



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
M O N D L A N E

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Química Marinha

**Estimativa do Anidrido carbónico Sequestrado acima do
solo pelas árvores do mangal de Inhangome província da
Zambézia, Moçambique**

Autor

António Fernando Matusse



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Química Marinha

Estimativa do Anidrido carbónico Sequestrado acima do solo pelas árvores do mangal de Inhangome província da Zambézia, Moçambique

Autor:

António Fernando Matusse

Supervisora:

Eng^a. Joana José

Quelimane, 4 de Janeiro de 2018

Dedicatória

Dedico o presente trabalho a mim pela coragem, paciência e a força e vontade de estudar e conhecer melhor o mundo em que vivo, aos meus pais António Matusse e Teresa Changane Matusse e a todos meus irmãos para mostrar os que nada é impossível quando a família está unida e pela confiança que sempre depositaram em meu nome “Tó”.

Quanto tempo sementinha?

Falta para que o vento te leve!

E deixe te num solo fértil, onde possas

Crescer e dar nos teus frutos.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo dom da vida e inteligência que flui no meu corpo.

Os meus calosos agradecimentos vão para a minha supervisora a Engenheira Joana A. José pelo apoio moral, científico, tempo e pela paciência ao longo de todas etapas de elaboração desse trabalho.

Agradeço, de igual forma a todos os docentes da ESCMC e em especial à Msc Inocência Paulo, Msc Yolanda Mula, Msc Mocuba, dr Lopes Luis e Msc Jeremias Mocuba, e PhD. Eulália Mugabe pelo apoio científico e pela disponibilidade do tempo que me ofereceram para satisfazer as minhas dúvidas. Ao Msc Magul pela observação linguística.

Ao estado Moçambicano representado pela UEM e MCTESTP de uma forma imensa, expreço o agradecimento pelas todas formas de apoio que recebi durante a jornada estudantil.

Profundos agradecimentos em especial vão ao meus pais António Matusse e Teresa Changane e a todos meus irmãos Hegilio, Ariel, Heria, Egaslência, Décio, Salvador, João e Hermínia primeiro pela paciência que tiveram de ficar longe de mim nesse todo período e pelo apoio financeiro, moral e encorajamento na continuação com os estudos.

Aos meus amigos de infância e adquiridos ao longo da vida especialmente ao Teófilo Guambe, Sheide Domingos, Avelino, Roberto, Victor, Abdul, Elda, aos irmãos Marombem (Rafael e Chavernacio), amigos e companheiro de quarto Abdul Mugabe e Adriano Muhate, Geraldo, André Mutombene, Luis Matavel, Delucha Mariquele, Arcenia Xivale e a família Lemos pelo apoio morar e conselhos e o espírito de companheirismo mostrado e pela ajuda em varias situações.

A todos colegas que engraçaram em 2015 em especial a turma de Química Marinha pela moral, força e união que verificou-se ao longo da batalha das 53.

Declaração sob compromisso de honra

Declaro, por minha honra, que este trabalho intitulado “Estimativa do Anidrido carbónico Sequestrado acima do solo pelas árvores do mangal de Inhangome província da Zambézia, Moçambique”, nunca foi apresentado na sua essência ou parte do mesmo para obtenção de qualquer grau académico e que, o mesmo constitui resultado da minha inteira investigação pessoal, estando indicadas no texto e na lista de referencias bibliográficas todas as fontes consultadas para a sua elaboração.

Quelimane, 4 de Janeiro de 2019

António Fernando Matusse

(António Fernando Matusse)

)

