001 até data hoje.

A docente **Carlota Emílio Alves**, pelo puxão de orelha desde o meu primeiro que ingressei a faculdade ano ao meu 3º ano e graças a ti os ensinamentos me foram úteis na minha progressão académica **“o meu Kanimambo”**.

A benção vai minha humilde supervisora e mãe **Dotoura Valera Dias** pelas palavras sábias e inspiradoras que tornaram real o presente trabalho, a **Dotoura. Eulália Mugabe** na delimitação dos transectos no campo, dr. Celso Matsinhe, dr. Noca Furaca, Engenheira Joana, pela ajuda de matéria, aos funcionários Nazarete, dr. Falume, Iranete, dona Maimuna, dra. Rosa, sra. Baúque **“a vocês vai o meu obrigado”**.

## DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que o presente trabalho nunca foi apresentado para obtenção de qualquer grau académica, nem publicado por outrém, os resultados apresentados são da minha investigação e respeitei o direito de autor apresentando citações e as respectivas referências bibliográficas.

Maputo, Novembro de 2017

---

*(Flávio Inácio Geje)*

**Supervisora**

**Examinador (a)**

---

*Dra. Valera Dias*

## RESUMO

O mangal é um ecossistema de grande complexidade que ocorre na interface entre os ambientes marinhos e terrestres, mas que apresenta baixa riqueza de zoneamento de espécies pelo facto de adaptarem se às diferenciadas condições. O presente estudo tem como objectivo conhecer a influência das propriedades químicas (pH) biológica (matéria orgânica) e físicas (densidade aparente, salinidade e humidade) do solo na densidade arbórea de mangal, visto que há falta de estudos que versam sobre as condições edáficas propícias para o desenvolvimento deste ecossistema, o mesmo pode ser usado em trabalhos de reflorestamentos assim como resposta de projectos de fraco replantio dos mesmo ecossistemas. O estudo foi efectuado em dois locais, o primeiro é constituído por diversas espécies de mangal (Inhangome), o segundo é constituída por uma só espécie (Ilha de Chuabo Dembe) foram efectuadas duas saídas de campo por cada zona onde em cada saída fez se um transecto perpendicular a linha de costa com 6 parcelas totalizando 4 transectos com 12 parcelas, de seguida retiradas as amostras de solo em três diferenciadas profundidades com corer de 1m nas diagonais dos vertices de cada parcela e por último contadas as árvores com  $DAP \geq 5$ cm. Das propriedades estudadas verificou se que a densidade arbórea foi influenciada com baixo pH do solo (acidez do solo), maior humidade do solo (solos inundados), baixa densidade aparente (solos argilosos identificados na base dos intervalos da DA) e menor salinidade do solo, a que menos influenciou foram a material orgânica do solo.

**Palavras chaves:** Influência, propriedades, físicas, química, biológica, densidade arbórea, Mangal, Quelimane, Moçambique

## **ABSTRACT**

Mangrove is an ecosystem of great complexity that occurs at the interface between marine and terrestrial environments, but which presents low species zoning richness due to the fact that they adapt to different conditions. The objective of this study was to determine the influence of organic (physical) and physical (soil bulk density, salinity and humidity) properties on mangrove tree density, the development of this ecosystem, it can be used in reforestation works as well as in response to weak reforestation projects of the same ecosystems. The study was carried out in two sites, the first one consists of several species of mangrove (Inhangome), and the second is made up of a single species (Chuabo Dembe Island). a transect perpendicular to the coastline with 6 plots totaling 4 transects with 12 plots, then the soil samples were removed in three different depths with 1 m depth on the diagonals of the vertices of each plot and finally counted the trees with  $DAP \geq 5$ cm. From the studied properties it was verified that the tree density was influenced by low soil pH (soil acidity), higher soil moisture (flooded soils), low apparent density (clayey soils identified at the base of the intervals of DA) and lower soil salinity, the one that less influenced was the organic material of the soil.

**Keywords:** Influence, Properties, Physical, Chemical, Biological, Tree density, Mangal, Quelimane, Mozambique

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
ESCMC	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras
MOS	Matéria Orgânica do Solo
°C	Graus célsius
DA	Densidade aparente
Da	Densidade arbórea
pH	Pontecial Hidrogeneo
MITADER	Ministério de Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural
ONGs	Organizações não-governamentais
S	Salinidade
ppm	Partes por mil
%	Porcentagem
<b>m</b>	Metros
<b>Eq</b>	Equação
<b>cm</b>	Centímetro
<b>g/cm<sup>3</sup></b>	Gramas por centímetros cúbicos

## ÍNDICE

<b>Conteúdos</b>	<b>Páginas</b>
DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contextualização.....	1
2. PROBLEMA e JUSTIFICATIVA.....	3
3. OBJECTIVOS.....	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1. Distribuição de florestas de mangal.....	5
4.2. Importância de mangal na Protecção costeira.....	6
4.3. Propriedades físicas e morfológicas dos solos em relação à espécie de mangal.....	6
4.4. Propriedades químicas e biológicas dos solos em relação às espécies florestais.....	7
4.5. Condições para desenvolvimento de Mangal.....	8
5. METODOLOGIA:.....	11
5.1. Descrição da área do estudo.....	11
5.2. Delimitação da local de estudo.....	12
5.3. Determinação da densidade arbórea.....	14
5.4. Amostragem do solo.....	14
5.5. Análise laboratoriais.....	15
5.6. Tratamento de dados.....	18
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6.1. Propriedades físicas, química e biológica de Solo e da densidade arbórea de mangal da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome.....	20
6.2. Comparação da densidade arbórea de Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome.....	21
6.3. Comparação de densidade aparente do solo da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome.....	21

6.4.	Comparação de humidade da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome .....	22
6.5.	Comparação de matéria Orgânica do solo da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome .....	23
6.6.	Comparação de Salinidade do solo da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome .....	24
6.7.	Comparação de pH do solo da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome .....	25
6.8.	Relação densidade aparente de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome.....	26
6.9.	Relação de humidade de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome .....	27
6.10.	Relação de matéria orgânica de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome .....	28
6.11.	Relação de pH de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome .....	29
6.12.	Relação de salinidade de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome .....	30
7.	CONCLUSÃO: .....	31
8.	LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES .....	32
10.	ANEXOS.....	37

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. Contextualização**

Os mangais são conhecidos como uma comunidade de vegetação complexa que bordejam praias abrigadas ou como um grupo ecológico de espécies halofíticas. As florestas de mangal são reconhecidas a nível nacional e internacional como ecossistemas cruciais, que fornecem importantes serviços e produtos a outro ecossistema. Por exemplo as florestas de mangal exercem uma grande actividade como o sequestro de carbono e acumulação de biomassa rivalizando se com as florestas tropicais terrestres (Rajkaran, 2015).

Em termos globais as florestas de mangal cobrem cerca de 10-24 milhões de hectares, e em Moçambique em particular cobrem cerca de 318.851 ha, sendo as perdas de mangais estimadas em 15.9 km<sup>2</sup> por ano. As florestas de mangal são ecossistemas importantes que precisam de ser conservados e os desenvolvimentos em torno dessas áreas devem ser cuidadosamente planeados (Rajkaran, 2015).

Devido ao acúmulo de grandes massas de sedimentos e detritos trazidos pelos rios e mar, há uma expansão constante das áreas de mangal, essas áreas são pedologicamente instáveis, dinâmicas, devido à constante deposição de areia do mar contribuindo a rejuvenescimento do solo ribeirinho, com deposições aluviais e lacustres (Rossi e Mattos, 2002).

Os mecanismos que regem a dinâmica de circulação de sedimentos, em áreas estuarinas, estão diretamente relacionados aos aspectos hidrodinâmicos. A ação das marés oceânicas é variável ao longo das áreas de mangal, pois algumas zonas são inundadas diariamente enquanto outras são atingidas apenas pelas grandes variações de marés (Herz, 1991).

A variação na frequência de inundação do mangal pelas marés oceânicas pode acarretar em diferenças na concentração de sal, de sedimentos, nutrientes, pH, metais pesados e etc. A maior salinidade ocorre em mangais próximos ao mar enquanto próximos às margens dos rios a concentração de sal geralmente tem sido menor (Soares, 1995).

Sua vegetação apresenta adaptações específicas que permitem desenvolver-se em ambientes caracterizados pela alta salinidade, periodicamente inundados pela maré, baixo Ph e por solo lodoso (Ball, 1988; Tue et al., 2012).

O solo de Mangais é caracterizado como halomórfico e se desenvolve em sedimentos marinhos e luviais com presença de material orgânica, ocorrendo em regiões de topografia plana na faixa costeira sob a influência constante do mar (Embrapa, 2013). O presente trabalho tem como principio determinar as propriedades físicas, química e biológica do solo que mais influenciam na densidade arbórea de mangal, obtendo assim subsídios para o melhor entendimento de sua gênese e conservação produtiva desse bem comum.

## **2. PROBLEMA e JUSTIFICATIVA**

Os mangais são ecossistemas que portam comunidades vegetais ao longo da costa moçambicana com grande ênfase na região centro, na província de Zambézia (MITADER, 2015). Vários autores têm demonstrado que existe uma forte correlação entre o crescimento das plantas de mangal e as propriedades do solo onde elas se desenvolvem, apresentando inclusive um certo zoneamento das espécies de acordo com as características físico-químicas e do solo (Ukpong, 1994; Saintilan, 1998; Sherman et al., 1998).

Várias espécies ocorrem ao longo da região de Zambézia na cidade de Quelimane zona de Inhangome e Ilha de Chuabo Dembe formando comunidades multiespecífica e monoespecífica. No entanto, pouca informação existe sobre as características ou propriedades do solo que ditam a densidade arbórea e a ocorrência de várias espécies. As propriedades físicas, química, e biológica de solos podem ser um dos factores que ditam a densidade arbórea e ocorrência de diversidade de espécies num determinado local que é o objectivo do presente estudo.

O presente estudo tem como princípio estabelecer características do solo que influenciam na densidade arbórea de mangal, o mesmo poderá ser usado de consulta em projectos ou trabalhos de replanto de mangal e reocupação de solos destes mesmos ecossistemas, pois conhecendo a relação poderá de certo modo responder o fracasso de alguns projectos de replantio minimizando o gasto de valores financiados pelas instituições, ministérios, ONGs para compra das mudas com destino reposição das espécies em áreas com condições edáficas inapropriadas.