Resumo

No contexto das mudanças climáticas e sua mitigação, as florestas de mangal ocupam lugar de destaque, dado que sequestram e retêm carbono em diversas partes da floresta, fazendo com que o mangal armazene maior quantidade do carbono em relação a outras florestas. No entanto, pouco se sabe sobre os estoques de anidrido carbónico pelas diferentes espécies desse ecossistema. O presente estudo foi realizado no mangal do Inhangome, na província da Zambézia, centro de Moçambique, com o objectivo de conhecer a quantidade do Anidrido carbónico armazenado acima do solo pelas árvores da floresta do mangal de Inhangome. Para tal determinou-se os parâmetros fitossociológicos, calculou-se a biomassa e o carbono e anidrido carbónicos estocados no mangal. 4 Espécies foram identificadas nomeadamente *Avicénia marina*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora mucronata*, e *Xylocarpus granatum* e a espécie dominante foi *Avicennia marina*. A densidade das árvores e a área basal foram de 361 árvores/ha e 0,66 m²/ha. A biomassa total do mangal foi de 8.25 t/ha, onde a espécie *Avicennia marina* teve o maior estoque de carbono que foi 2 t/ha e 8.67 t/ha de anidrido carbónico, seguida de *Xylocarpus granatum* com 0.90t/ha de carbono e 3,31t/ha de anidrido carbónico, o menor estoque verificou-se na *Ceriops tagal* com menos de 0.5 t/ha de carbono e 1.46 t/ha de anidrido carbónico. Estes dados demonstram que os mangais de Inhangome tem potencial no sequestro do carbono e há necessidade fornecer uma linha de base para o seu monitoramento e controle de modo a aumentar os estoques de carbono.

Palavras-chaves: Floresta de Mangal, sequestro do carbono, Inhangome, Moçambique.

Abstract

In the context of climate change and its mitigation, mangrove forests are prominent as they sequester and retain carbon in various parts of the forest, causing mangroves to store more carbon than other forests. However, little is known about carbon dioxide stocks by the different species of this ecosystem. The present study was carried out in the Inhangome mangrove, in the Zambézia province, central Mozambique, in order to know the amount of carbon dioxide stored above the ground by the trees of the Inhangome mangrove forest. For this purpose the sociological phytophysics was determined, biomass was calculated and carbonic carbon and anhydride stored in mangrove were calculated. 4 Species of more were identified namely *Avicennia*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora mucronata*, and *Xylocarpus granatum* and the dominant species is *Avicennia marine*. The density of the trees and the basal area were 361 trees / ha and 0.66 m² / ha. The total biomass of the mangrove was 8.25 t / ha, where *Avicenna marine* species had the highest stock that was 2 t / ha of carbon and 8.67 t / ha of carbon dioxide, followed by *Xylocarpus granatum* with 0.90 t / ha of carbon and 3,31 t / ha of carbon dioxide, the lowest stock was verified in *Ceriops tagal* with less than 0.5 t / ha of carbon and 1.46 t / ha of carbon dioxide. These data demonstrate that Inhangome mangroves have potential for carbon sequestration and need to provide a baseline for monitoring and control in order to increase carbon stocks.

Keywords: Mangrove forest, carbon sequestration, Inhangome, Mozambique.

Índice:	Página
1. Introdução	1
1.1. Problematização	2
1.2. Justificativa	Error! Bookmark not defined.
1.2. Objectivos:	3
1.3.1. Geral:	3
1.3.2. Específicos:	3
2.Revisão de Literatura	4
2.1.Distribuição do mangal no mundo e no País.....	4
2.2. Importância dos Mangais.....	5
2.3. Estrutura da floresta de Mangal	5
2.3.1. Factores que afectam a estrutura da vegetação do Mangal	6
2.1. Efeito estufa o Impacto dos seus Gases no Clima global.	6
2.2. Sequestro de carbono.....	8
2.2.1. Sequestro florestal de carbono.....	8
2.3. Factores que influenciam o teor do anidrido carbónico fixado no Mangal	8
2.4. Métodos para estimar anidrido carbónico fixado pela vegetação	9
3. Metodologia	10
3.1. Área de Estudo	10
3.2. Material e métodos	10
3.2.1. Amostragem.....	11
3.2.1.1 .Amostragem de vegetação	12
4. Processamento de dados.....	12
4.1. Densidade arbórea.	13
4.2. Densidade relativa percentual	13
4.3. Área Basal Total.....	13
4.5. Cálculo da biomassa, estimativa de carbono e anidrido carbónico.....	14
4.5.1. Biomassa.....	14
4.5.2. Carbono estocado acima do solo	14
4.5.3. Anidrido carbónico	14
5. Resultados	15