### **3. OBJECTIVOS**

#### **3.1. Geral:**

Estudar a influência das propriedades físicas, química e biológica do solo na densidade arbórea de mangal na Ilha do Chuabo Dembe e Inhangome, Cidade de Quelimane- Moçambique

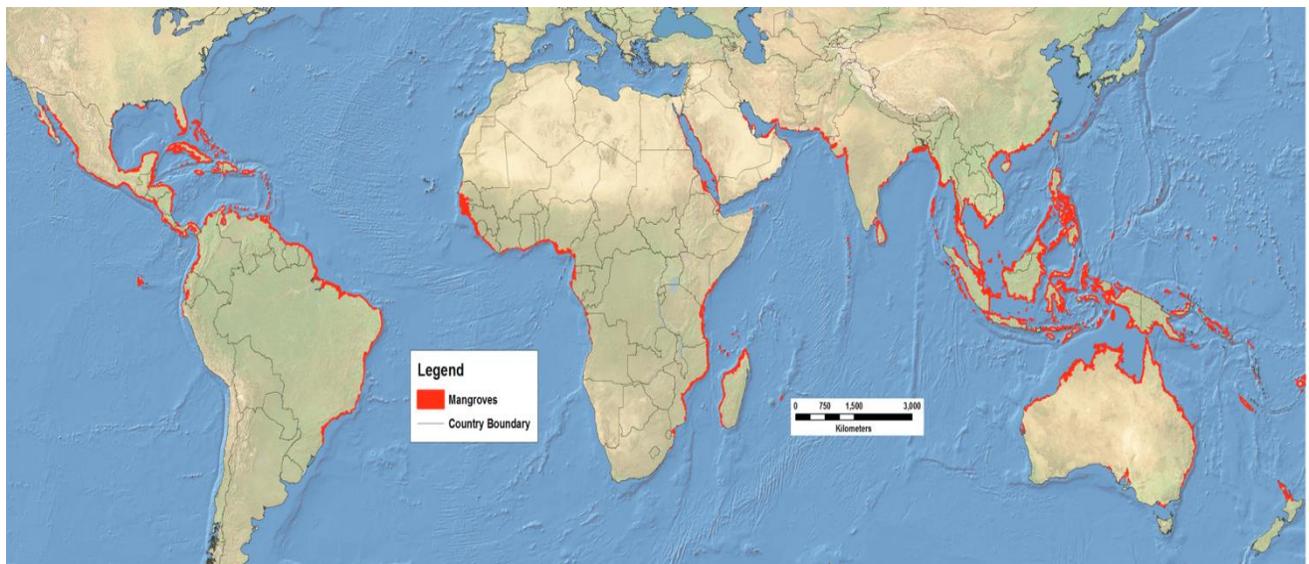
#### **3.2.Específicos:**

- Determinar a densidade arbórea e as propriedades físicas, química e biológica de Solo de Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome
- Comparar as propriedades físicas, química, biológica da Solo e a densidade arbórea de mangal da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome
- Relacionar as propriedades físicas, química e biológica do solo com a densidade arbórea da região de Inhangome e Ilha de Chuabo Dembe

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Distribuição de florestas de mangal

Os mangais são ecossistemas florestais, dominando as costas nas regiões tropicais e subtropicais do globo. Existem entre 54-75 espécies de mangais verdadeiros, que são encontrados apenas nas zonas intermareis das regiões costeiras, e estão taxonomicamente isolados de homólogos terrestres. Eles são altamente adaptados ao seu ambiente, capazes de excluir ou expulsar sal, permitindo que os mangais prosperem em águas e solos altamente saudáveis. A salinidade ainda pode limitar a distribuição de mangais, assim, como podem outros factores ambientais, tais como clima, flutuações de maré e energia de sedimentos e ondas. Os mangais são encontrados em todo o mundo, mas a maior diversidade de espécies é no Sudeste Asiático, com apenas doze espécies ocorrem em países tropicais e subtropicais, e apenas quatro deles são encontrados nos Estados Unidos ao longo da costa sul Giri et al., (2011).



**Figure 1:** Distribuição de florestas de mangal, 2000 map redrawn by unep/dewa. (Giri et al., 2011).

#### 4.1.1. Distribuição e Ocorrência de Mangais em Moçambique

Ao nível do país, o mangal está maioritariamente concentrado nas regiões Norte e Centro, onde grandes volumes de água doce são descarregados para o Oceano Índico, principalmente os rios Zambeze, Pungué, Save e Búzi no Centro do país. O Delta do Zambeze estende-se numa distância de 180 Km ao

longo da costa e 50 Km para o interior e alberga cerca de 50% dos mangais em Moçambique, sendo um dos mais extensos habitats de mangal em África, podendo atingir uma altura de 30 metros. No norte de Moçambique, os mangais são encontrados a partir do rio Rovuma em Cabo Delgado, até Angoche em Nampula, com áreas de notável desenvolvimento em Lumbo, Ibo- Quissanga e baía de Pemba. No Sul do país, os mangais ocorrem com notável desenvolvimento em Morrumbene, baía de Inhambane, baía de Maputo, e na Ilha de Inhaca. (Chevallier, 2013).

Cerca de 8 espécies de mangal ocorrem em Moçambique (FAO, 2005), sendo as principais espécies a *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Sonneratia alba*, *Lumniceira racemosa* e *Xilocarpus granatum* (MICOA, 2006; Barbosa et al, 2001).

#### **4.2. Importância de mangal na Protecção costeira**

Através dos seus complexos enraizamentos conseguem quebrar e abrandar os movimentos abruptos das marés, formando uma barreira natural que protege as comunidades costeiras. Os mangais também protegem áreas costeiras contra as catástrofes naturais, como tsunamis, ciclones e erosão resultante da subida do nível do mar, especialmente em pequenas ilhas. Há evidências de que os mangais reduziram o impacto do tsunami do Oceano Índico de 2004, em muitos locais<sup>33</sup>. Tendo em conta aumento esperado em eventos extremos devido à mudanças climáticas, estes são particularmente importante do ponto de vista de gestão de risco de desastres. (MITADER, 2015).

#### **4.3. Propriedades físicas e morfológicas dos solos em relação à espécie de mangal**

As propriedades físicas e morfológicas do solo estão menos sujeitas à degradação quando o solo é mantido sob floresta, segundo Costa (1990), principalmente quando a espécie utilizada para reflorestamento já promoveu a cobertura do solo.

Entre as propriedades do solo que afetam diretamente a sobrevivência e o crescimento das árvores, (Prichett, 1979), ressaltou que as propriedades do solo como a estrutura, cor, textura e a água do solo têm sido longamente consideradas de importância primária para a produtividade do sítio e mais

recentemente as propriedades químicas têm sido consideradas. (Letey, 1985), relacionou como os factores directos (a água, o oxigênio, a temperatura e resistência mecânica) e como factores indirectos (a densidade, a textura, os agregados e sua estabilidade e tamanho e distribuição dos poros) influenciam no crescimento da planta.

A topografia é uma das mais importantes propriedades físicas do meio, pois interfere diretamente nas propriedades do solo, influenciando no escoamento superficial de água, na infiltração e na evaporação, importantes para o manejo das plantas (Cook, 1962). Santos Filho e Rocha (1987) estudando diversas classes de e posicionamento dos solos, observaram que a maior disponibilidade de água aparece ser um dos factores limitantes e importantes para o desenvolvimento de qualquer espécie de mangal.

As pequenas regiões onde somente pequenos efeitos micro-climáticos ocorrem, as variáveis topográficas e pedológicas explicam melhor as variações de crescimento das árvores. Acrescentou ainda que a topografia é uma propriedade física relacionada com o risco de erosão e emprego da mecanização (Gonçalves, 1988).

Zobel et al (1987) observaram que todas as árvores, incluindo as exóticas, crescem melhor em solos de textura moderada, com mais de 30% de silte e 10 a 35% de argila. Acrescentaram que os solos argilosos podem ser mais férteis que solos arenosos, porém, às vezes apresentam drenagem insuficiente.

#### **4.4. Propriedades químicas e biológicas dos solos em relação às espécies florestais**

As espécies de árvores diferem quanto às necessidades de nutrientes, e em geral a exigência está relacionada com a fertilidade do sítio, onde as espécies crescem e no qual elas se encontram adaptadas (Spurr e Barnes, 1973).

Com relação às propriedades químicas do solo o mangal em seu local de origem desenvolve-se em solos com pH relativamente baixo. Estes solos têm frequentemente um elevado conteúdo de alumínio, magnésio e ferro, porém níveis baixos de cobre, zinco, molibdênio e boro (FAO, 1981). Segundo

Marschner (1986) estas condições de um solo onde geralmente crescem os mangais decorreram pelo facto do pH ser baixo, submetendo as plantas à toxicidade ou deficiência de fósforo, cálcio e magnésio.

Em solos brasileiros, Gonçalves et al (1990) determinaram que o pH, teor de matéria orgânica, teor de fósforo disponível, nitrogênio total, teor de potássio, cálcio e magnésio trocáveis em ordem decrescente, são as propriedades químicas do solo que mostram as melhores correlações com o crescimento da maioria das espécies de mangal. A importância do pH para solos florestais foi salientada por Bockheim (1982), porque influencia a população de microorganismos do solo, a disponibilidade de fósforo, cálcio, magnésio, microelementos e a nitrificação (oxidação biológica de amónio em nitrato).

#### **4.5. Condições param desenvolvimento de Mangal**

##### **4.5.1. Ambiente Natural de Mangais**

O crescimento e desenvolvimento de mangais dependem de condicionalismos naturais nomeadamente clima tropical, costa livre de forte acção das ondas e marés, tipo do solo, água salobra ou condições salinas e uma grande amplitude das marés. Esses fatores influenciam a ocorrência e tamanho de mangais, a composição de espécies, zoneamento de espécies e outras características estruturais e funcionais do ecossistema (MITADER, 2015).

##### **4.5.2. Geomorfologia de solos de mangal**

O ecossistema mangal ocorre entre a transição dos ambientes terrestre e marinho. A composição do substrato possui predominantemente vasa e lama, formados por depósitos recentes, ricos em silte e argila, podendo apresentar diferentes concentrações de areia. Avariação dos componentes do sedimento está diretamente relacionada com as diferentes origens, tanto marinhos quanto dos fluxos dos rios e estuários, que junto formam o substrato das áreas de mangais. Estes também são formados

por folhas, galhos e material vegetal e animal em diferentes etapas de decomposição, acarretando baixo teor de oxigênio no interior do solo. (Monica Dorigo Correia, 2005).

#### **4.5.3. Solos da vegetação mangal**

Segundo Lepsch et al. (1998), os solos de mangal estão situados em áreas de difícil são definidos em muitos trabalhos, como “solos indiscriminados de mangal”, correspondendo em sua maior parte aos Gleissolos tiomórficos e Gleissolos sálicos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

Nas áreas de mangal vários tipos de solos podem ocorrer: Areias Quartzosas Marinhas e Podzóis hidromórficos (em terraços arenosos), solos hidromórficos como Gleis e Orgânicos com tiomorfismo e solos Aluviais principalmente da era Cenozóica (Lani, 1998); Alfisols com horizontes nátricos ou apresentando acúmulo de materiais sálicos, sódicos ou sulfatados, como os observados na Austrália (Fitzpatrick et al., 1993); solos salinos com elevada acidez devido à oxidação da pirita (Bandyopadhyay & Maji, 1995).

#### **4.5.4. Interações solo – vegetação de mangal**

Os autores Ukpong, (1994); Saintilan, (1998); (Sherman et al., 1998) demonstraram que existe uma forte correlação entre o crescimento das plantas de mangue e as propriedades do solo onde elas se desenvolvem, apresentando inclusive um certo zoneamento das espécies de acordo com as características físico-químicas e biológicas do solo.

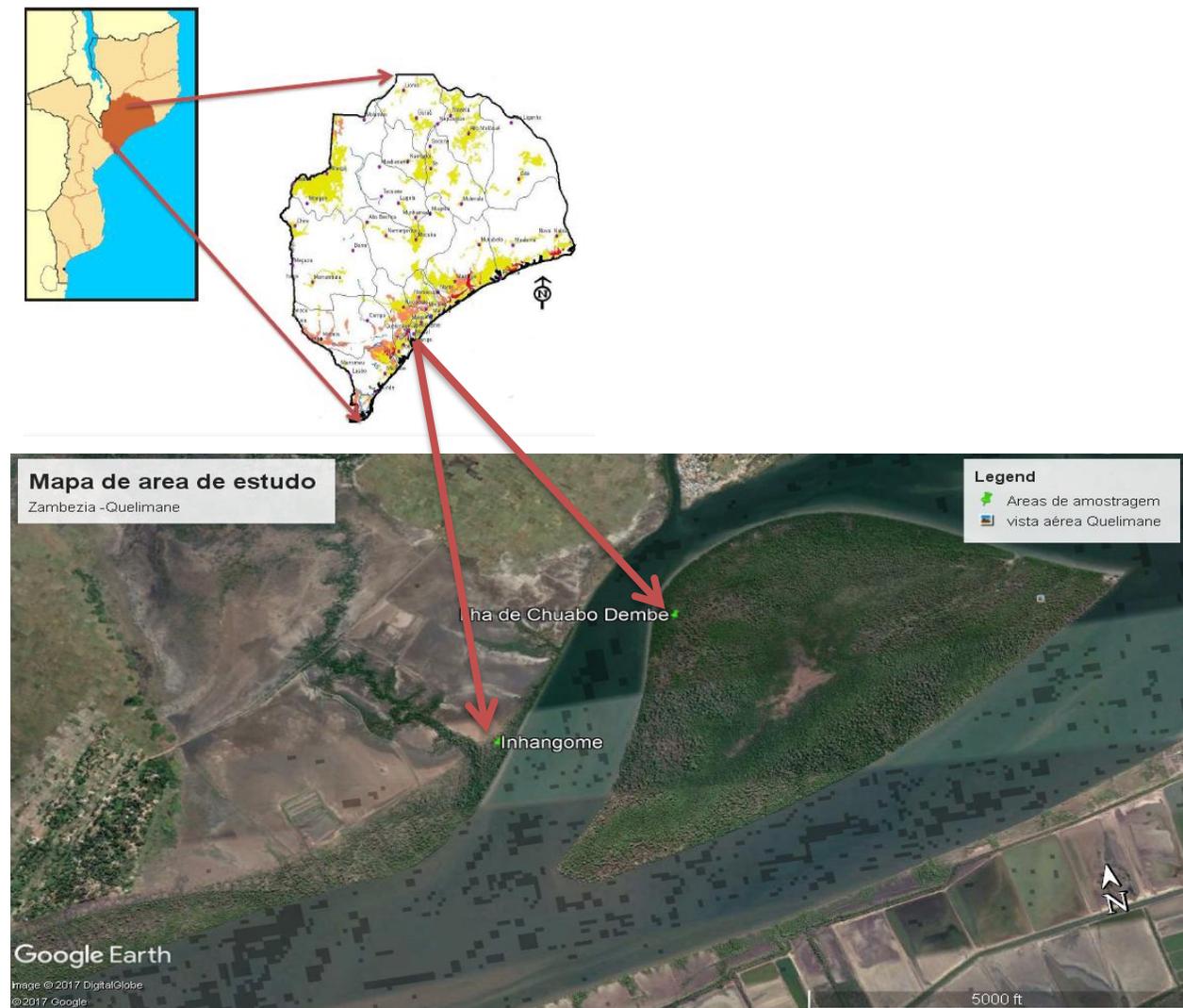
Entre os fatores que mais parecem influenciar o crescimento dos mangues está a frequência e duração das marés (que determinam o tempo de inundação), salinidade da água, potencial redox, textura do solo, disponibilidade de nutrientes, atividade biológica, entre outros. O crescimento e distribuição das espécies dependem das inter-relações propriedades físicas, químicas-planta-solo. Entretanto, devido à complexidade do ambiente dos mangais, ainda não são totalmente conhecidas todas as interações que ocorrem. Dessa forma, projetos de pesquisa que estudem os mecanismos e fatores que controlam o

desenvolvimento da vegetação nas áreas costeiras são necessários para assegurar a persistência desses ecossistemas altamente especializados (Sherman et al., 1998).

## 5. METODOLOGIA:

### 5.1. Descrição da área do estudo

O presente trabalho foi realizado na floresta de mangal de Inhangome e Ilha de Chuabo Dembe entre as coordenadas Latitude  $17^{\circ}53'2.33''\text{S}$  e Longitude  $36^{\circ}51'3.42''\text{E}$  e Latitude  $17^{\circ}53'0.88''\text{S}$  e Longitude  $36^{\circ}51'20.98''\text{E}$  respectivamente, nas margens do Estuário dos Bons Sinais, na província de Zambeze cidade de Quelimane.



**Figura2.** Mapa de localização da ilha de Chuabo Dembe e Inhangome na cidade de Quelimane Província da Zambézia-Moçambique (Google earth pro)

O tipo de clima predominante é tropical com duas estações (seco e chuvoso). Com o período de chuvoso variando de Novembro a Abril, e considerado mês de Setembro o mais seco com a temperatura média é de 25°C (Souto, 2014).

## 5.2. Delimitação da local de estudo

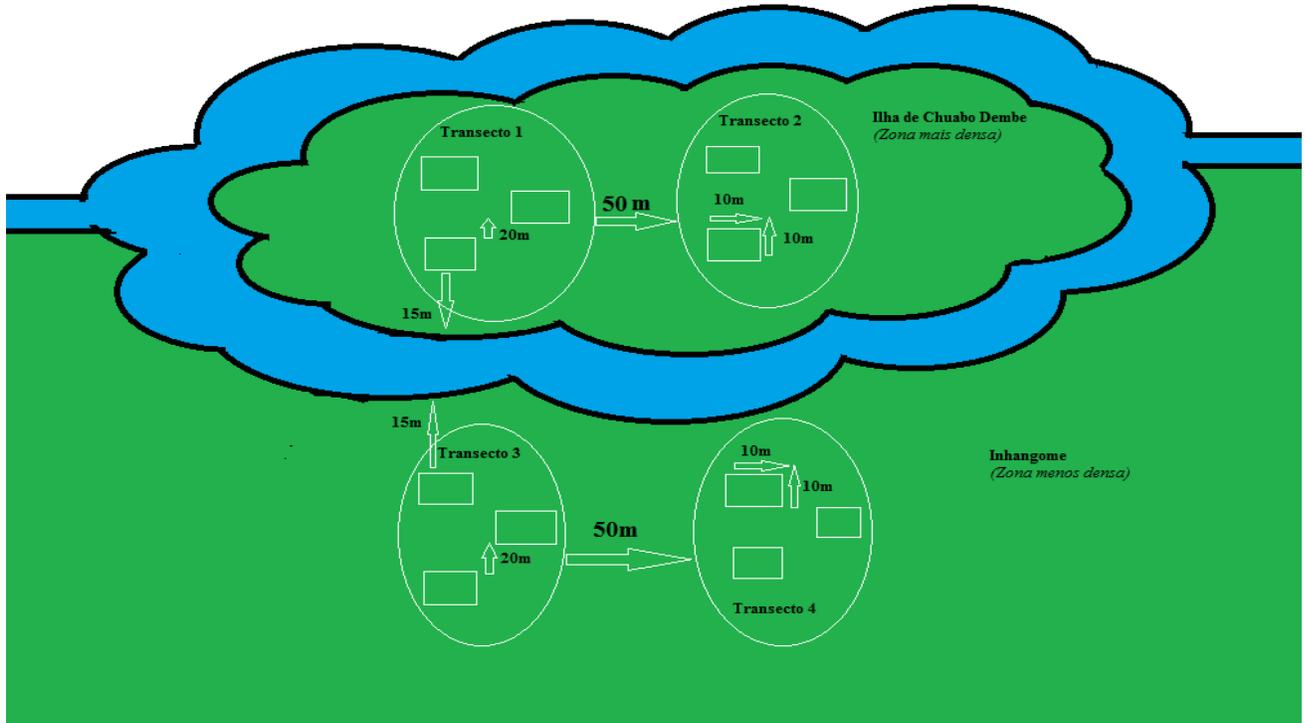
As amostras de solo foram colhidas na floresta de mangal de Inhangome e na Ilha de Chuabo Dembe designado, durante o mês de Julho e Agosto (época seca), numa mare morta e numa vazante da maré viva, (INAHINA, 2017). Para marcar as coordenadas usou se GPS (Sistema de Posicionamento Global) de marca Gram.



**Figura3.** Pontos de amostragem na floresta de mangal de Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome

Por cada área de estudo foram delimitados 2 transectos e 6 parcelas de  $100m^2$  de área com uma fita métrica de 100m e com ajuda de corda de cinzal, a distância das margens até onde começa o transecto foi de 15m e a separação de entre as parcelas foi de 50m, os transectos por sua vez foram separados entre por uma distância de 100m. Sendo assim, as delimitações da área de cada parcela foi feita com

corda de nylon, e com GPS foram obtidas as coordenadas de cada transecto e de seguida registadas num bloco de nota (Figura 4).



**Figura4.** Esquemática dos transectos com as respectivas parcelas da zona de Inhangome e Ilha de Chuabo Dembe; *Onde: 20m – distância entre as parcelas, 10m-lados das quadrículas (parcelas), 15- distância da linha da costa até o começo do transecto, 50m- distância entre os transectos.*

Na medição das parcelas assim como a distância de separação, foi usada uma fita métrica de 100 m e as delimitações foram feitas com corda de cinzal amarada nas estacas espetados no solo nas quatro vértices das parcelas, as estacas foram marcadas com fitas de uma cor viva (rosa) de modo a diferenciá-las com os restantes das estacas existentes na floresta de mangal e para facilitar a localização na segunda saída de campo (Figura 5).



**Figura 5:** Delimitação dos transecto com corda de cinzal, paus com a fita de sinalização rosa espetados solo (a) e delimitação de parcelas (b)

### 5.3. Determinação da densidade arbórea

A amostragem da vegetação, foi feita pela contagem das árvores encontradas em cada parcela delimitada segundo (Medeiros, 2004), e foram contadas e medido o diâmetro e altura do peito (DAP) das árvores com fita métrica suta considerando  $DAP \geq 5$  cm, que se encontravam dentro da parcela (Arevalo et al., 2002).

### 5.4. Amostragem do solo

Para colher as amostras do solo nas parcelas, foi usado corer com a uma profundidade 1 metro, e de seguida foram retirados anéis em diferenciadas profundidades 0-30, 30-60 e 60-100 cm, e usando a faca foram retiradas seguindo a recomendação de Kauffman e Donato (2012) e conservadas em sacos plásticos.

Foram 18 amostras em cada transecto e outras 18 réplicas pertencendo a segundo transecto e totalizado ficam 36 amostras/área, foram retiradas nos dois pontos das diagonais dos vértices de cada parcela 3 camadas nos intervalos de 0-30, 30-60 e 60-100 cm e conservadas num colmen com gelo para evitar a oxidação da matéria orgânica.



**Figura6.**

Colecta e pesagem de amostras de solo no campo; **Onde:** *a* – perfuração do solo com corer, *b* – colecta das amostras de solo nos intervalos de profundidades e *c* – pesagem das amostras de solo no campo.