5.1 Parâmetros fitossociológicos do mangal do Inhangome	15
5.2. Biomassa do mangal de Inhangome.	16
5.3. Estoque do Carbono e anidrido carbónico do mangal de Inhangome.	17
6. Discussão	18
6.1. Composição específica do mangal do Inhangome e parâmetros estruturais.	18
6.2. Biomassa, estoque de carbono e anidrido carbónico acima do solo.....	19
7. Conclusão	20
8. Recomendações	21
9. Referencias Bibliográficas	22
10. Anexo	26

Lista de Figuras

Figure 1: Distribuição global dos mangais. Fonte : Macamo e Siteo, 2017	4
Figure 2: Funcionamento do fenómeno do efeito estufa. Fonte: blogdoenem.com.br, acesso aos 2/05/2018).	7
Figure 3:Localização geográfica da área de estudo.....	10
Figure 4: Esquema de organização das parcelas de amostragem. Fonte: Autor	11
Figure 5 : Medição de diâmetro e marcação de árvores de mangal. Fonte: autor.....	12
Figura 6:Biomassa das árvores de mangal de inhangome por espécie.....	16
Figure 7:Estoque de carbono (t/ha).	17
Figure 8: Estoque de anidrido carbónico (t/ha).....	17

Lista de Tabelas

Tabela 1:composição específica do mangal do inhangome e parâmetros estruturais.	15
--	----

Lista de abreviaturas

Sigla	Significado
<i>cm</i>	centímetro
<i>DAP</i>	Diâmetro a altura do peito
<i>FAO</i>	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
<i>IPCC</i>	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
INAHINA	Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação
<i>INE</i>	Instituto Nacional de Estatística
<i>GEE</i>	Gases de Efeito Estufa
<i>Gt</i>	Giga toneladas
<i>GPS</i>	Sistema de posicionamento global
<i>g/cm³</i>	Gramas por centímetros cúbicos
<i>ha</i>	Hectare
<i>km</i>	Quilómetro
<i>km²</i>	Quilómetro quadrados
<i>m</i>	Metros
<i>m²</i>	Metros quadrados
<i>Mg</i>	Megagrama
MICOA	Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental
MITADER	Ministério de Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural
ONU	Organização das Nações Unidas
USAID	Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional
<i>t/ha</i>	Tonelada por hectare
Tg C	Teragrama de carbono
WWF	Fundo Mundial para a Natureza
%	Porcentagem
°C	Graus celsius

1. Introdução

As florestas têm-se mostrado um grande instrumento na mitigação do aquecimento global, através das suas contribuições na redução de anidrido carbónico um dos GEE mais importante, convertendo-o em energia para o crescimento das árvores. Esse processo é conhecido como fotossíntese.

Mais de 30% da área do planeta é coberta por floresta (FAO, 2016), neste universo aproximadamente 150 000 Km² são cobertos por florestas de mangal, que são um ecossistema que representa uma fase intermediária entre as comunidades terrestres e marinhas que recebem uma entrada de água do mar (marés) e água doce, tolerantes ao sal, encontradas ao longo de costas, lagoas de águas rasas, estuários, rios ou deltas em 124 países e áreas tropicais e subtropicais (Blankespoor *et al.*, 2016)

Moçambique possui uma cobertura de floresta de mangal que varia entre 290 000 e 368 000 ha , com uma variedade de 10 espécies de mangal, sendo as principais a *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Avicennia marina*, *Heritiera littoralis*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba*, *Lumnitzera racemosa* e *Xilocarpus granatum* (USAID, 2014; WWF, 2017).

As florestas de mangal estão entre os ecossistemas mais produtivos e biologicamente importantes do mundo, ajudam também na regulação da atmosfera e clima através do sequestro de carbono (MITADER, 2015).

No contexto actual das mudanças climáticas e sua mitigação, as florestas de mangal ocupam lugar de destaque, dado que sequestram e retêm carbono no solo, nas raízes e acima do solo, isso faz com que o mangal armazene maior quantidade do carbono em relação a outras floresta terrestre. A biomassa total acima do solo das florestas de mangal do mundo pode ascender a mais de 3.700 TgC, e o sequestro de carbono nos sedimentos de mangal na ordem dos 14-17 TgC por ano (MITADER, 2015; Patil *et al.*, 2012). Estudos conduzidos no centro do país, concretamente na Baía de Sofala, indicam que o anidrido carbónico equivalente contido nos mangais é cerca do dobro do contido no miombo e no mopane, as duas comunidades vegetais predominantes no país (Macamo & Siteo, 2017).