## 5.5. Análise laboratoriais

As propriedades físicas, química e biológica estudadas são a humidade (U), Matéria orgânica do Solo (MOS) e a densidade aparente do solo e para serem estimadas as amostras foram secadas na estufa de marca THERMO scientific de modelo HERATHERM OGS 180, no laboratório de solos da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras em Quelimane e no processo de secagem foi feita a pesagem do solo até atingir o peso seco constante. Para o pH, salinidade foram usados pHmetro de

marca Oakton e refratômetro respectivamente que no campo e para análises de densidade aparente, matéria Orgânica, Salinidade e Humidade do solo retirado na Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome foram feitos no laboratório de Solo da ESCMC. Os instrumentos eram calibrados sempre antes de fazer se uma análise para evitar erros.



**Figura7.** Medições directas no campo de ph com phmetro (a) e salinidade com refratômetro (b), cápsulas laboratorias contendo amostras de solo (d), estufa na secagem de amostras de solo contidas nas cápsulas.

**a) Humidade de solo.**

Para estimar a humidade (U) no solo foi usado o método gravimétrico que consiste na determinação do conteúdo de água no solo através do peso fresco e peso seco estufa a 105-110°C, deixando nesta condição durante 24 horas a amostra de solo (Buske, 2013), para o efeito foi usada a equação 1 de acordo com Embarapa, (1997).

$$U = \frac{P_f - P_s}{P_s} \times 100 \quad \text{Eq. [1]}$$

**Onde:** U – humidade (%),

**Pf** – peso fresco do solo (g) e

**Ps** – peso seco do solo (g)

**b) Matéria Orgânica**

Depois de 40 g de cada amostra previamente seca a 105°C foi levada a mufla e aquecida para a retirada de humidade por 16 h e depois levada novamente a 250°C por 3 h. Posteriormente a amostra foi pesada e a diferença entre o peso inicial, peso final dividido pelo peso inicial e por fim multiplicado por 100% assim o valor obtido corresponde ao teor de matéria orgânica (Gross,1971).

$$MOS = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad \text{Eq. [2]}$$

Onde: **Mos**- Matéria Orgânica

**Pi**- Peso inicial

**Pf**- Peso final

### a) Densidade aparente do solo.

A densidade aparente (DA) do solo refere-se ao peso seco do solo por unidade de volume; isto é o indicador de compactação do solo e para determinar DA do foi usada a equação (3), segundo Buske, (2010).

$$DA \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{PSS (g)}}{\text{VA (cm}^3\text{)}} \quad \text{Eq. [3]}$$

**Onde:** DA – densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>);

**PSS** – peso seco do solo constante (g) e

**VA** – volume da amostra do solo (cm<sup>3</sup>)

### c) Densidade arbórea.

A densidade arbórea (D.a) é um parâmetro ecológico que revela a ocupação de espaço pelo árvore ou indivíduo, e foi calculada pelo número de árvores por área (Medeiros, 2004), e usada a equação 4.

$$D.a = \frac{N^{\circ}}{A} \quad \text{Eq. [4]}$$

**Onde:** D.a – densidade arbórea (árvores/ha);

**N°** - número de árvores e

**A** – área amostra (ha)

## 5.6. Tratamento de dados

Os dados obtidos no campo foram inseridos no programa *Microsoft Office Excel 2010* para obtenção das médias e os desvios padrões das medições efectuadas.

Para testar a relação existente entre as propriedades do solo com a densidade arbórea foi feito o teste de correlação, onde o coeficiente de correlação de Pearson foi determinado pela equação 6 onde os valores variam de -1 a +1. O valor do coeficiente de Pearson é negativo quando a variável dependente

diminui com o aumento da variável independente (ou quando a relação entre as duas variáveis é inversamente proporcional), e positiva quando uma variável dependente aumenta com o aumento da variável independente (Fernandes, 1999), a tabela I na página de anexos, mostra a classificação de coeficiente de correlação de Pearson.

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{(n-1) \cdot S_x \cdot S_y} \quad \text{Eq. [5].}$$

**Onde:**

**X** – segunda variável; **y** – primeiras variáveis em estudo;

**$\bar{x}$**  – Média do conjunto de dados da primeira variável;

**$\bar{y}$**  – Média do conjunto de dados da segunda variável;

**S<sub>x</sub>** – desvio padrão do conjunto de dados da primeira variável e

**S<sub>y</sub>** – desvio padrão do conjunto de dados da segunda variável.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Propriedades físicas, química e biológica de Solo e da densidade arbórea de mangal da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome

A humidade do solo na Ilha de Chuabo Dembe foi de 55.3 % ( $\pm 6.3$ ), matéria orgânica de solo foi de 1.9% ( $\pm 0.9$ ), densidade aparente foi de  $1.2 \text{ g/cm}^3 \pm (0.2)$  correspondente a solos argilosos que variam de 0,90 a  $1,25 \text{ g/cm}^3$ , consequentemente são solos compactos, o pH do solo foi de 5.4 ( $\pm 0.9$ ) considerado *acidez média*, salinidade do solo foi de 36.2ppt ( $\pm 5$ ) e a densidade arbórea da vegetação de mangal na Ilha de Chuabo Dembe foi de cerca de 1726.6 árvores/há ( $\pm 1235.1$ ) de *avicennia marina* pertencente a família Avicenniaceae.

Enquanto na zona de Inhangome, a humidade do solo foi de 47.9% ( $\pm 7.7$ ), matéria orgânica de solo foi de 1.2% ( $\pm 0.4$ ), densidade aparente foi de  $1.5 \text{ g/cm}^3 (\pm 0.1)$  corresponde a solos arenosos que variam de 1.25 a  $1.60 \text{ g/cm}^3$  e consequentemente são solos menos compactos, o pH do solo foi de 6.2 ( $\pm 0.8$ ) considerado *acidez fraco*, salinidade do solo foi de 48.4ppm ( $\pm 17.1$ ) e a densidade arbórea da vegetação de mangal na Ilha de Chuabo Dembe foi de cerca de 700árvores/ha ( $\pm 526.7$ ) de *avicennia marina* pertencente a família Avicenniaceae, *Cerriops tagal* da família Rhizophoraceae, *Xylocarpus granatum* da família Meliaceae.

Para Alvarez. et al., (1999), valores de pH variaram de 4.8 a 6.4 e de 4.9 a 6.3 em diferenciadas profundidades, respectivamente, podendo ser classificada como acidez fraca a elevada por outro lado, a acidez potencial e *Sorghum bicolor* L. Moench (2003), no solo com recobrimento vegetal encontrou menor densidade aparente ( $1.1 \text{ g/cm}^3$ ) e solos sem cobertura apresentaram uma densidade aparente pouco maior,  $1.6 \text{ g/cm}^3$ .

Foram encontrados valores um pouco semelhantes de humidade na zona com vegetação foi 54,4% de umidade enquanto na área 2 sem cobertura encontrou uma humidade de 46.7%. Rajj, (1991) e Andrade et al., (2009) encontrou valores similares de material orgânica onde nos solos lodosos teve 2% e nos solos arenosos 1.1%).

Quanto a salinidade intersticial da floresta de mangal Cunha e Costa (2002), encontraram uma variação de 14ppm ( $\pm 5$ ) a 52ppm ( $\pm 8$ ) nas parcelas.

## 6.2. Comparação da densidade arbórea de Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome

Das duas áreas observou se que a Ilha de Chuabo Dembe foi a zona mais densa em relação a zona de Inhangome (Figura7).

Segundo Santos (1986), a baixa diversidade da flora do mangal é justificada pelas diferentes condições abióticas às quais o ecossistema de mangal está submetido.

A diferença da densidade arbórea da Ilha de Chuabo Dembe e da zona de Inhangome pode ser explicada pelas condições que estas zonas apresentam e que causam diferença das propriedades físicas, química e biológica do solo.

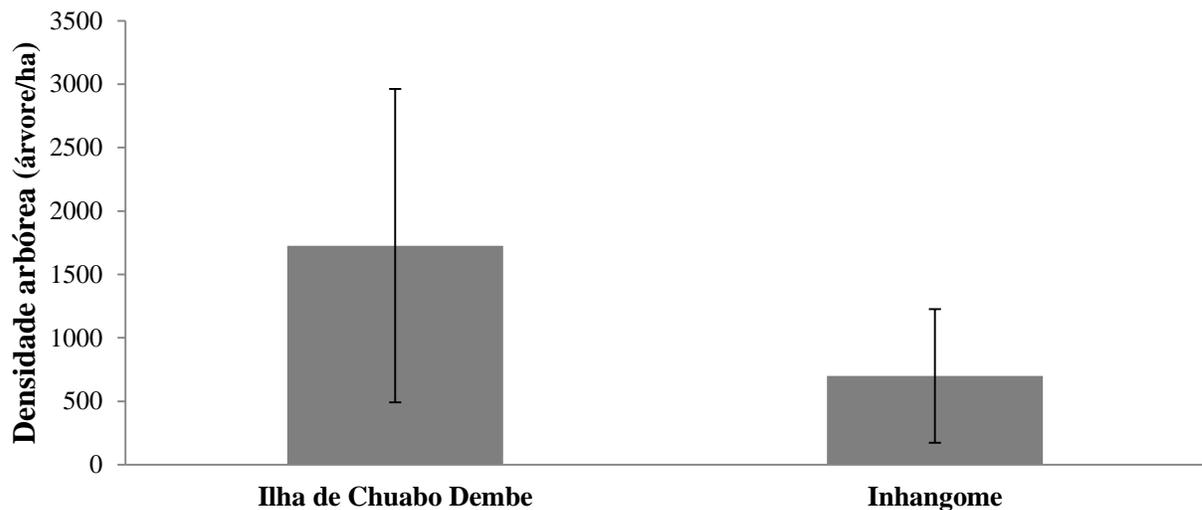


Figura 8: Médias ( $\pm$ DP) da densidade arbórea da Ilha de Chuabo Dembe e de Inhangome.

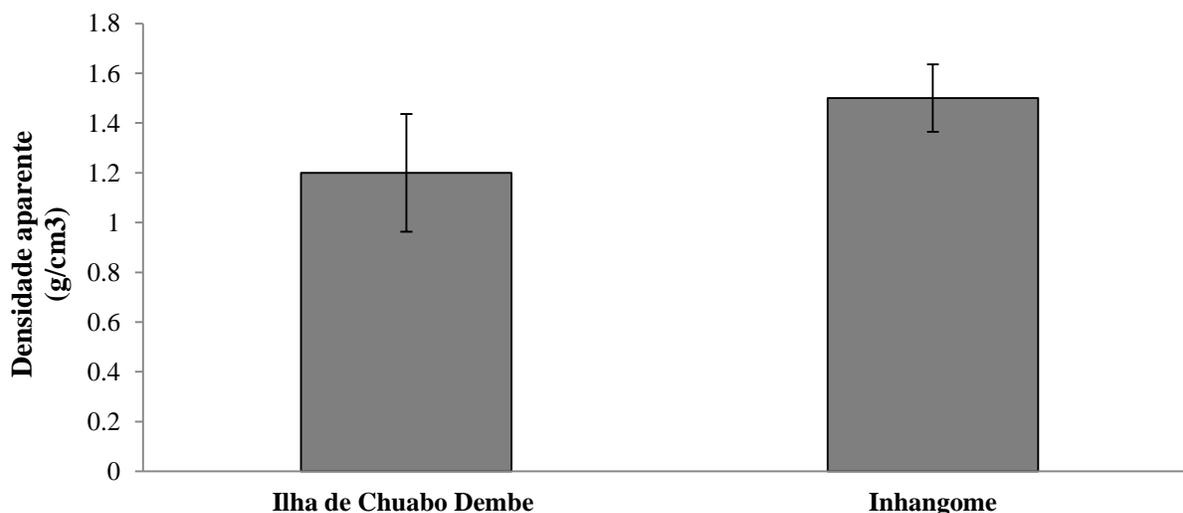
## 6.3. Comparação de densidade aparente do solo da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome

Observou se que a zona de Ilha de Chuabo Dembe foi a zona solos valor densidade aparente inferior (mais compacto) comparativamente a zona de Inhangome que teve uma densidade aparente superior (menos compacto), (Figura10).

Segundo Portugal et al. (2010), justifica menor densidade aparente (DA) dos solos salinos pelo uso antrópico que aumenta a compactação do solo, especialmente na pastagem que apresentou o maior

valor de DA. Dessa forma, o menor valor de DA deve-se ao aumento do teor de MO, ao menor grau de decomposição da MOS e à menor proporção da fração mineral, resultando em maior porosidade pelos espaços entre as estruturas do material fibrico. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza Jr et al. (2001)

Os superiores valores de densidade aparente de solo da zona de Inhangome é justificada pelo tipo de solo (arenoso) lá encontrado e também pela baixa densidade arborea facultando a não fixação do solo pelas raízes, diferentemente de Ilha de Chuabo Dembe que apresenta sedimentos muito finos (argilosos) e por ser a mais compacta contribuiu na posetivamente na fixação do solo através das raízes de árvore de mangal.



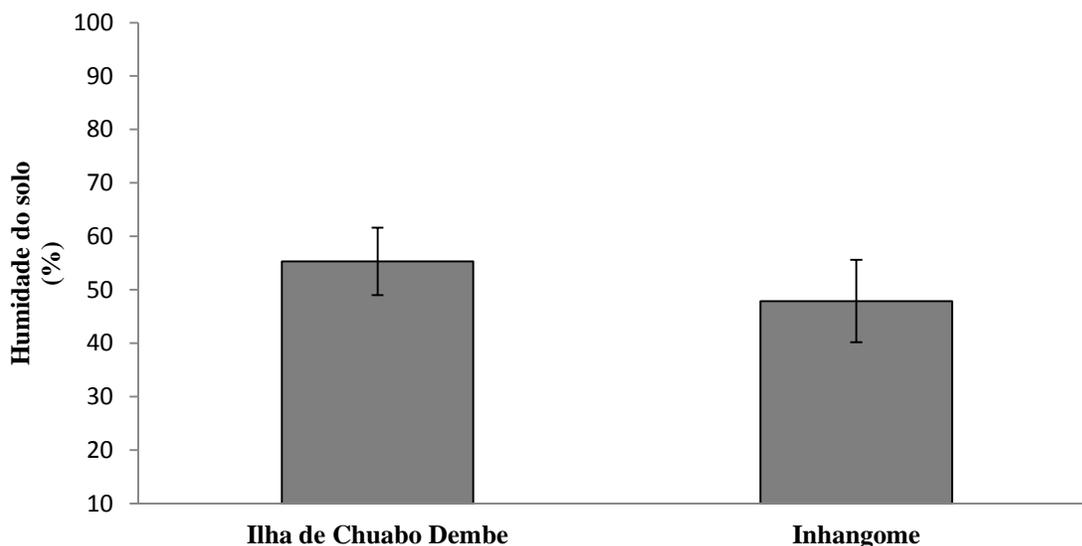
**Figura 9:** Médias ( $\pm$ DP) da densidade aparente do solo da Ilha de Chuabo Dembe e de Inhangome.

#### **6.4. Comparação de humidade da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome**

Entre as duas zonas, observou se que a Ilha de Chuabo Dembe teve uma humidade de solo superior comparativamente a zona de Inhangome (Figura8).

De acordo com Mello et al. (2007), justificou as diferenças consideráveis de humidade de solo, mostrando que o solo com a vegetação é quase sempre mais húmido que o solo de sitios sem cobertura de vegetação. No perfil analisado pelo mesmo, é possível verificar oscilações devidas, provavelmente, às maiores taxas de evaporação direta do solo em locais de pouca cobertura vegetal.

A humidade entre duas zonas foi alta na Ilha de Chuabo Dembe comparativamente com a zona de Inhangome isto pode ser pelo facto da Ilha estar sob influência da água do estuário arredores fazendo com que durante a maré viva toda Ilha esteja sujeita a inundações em combinação com o tipo do solo argiloso (menos permeável) , e a zona de Inhangome ser menos húmida pode ser pelo facto de existir uma única fonte de marés (um único rio) em combinação com o tipo do solo (areia fina) que comparativamente com argilosos são mais permeáveis, também pelas observações directas nota se que a zona de Inhangome é alta dificultando a entrada de águas em relação a Ilha de Chuabo Dembe.



**Figura 10:** Médias ( $\pm$ DP) da Humidade contido no solo da Ilha de Chuabo Dembe e de Inhangome.

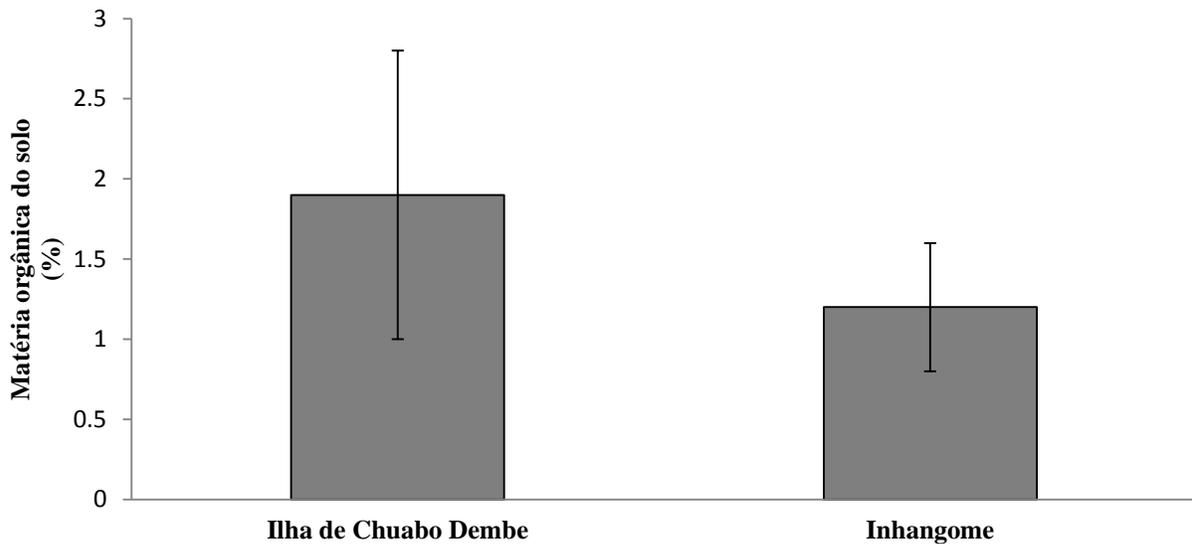
### 6.5. Comparação de matéria Orgânica do solo da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome

Das duas zonas observou se qendo que a zona com média superior da matéria orgânica de e foi Ilha de Chuabo Dembe em relação a zona de Inhangome que observou se uma media de matéria orgânica inferior, (figura9).

Segundo Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983) justificam os elevados teores de matéria orgânica com alta relação C/N maior que a média 10:1 demonstra um solo com matéria orgânica pouco humificada. Este resultado provavelmente pode ser explicado pela acidez do solo e pelo fato das regiões de manguezal sujeitas às marés, apresentarem maiores aportes de matéria orgânica comparada às áreas

sem esta influência, os baixos teores justificam também que pode estar relacionado com intervenção humana causou a perda de MOS na camada antropizada.

A matéria orgânica de solo foi maior na Ilha de Chuabo Dembe, isso deve se a existência de muita vegetação (zona densa) que desde as folhas que deixa cair, assim como outros indivíduos desses ecossistemas quando secos posteriormente degradam formando este material orgânico, e por causa de sua alta capacidade de coesão desses solos as marés quando vazam lavam consigo pouca percentagem do material orgânico das margens para o estuário, diferentemente da zona de Inhangome (menos densa) onde há muita predominância de areia fina que pela fraca capacidade de coesão e as marés quando vazam levam uma quantidade considerável de material orgânico de forma lixiviada.



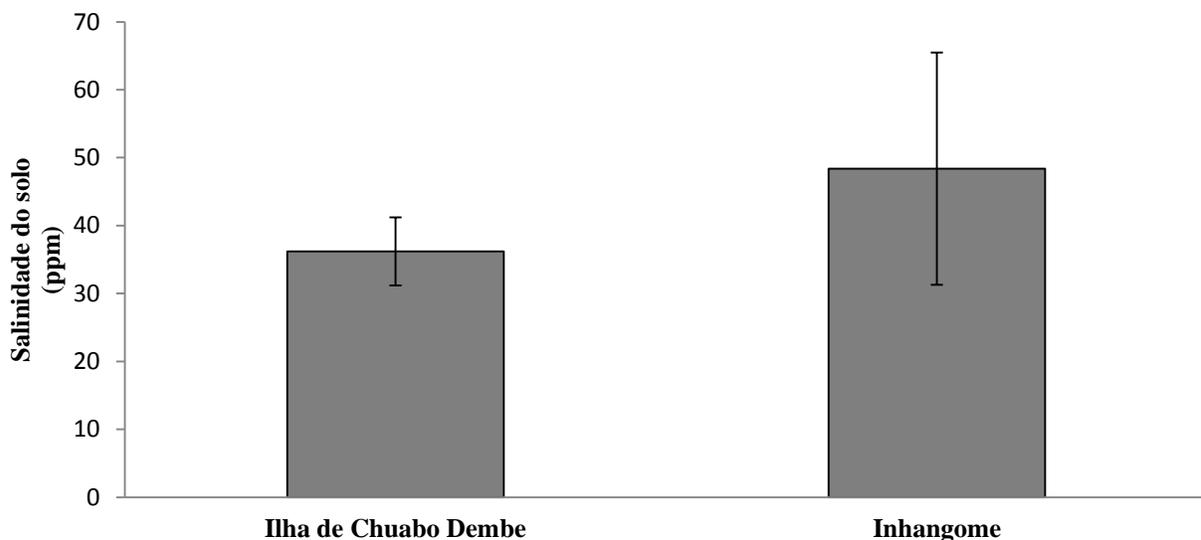
**Figura 11:** Médias ( $\pm$ DP) da matéria orgânica contida no solo da Ilha de Chuabo Dembe e de Inhangome.

## 6.6. Comparação de Salinidade do solo da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome

A zona de Inhangome apresentou valores superiores de salinidade em comparativamente a Ilha de Chuabo Dembe que observou se valores inferiores de salinidade, (Figura11).

As marés são fontes da salinidade presente no solo dos mangais e vai acumulando volta de 35ppm oriundo da água do mar (Parida e Jha, 2010).