No presente trabalho foi estimado o anidrido carbónico sequestrado acima do solo pelas árvores da floresta do mangal de Inhangome.

1.1.Problematização e Justificativa

A Terra vem passando por mudanças climáticas decorrentes do aumento da concentração de gases que provocam o efeito estufa (Boina, 2008), induzindo o aumento da temperatura média global que resulta em consequências drásticas, tais como aumento do nível dos oceanos, crescimento e surgimento de desertos, desequilíbrio nos ecossistemas entre outras (Scott, et al., 1990). O mais poluente dentre eles é o anidrido carbónico, cuja sua emissão a nível nacional aumentou 11.7MtCO₂ de 1990 a 2013 com uma média anual de emissão de 1% (USAID, 2017).

Para inverter o aumento da emissão do gás carbónico na atmosférico, Moçambique ratificou o protocolo Quioto, que tem como propósito aumentar os estoques de anidrido carbónico sequestrado nas florestas e vendê-lo para as grandes companhias ou individualidades poluidoras como forma de compensação pelos actos das suas indústrias. Porem Moçambique está limitado de participar nos programas do protocolo por não ter dados suficientes de estoques do anidrido carbónico por espécie de árvores, pois para um país participar nos programas do protocolo Quioto são necessários estudos detalhados sobre as projecções de sequestro do carbono (Zolho, 2010).

As florestas de mangais são consideradas as que mais armazenam anidrido carbónico nas zonas tropicais, com uma diferença de quase dez vezes maior que outras florestas (Netto e Helio, 2013). Apesar dessa capacidade, as estimativas do sequestro de carbono para algumas espécies de mangais em Moçambique foram relatadas apenas no trabalho de Guedes, *et al.*, (2014), feito na Baía de Sofala. Isto mostra que ainda deve-se fazer mais estudos do género e é neste contexto que surge a necessidade de se estimar o estoque de anidrido carbónico em diversas espécies de mangal de Inhangome na província da Zambézia.

Portanto o presente trabalho providencia informações sólidas sobre o potencial de reserva de carbono na floresta de Inhangome, que podem ser usadas pela comunidade científica para melhor entendimento do sequestro e armazenamento do carbono atmosférico pelas florestas de mangal, fazer inventário nacional e definir estratégia para aumento de sequestro nas florestas de mangal na Zambézia e em Moçambique.

1.2.Objectivos:

1.3.1. Geral:

- 🌳 Conhecer a quantidade do Anidrido carbónico armazenado acima do solo pelas árvores da floresta do mangal de Inhangome.

1.3.2. Específicos:

- 🌳 Determinar os parâmetros fitossociológicos
- 🌳 Calcular a biomassa da floresta de mangal; e
- 🌳 Calcular o carbono e anidrido carbónico.

2. Revisão de Literatura

2.1. Distribuição do mangal no mundo e no País

Os mangais ocorrem em zonas tropicais e subtropicais, em costas abrigadas, baías e outros locais onde a força das marés é reduzida, com pouco mais de 70 espécies de mangal, cerca de 42 espécies de mangal verdadeiro e 32 espécies associadas, sendo a Ásia o continente que possui a maior área. A maior diversidade específica ocorre na região do Indo-Pacífico (Macamo & Siteo, 2017). Moçambique possui a segunda maior área de mangal no continente Africano, e a maior na região oriental de África, A costa do centro possui a área mais extensiva, seguida da costa do norte e por fim a região sul. (MITADER, 2015)



Figura1: Distribuição global dos mangais. **Fonte:** Macamo e Siteo, 2017

2.2.Importância dos Mangais

Os mangais são plantas de grande importância socioeconómica, uma grande percentagem da população humana depende do mangal para muitas actividades e também como meio de ganhar a vida, obtendo muitos produtos florestais e também produtos da pesca, ecologicamente os mangais também são importantes fornecendo bens e serviços para a zona costeira e o ambiente marinho (Devi, 2014).