A salinidade na zona de Inhangome foi superior que na Ilha de Chuabo Dembe visto que em Inhangome observou se húmidade inferior que é um dos factores que influencia na diluição de sais presentes no solo, assim sendo pelo contacto directo da radiação solar acelera a evaporação da água oriunda do estuário pelas marés e num processo continuo os sais conçentram se mais no solo de forma particulada.



**Figura12:** Médias ( $\pm$ DP) da salinidade contida no solo da Ilha de Chuabo Dembe e de Inhangome.

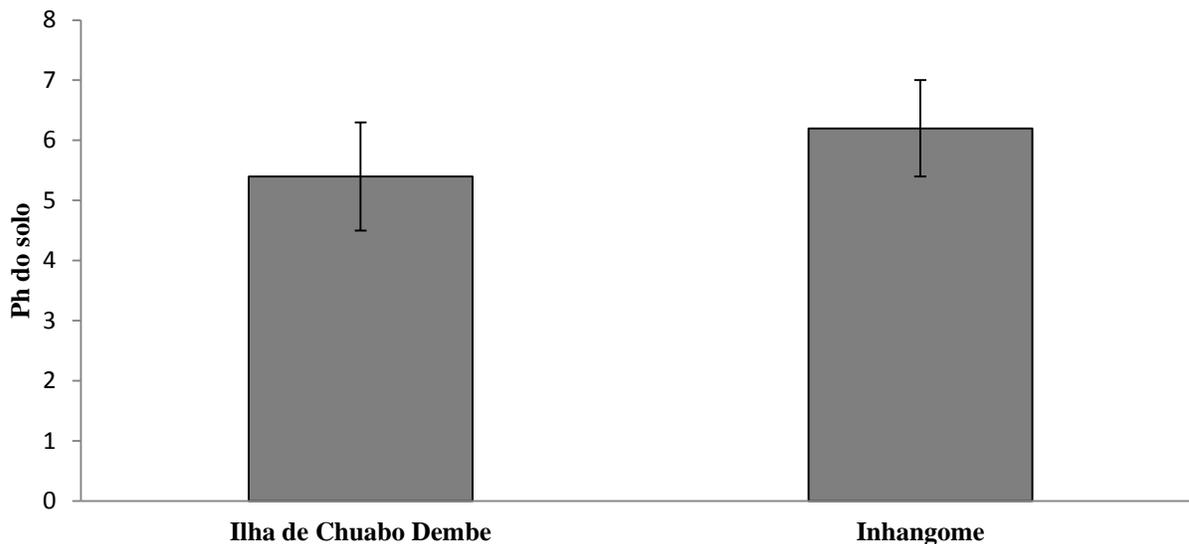
### 6.7. Comparação de pH do solo da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome

Das duas zonas os valor o pH superior observou se na zona de Inhangome e inferior observou se na Ilha de Chuabo Dembe (Figura12).

E segundo Lopes (1989), a acidez é comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar quantidades apreciáveis de bases permutáveis (como o cálcio e o magnésio) na água de drenagem. Eles são substituídos por elementos acidificantes como o hidrogênio, o manganês e o alumínio. Assim sendo, os solos formados sob condições de alta pluviosidade são mais ácidos do que aqueles formados sob condições áridas. Em manguezais, o pH e a medidas extremamente variáveis, sujeitas às variações das marés

Portanto, não determinam a ocorrência de agrupamentos vegetais, ficando a posição relativa das espécies vegetais dependente de outros fatores, como a salinidade e composição mineralógica do sedimento (Odum, 1988).

A Ilha de Chuabo Dembe sofre frequentemente influências das marés do estuário que consigo levam alguns elementos ou poluentes oriundos dos esgotos que influenciam de certo modo na variação de pH, onde na zona em que o pH é maior tendendo a basidez (os solos não inundados) e na zona que o pH é menor tendendo a acidez (solos inundados).



**Figura 13:** Médias ( $\pm$ DP) de pH contido no solo da Ilha de Chuabo Dembe e de Inhangome.

### **6.8. Relação densidade aparente de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome**

Na Ilha de Chuabo Dembe o coeficiente de Person ( $r$ ) foi de 0,5, e a correlação de densidade aparente e a densidade arbórea de mangal é moderada positiva, (figura15 a) enquanto que em Inhangome o coeficiente de Person ( $r$ ) foi de 0,9, e a correlação de densidade aparente e a densidade arbórea de mangal é também forte positiva, (Figura15. b).

Segundo Steinbeck (2010), o manejo se refere à condição física do solo em relação ao crescimento de plantas. O manejo não depende apenas da formação e estabilidade dos agregados, mas também de fatores como densidade do aparente e capacidade de retenção de água. Por exemplo as mudanças na densidade aparente de solo para um dado tipo de solo são facilmente medidas e podem alertar os

gerentes do solo das alterações na qualidade do solo e no funcionamento do ecossistema, a densidade aparente é directamente proporcional a densidade arbórea, quanto maior a (DA) maior será a (Da).

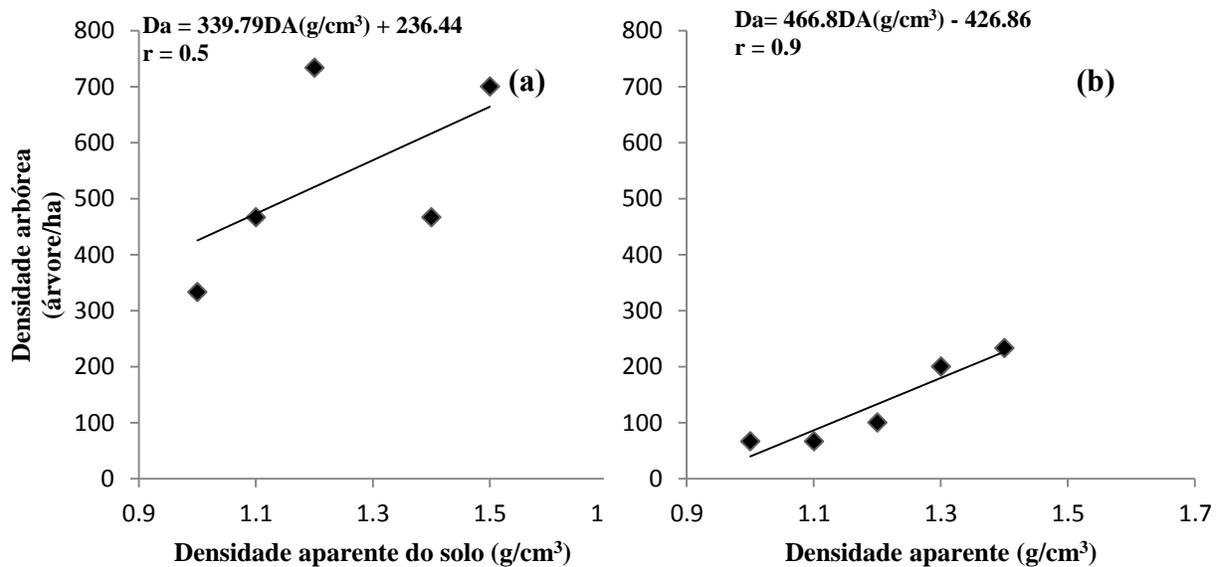


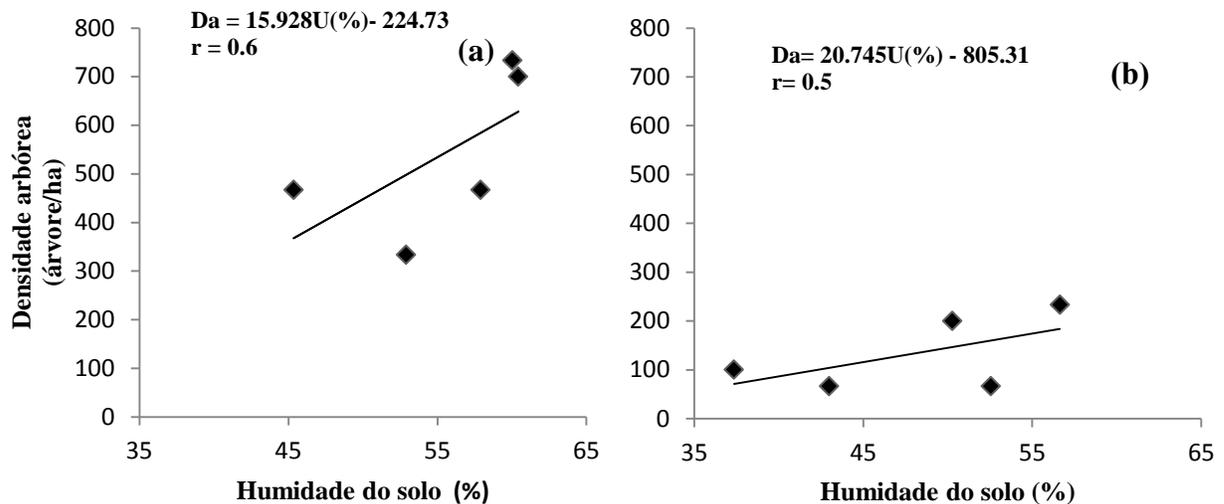
Figura 14: Correlação de densidade aparente com a densidade arbórea da Ilha de Chuabo Dembe (a) e Inhangome (b).

### 6.9. Relação de humidade de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome

Para ilha de Chuabo Dembe, o coeficiente de Person (r) foi de 0.6, e a correlação existente entre a humidade de solo e a densidade arbórea de mangal é moderada positiva, (figura13 a), enquanto que em Inhangome, o coeficiente de Person (r) foi de 0.5, e a correlação existente entre a humidade de solo e a densidade arbórea nesta zona é também foi moderada positiva, (Figura13b).

Londe et al. (2013) encontrou valores positivos também número de indivíduos por parcelas correlacionou-se com a umidade do solo (Pearson = 0,8;  $r = 0,02$ ), e a abundância aumentou com o acréscimo da umidade, Logo, a correlação entre a elevação da umidade do solo com o aumento especial do número de indivíduos das espécies de mangal pode ser explicada, por essas espécies adaptarem se a ambientes inundáveis.

A correlação positiva em Inhangome e Ilha de Chuabo Dembe o que pode indicar que a humidade do solo é directamente proporcional densidade arbórea, onde quanto maior foi a humidade maior foi a densidade arbórea.



**Figura 15:** Correlação de humidade de com a densidade arbórea de Ilha de Chuabo Dembe (a) e Inhangome (b).

### 6.10. Relação de matéria orgânica de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome

Na ilha de Chuabo Dembe, o valor de o coeficiente de Person (r) foi de -0.8, e a correlação existente entre a matéria orgânica de solo e a densidade arbórea é fraca positiva, (figura14 a) , enquanto que em Inhangome o coeficiente de Person (r) foi de -0.5 e a correlação existente entre a matéria orgânica de solo e a densidade arbórea é moderada negativa, (figura14 b).

No ponto de vista ecológico, os mangais são essenciais para a manutenção da vida marinha e terrestre. Cerca de 90% do pescado capturado em nosso litoral, provem dos mangais. Algumas outras características podem ser destacadas dos mangais: desempenha importante papel como exportador de matéria orgânica para o estuário, contribuindo para produtividade primária na zona costeira, Olmos. F & R.atall, (2003).

As correlações da matéria orgânica e densidade arbórea de mangal da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome serem negativa isto é, inversamente porporcional a densidade arbórea, pode ser explicado pela essa espécie de vegetação ser tido como fonte e distribuidor da matéria orgânica para parte terrestre e lixiviadamente para outros ecossistemas, pois eles são autoprodutores e não dependem muito externas de fontes.

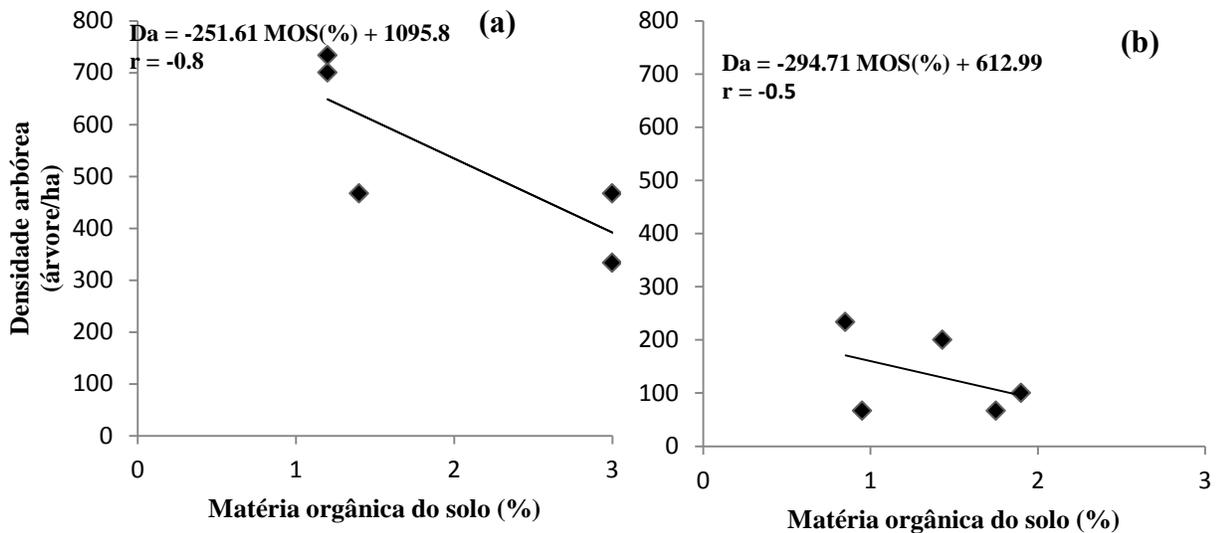


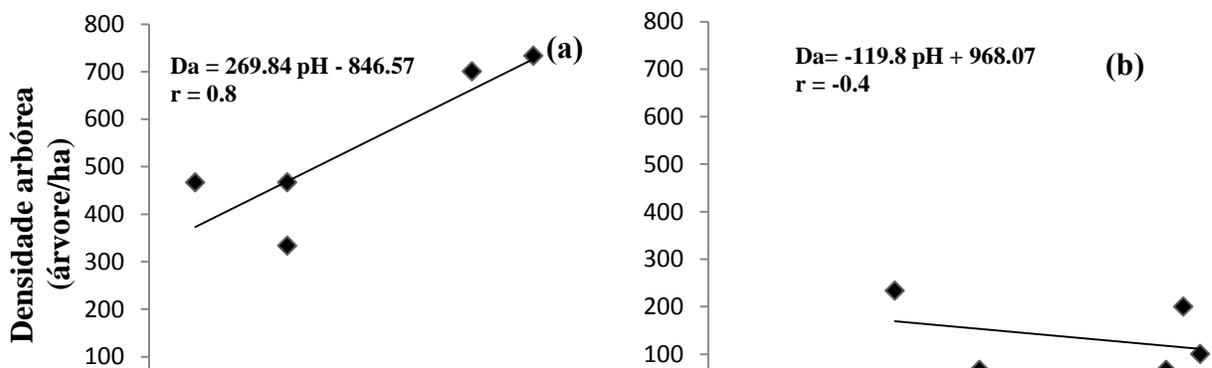
Figura 16: Correlação de matéria orgânica com a densidade arbórea da I. Chuabo Dembe (a) e Inhangome (b).

### 6.11. Relação de pH de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome

Na Ilha de Chuabo Dembe, o coeficiente de person (r) foi de 0.8 e a correlação existente é forte posetiva, (figura16 a), e na zona de Inhangome o coeficiente de Person (r) foi de -0.4 fraca positiva e a correlação é fraca negativa, (figura16 b).

Segundo Lopes (1989), toda planta exige um solo ácido e pode sofrer se for plantada numa terra alcalina e Segundo Amaral et al. (2002), 84% dos solos do Brasil apresentam problemas de acidez. A acidez dos solos é reconhecidamente como um dos principais factores de baixa produtividade dos solos brasileiros, portanto é necessário a sua correção através da calagem ou aplicação de calcário.

O valor de correlação de pH e densidade arbórea na Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome ser posetiva e negativa respectivamente pode ser explicado por este pelo facto de pH ser inversamente proporcional a densidade arbórea, pois quanto menor foi o pH de solo (acidez) maior foi a densidade arbórea e quanto maior foi o valor de Ph (basidez) menor foi a densidade arbórea, visto que na Ilha de Chuabo Dembe foi ácida comparativamente com Inhangome que foi ácida e fraca.



**Figura 17:** Correlação de pH do solo com a densidade arbórea da Ilha de Chuabo Dembe (a) de Inhangome (b).

### **6.12. Relação de salinidade de solo e a densidade arbórea de mangal na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome**

Na Ilha de Chuabo Dembe o coeficiente de Person (r) foi -0.3, e a correlação de salinidade e densidade arbórea é fraca negativa, (figura17 a), em Inhangome o coeficiente de Person (r) foi -0.1, onde a correlação de salinidade e densidade arbórea é fraca negativa, (figura 17 b).

Segundo Krauss et al., (2008), poucas espécies apresentam adaptações para sobreviver num ambiente com uma série de características estressantes como o mangal por estar recebendo influência de água salobra, tanto a água quanto o sedimento apresentam altos teores de sal, que são incorporados pelos organismos. O sal, se estiver muito concentrado, pode se tornar se tóxico para certos organismos, principalmente para as plantas, e as plantas de ecossistemas de mangal são halofitos facultativos. Consequentemente, eles ainda podem crescer e funcionar bem mesmo até uma salinidade de 90 ppt, mas mostrando melhor crescimento quando a salinidade flutua entre 5 a 30 ppt.

E por seguinte segundo Parida e Jha (2010), concentrações de sal acumuladas na rizosfera são causadas pelas marés trazendo água do mar (35ppt) para os manguezais, e Hogarth (2007), nos seus resultados defende que os ecossistemas de mangal evitam absorção de sal pois elas se adaptam para garantir a absorção de água do mar que tem um potencial de água de -2.5 Mpa comparativamente com outras águas. Para Drennan et al. (1982), as plantas de mangal não possuem metabolismo resistente ao sal, elas são adaptadas com alguns mecanismos fisiológicos para excluir ou excretar o sal e justifica pelo facto de sal concentrado dentro da seiva de diferentes espécies de mangal variou de 0.5 ppt até um

máximo de 8 ppt. Isto é muito inferior à salinidade da água do mar e indica adaptações contra a alta salinidade da água do mar.

As correlações da salinidade e densidade arbórea na Ilha de Chuabo Dembe e em Inhangome serem negativa, isto é a salinidade do solo não influencia na densidade arbórea de mangal, visto que na zona em que a salinidade foi maior será a densidade arbórea de mangal foi menor.

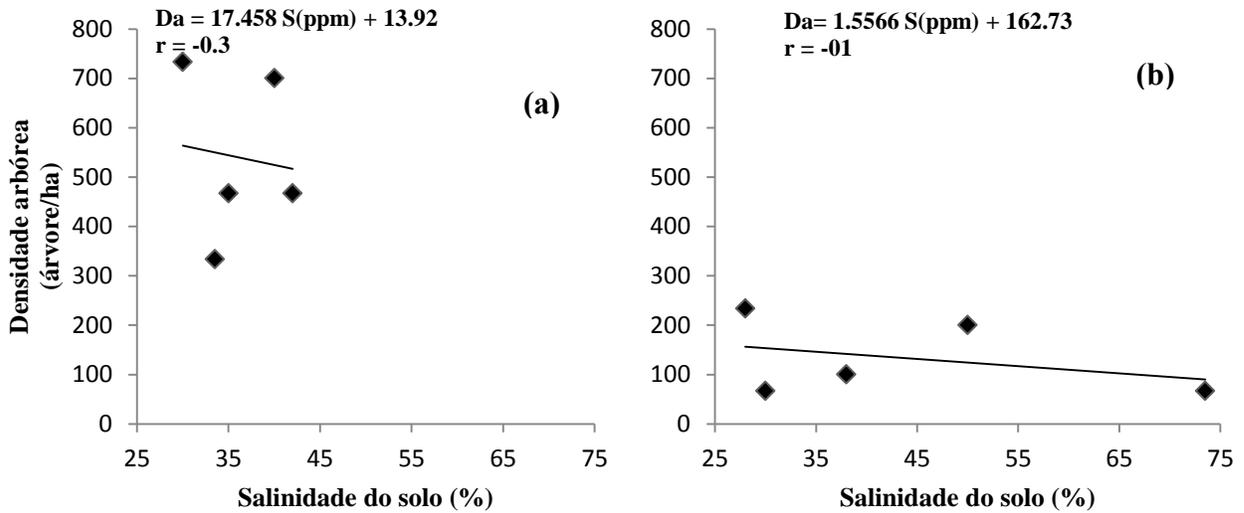


Figura 18: Correlação da salinidade com a densidade arbórea da Ilha de Chuabo Dembe (a) e Inhangome (b).

## 7. CONCLUSÃO:

De acordo com os objectivos traçados e os resultados do presente trabalho chegou-se as seguintes conclusões:

- A densidade arbórea na Ilha de Chuabo Dembe foi de aproximadamente 1726.6 árvores/há ( $\pm 1235.1$ ) nomeadamente *Avicenna marina*, enquanto que em Inhangome foi de aproximadamente 700 árvores/ha ( $\pm 526.7$ ) nomeadamente *Ceriops tagal*, *Xylocarpus granatum*, *Avicenna marina*.
- As propriedades físicas e químicas do solo da Ilha de Chuabo Dembe foram de a humidade 55.3 % ( $\pm 6.3$ ), matéria orgânica de solo foi de 1.9% ( $\pm 0.9$ ), densidade aparente foi de 1.2 g/cm<sup>3</sup> $\pm 0.2$ , o pH do solo foi de 5.4 ( $\pm 0.9$ ), salinidade do solo foi de 36.2ppt ( $\pm 5$ ), enquanto que em Inhangome a humidade do solo foi de 47.9% ( $\pm 7.7$ ), matéria orgânica de solo foi de 1.2% ( $\pm 0.4$ ), densidade aparente foi de 1.5 g/cm<sup>3</sup> ( $\pm 0.1$ ), o pH do solo foi de 6.2 ( $\pm 0.8$ ), salinidade do solo foi de 48.4ppm ( $\pm 17.1$ ).
- Observou que a zona de Ilha de Chuabo Dembe foi a mais húmida, menos salina, com baixo pH e maior densidade aparente uma maior densidade arbórea e uma única espécie enquanto que na zona de Inhangome a densidade arbórea foi menor e observou-se valores superiores de pH, densidade aparente, salinidade, menor humidade e nesta zona registrou uma diversidade de espécies
- E a densidade arbórea e diversidade de mangal é mais influenciadas pelas variações de algumas propriedades estudadas (salinidade, pH de solo, humidade do solo, densidade aparente do solo) e menos influenciada pela matéria orgânica.

## 8. LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelas limitações laboratoriais e monitórias fizeram com que não fosse possível analisar todas as propriedades do solo, por tanto recomendo aos interessados em fazer investigações semelhantes que nos próximos trabalhos abordem os aspectos edáficos relacionados com topográfica, mineralógica,

granulométrica, e elementos químicos (potássio, fósforo, Nitrogénio Total) que juntamente com o presente trabalho poderão de certo inverter a situação actual de escassez de informação sobre as condições do ecossistema de mangal em Moçambique.

## **9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Alvarez V., V.H.; Novais, R.F.; Barros, N.F.; Cantarutti, R.B. & Lopes, A.S (1999) . Interpretação dos resultados das análises de solos. Brazil

Andrade, R. S.; Stone, L. F. (2009) Índice S como indicador da qualidade física de solos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, V.13, n.4, p.382-388.

Alvarez V., V.H., eds. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a Aproximação*. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.25-32.

Barbosa FMA, Cuambe CC, Bandeira SO (2001) Status and distribution of mangroves in Mozambique. *South African Journal of Botany* 67: 393-398

Bockheim, J.G. (1982). *Forest Soils*. In: Young, R.A. *Introduction to Forest Science*. New York. John Wiley & Sons, p.93-111.

Buske, C., T. (2013). *Comportamento da humidade do solo determinada por métodos expeditos*. Brazil

Cortez, j. W. (2015). *Umidade e temperatura de argissolo amarelo em sistemas de preparo e estádios de desenvolvimento do milho*. Brazil..

Cunha, S. R.; Costa, C. S. B. (2002), *Gradientes de salinidade e frequência de alagamento como determinantes da distribuição e biomassa de macroalgas associadas a troncos de manguezais na Baía de Babitonga, SC*. *Notas Técnicas da Facimar, Itajaí*, v. 6, p. 93-102,.

Citrón, g & schaeffer-novelli, Y. *Introducción a la ecología del manglar*. San Juan, Rostlac, 1983. 109p.

Gonçalves, J.L.; Demattê, J.L.I.; (1990).. *Relações entre a produtividade de sítios florestais de mangal com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo*. IPEF, Piracicaba, (43/44): 24-39,

Gonçalves, J.L. de M. (1988) *Interpretação de Levantamento de Solo para fins silviculturais*. IPEF. Piracicaba, 39: 105-111.

Grey, G .W.; Daneke, F. J. (1978), *Urban Forestry*. New York: John Wiley,.

Gross,(1971) M. G. *Carbon determination*. In: Carver, R. E. (ed.) *Procedure in sedimentary petrology*. New York: Wiley-Interscience, Cap. 25, p. 573-596.

Embrapa.(1997). Manual de Métodos de Análise de Solo. 2º Edição. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Rio de Janeiro.

Ewel, K. C.; Twilley, R. R.; ONG, J. E (1998) p. 83-94. Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology and Biogeography Letter*. V. 7, n.1.

Inahina. (2017). tabela de marés – 2017. 41p. Moçambique.

Krauss, S., Baumert, J. & Blum, W. (2008). Secondary mathematics teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge: Validation of the COACTIV constructs. *The International Journal on Mathematics Education*, 40(5), 873-892.

Londe, v., salles, d. m., leite, m. g., & antonini, y. (2013). estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do espírito santo, brasil1. *brasil*: v.37, n.4, p.629-637.

Lopes, a,s(1989). (trad. e adap.). manual de fertilidade do solo. são paulo: anda/potafos,. 153 p.

Medeiros, A. D.(2004). Métodos de amostragem no levantamento da diversidade arbórea do cerradão da estação ecológica de Assis. Brasil.

Mello AA, Mello MF, Carpenter LL, Price LH. Update on stress and depression: the role of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis. *Rev Bras Psiquiatr*. 2007;25(4):231-8.

Mitader. (2015). Estratégia e plano de acção nacional para restauração de mangal 2015-2020. Moçambique.

Ministério Para a Coordenação da Acção Ambiental. 2006. Estratégia Ambiental Para o Desenvolvimento Sustentável de Moçambique.

Monica dorigo correia, h. H. (2005). Ecossistemas marinhos, recifes , praias e manguezais . Brazil: ed ufal

Moreira, M.E.S.A., (1984) - Glossário de Termos Usados em Geomorfologia Litoral, Estudos de Geografia das Regiões Tropicais, Nº 15) - C. E. G., Lisboa, 167 p.

Frichett, W.L. Properties and Management of Forest Soils. New York. J. Wiley, 1979. 500p.

Portugal, a. F., costa, o. D., & costa, l. M. (2010). Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira(. Brazil.)

Rajkaran, S. A. (2015). Avaliação da Biodiversidade do Habitat Crítico do Riacho Costeiro Nhangonzo. Moçambique: 1521646-13543-17p.

Saintilan, N. Relationships between height and girth of mangroves and soil-water conditions in the Mary and Hawkesbury River estuaries, eastern Australia. Australian J. Ecology, 23, 322-328, 1998.

Santos, D.M.; Araujo, S.M.; Araujo, K.D.; Rosa, P.R.O.; Pazera Júnior, (2009) Variabilidade temporal da radiação solar e insolação no município de Araguaína-TO. Revista Raega, Curitiba, n. 18, p. 35-40.

Santos Filho. (1987). Principais características dos solos que influem no crescimento de *Pinus taeda* L. no segundo planalto paranaense. Rev.Setor Ciências Agrárias. Curitiba, 9: 107-111,

Sherman, R.; Timothy, F.; Howarth, R. Soilplant interactions in a neotropical forest: iron, phosphorus and sulfur dynamics. Oecologia, v.115, p.553-563, 1998.

RAIJ, B. V, (1991), Fertilidade do solo e adubação. São Paulo; Piracicaba: Ceres, Potafos,. p. 343

Souza jr, v.s.; ribeiro, m.r. & oliveira (2001), Caracterização E Classificação De Solos Tiomórficos Da Várzea Do Rio Coruripe, No Estado De Alagoas. R. Bras.Ci. Solo, 25:977-986,a.

Souto, M. (2014). Quadro de gestão ambiental e social (QGAS). Maputo.

Steinbeck, J. (2010). Arquitetura e propriedades físicas do solo. Portugal: Editora.Vinhas da Ira.9p.

Thom, B.G.( 1982) , p. 3 - 7. Mangrove ecology: a geomorphological perspective. In: CLOUGH, B.F. (Ed.). Mangrove ecosystems in Australia: structure, function and management. Australia: Australian Institute of Marine Sciences and Australian National University Press.,

Ukpong, I.E. (1994). Soil-vegetation interrelationships of mangrove swamps as revealed by multivariate analyses. Geoderma, v.64, p.167-181.

Vinícius Londe, D. m. (2013). estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do espírito santo. brasil: viçosa-mg.

Zobel, B.J. & Gerrit. (1987). Van W.P.S. Growing Exotic Forests. New York. John Wiley & Sons. Inc, 508p.

## 10. ANEXOS

**Tabela I.** Classificação da correlação em função do coeficiente de Pearson (r). Adaptado: Fernandes (1999).

Coeficiente de correlação	
$r = 1$	Perfeita positive

$0.8 \leq r < 1$	Forte positive
$0.5 \leq r < 0.8$	Moderada positive
$0.1 \leq r < 0.5$	Fraca positive
$0 < r < 0.1$	Infinita positive
$r = 0$	Nula
$- 0.1 < r < 0$	Infinita negative
$- 0.5 < r \leq - 0.1$	Fraca negative
$- 0.8 < r \leq 0.5$	Moderada negative
$- 1 < r \leq - 0.8$	Forte negative
$r = - 1$	Perfeita negative

**Tabelas II.** Propriedades físicas, químicas e biológicas de solo e densidade arbórea da Ilha de Chuabo Dembe e Inhangome

	U (%)	MO(%)	DA(g/cm <sup>3</sup> )	pH do solo	S(ppm)
<b>Média</b>	55.3 ± 6.3	1.9±0.9	1.2 ±0.2	5.4± 0.91	36.2±5

**Onde:-** humidade do solo, MOS- matéria orgânica do solo, DA- densidade aparente de solo, pH- Potencial hidrogénio, S- salinidade

Nome científico da espécie	Família	Da (árvores/ha)
Avicennia marina	Avicenniaceae	1726.667±1235.1

**Onde:** Da- densidade arbórea e há- hectáres

	U (%)	MOS(%)	DA(g/cm <sup>3</sup> )	pH do solo	SLS(ppm)
<b>Média</b>	47.9±7.7	1.2±0.4	1.5±0.1	6.2±0.8	48.4±17.1

**Onde:-** humidade do solo, MOS- matéria orgânica do solo, DA- densidade aparente de solo, pH- Potencial hidrogénio, S- salinidade

Nome científico da espécie	Família	Da (árvores/ha)
<i>Avicennia Marina</i>	Avicenniaceae	700± 526.7827
<i>Ceriops tagal</i>	Rhizophoraceae	
<i>Xylocarpus granatum</i>	Meliaceae	

Onde: Da- densidade arbórea e há- hectares

Tabela III. Variação da acidez, alcalinidade do solo. Adaptado por Lopes, (1999)

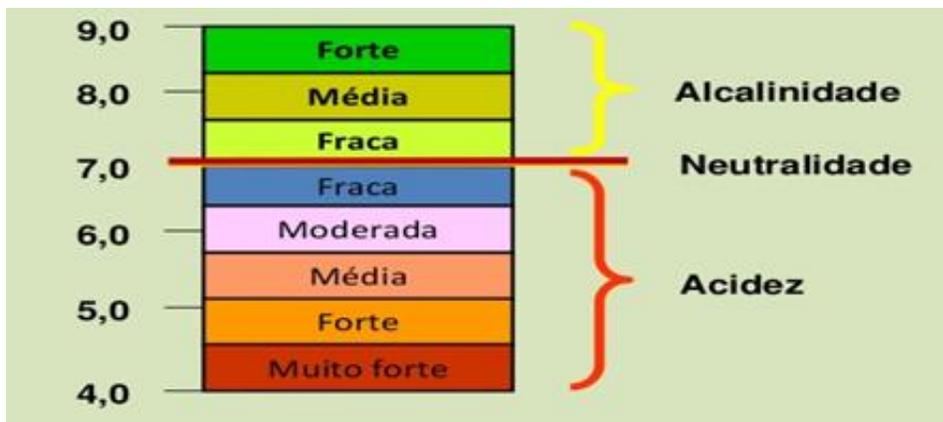


Tabela IV. Interpretação dos resultados usando a amplitude da DA dentro dos limites médios:

Tipos de solo	Densidade aparente
Solos argilosos	0,90 a 1,25 g/cm <sup>3</sup>
Solos arenosos	1,25 a 1,60 g/cm <sup>3</sup>
Solos húmicos	0,75 a 1,00 g/cm <sup>3</sup>
Solos turfosos	0,20 a 0,50 g/cm <sup>3</sup>