A importância dos mangais é dividida em quatro categorias de serviços a saber:

Serviços reguladores: protecção da linha costeira, regulação atmosférica e climática, controle de enchentes e erosão;

Serviços de fornecimento: bens e produtos que incluem madeira, lenha, processamento de peixe, produção de sal, carvão vegetal, construção e palha;

Serviços culturais: benefícios não materiais, como valor estético, recreação e turismo, áreas sagradas, pomadas e medicamentos tradicionais; e

Serviços de apoio: reciclagem de nutrientes, o fornecimento de habitats de viveiros de peixes, a retenção de sedimentos, a filtragem de água e o tratamento de resíduos (USAID, 2014).

2.3. Estrutura da floresta de Mangal

A natureza e dinâmica do ecossistema da floresta do mangal é caracterizada pela comunidade de plantas que podem sobreviver tanto na água do mar quanto na terra. Considerando a diversidade de plantas que caracteriza esse ambiente, a floresta é encontrada como estruturada em padrão, espécie e distribuição, Entender a estrutura da floresta de mangue é importante, pois permite identificar as florestas comuns de mangue e as possíveis interacções ambientais (Hemati, 2015).

A caracterização das comunidades vegetais é geralmente realizada através avaliação da estrutura que é feita pela análise dos parâmetros fitossociológicos como a Densidade arbórea, Dominância, nos termos absolutos e relativos de ocorrência, área basal, Diâmetro a altura do peito além dos Índices de Valor de cobertura (IVC) e Valor de Importância (IVI) (Menghini, 2004; Santos, et al., 2012).

A medição dos parâmetros fitossociológicos facilita o entendimento dos estágios sucessivas de uma florestal, em vários estágios de crescimento das árvores, diferentes espécies exercerão dominância sobre as demais (Madeiros, 2004) e trata-se de uma pratica são valiosas ferramentas no que concerne à resposta desse ecossistema às condições ambientais existentes, o grau de desenvolvimento estruturar da floresta, da dinâmica, da distribuição e das relações ambientais da comunidade vegetal (Silva,et al, 2004; Freitas e Magalhães, 2012;).

2.3.1. Factores que afectam a estrutura da vegetação do Mangal

A característica da estrutural das florestas de mangal varia em níveis globais e em escalas locais, em uma escala global, a temperatura e a radiação solar possui controlo dominante sobre o desenvolvimento estrutural e crescimento das florestas do mangal e em escalas locais, os padrões espaciais de composição, biomassa e produtividade são provavelmente controlados principalmente por factores edáficos, histórico de perturbação e padrões de inundação pelas marés, as espécies de mangal aparentemente possuem preferências ambientais distintas, algumas tem a preferência por ambientes mais inundados e outras em menos inundados, mais para o interior da floresta (Sherman *et al*, 2003).

Estudo feito por Matilgal el al. (1986) no mangal de Sundarbans na Índia mostrou que factores físico-químicos do solo também afectam a estrutura da floresta de mangal. Onde observou-se que as *Acanthus ilucifolius* e *Avicennia* spp. Tiveram domínio em solo com alta salinidade e outras espécies como *Aegiceras* sp. e *Excoecaria agallocha* tiveram domínio em solos baixa salinidade.

2.1.Efeito estufa e Impacto dos seus Gases no Clima global.

O efeito estufa é um fenómeno causado pelos gases na atmosfera, que têm a capacidade de absorver a energia do sol que é irradiado de volta ao espaço da terra(figura2). Existem duas fontes dos gases do efeito estufa, naturais e humanas. As causas naturais do efeito estufa são as emissões de gases como óxido nitroso (N_2O), anidrido carbónico (CO_2), metano (CH_4), ozónio (O_3) e vapor de água ($H_2O_{(g)}$) (NICG, 1994). As actividades humanas adicionaram mais a concentração do anidrido carbónico e novos gases de efeito estufa, como *CFCs*, na atmosfera do que o necessário para aquecer o planeta a uma temperatura ideal (Khan, 2017), Causando desta forma mudanças climáticas.



Figure 2: **Funcionamento do fenómeno do efeito estufa.** Fonte: blogdoenem.com.br, acesso aos 2/05/2018).

As Mudanças climáticas são mudanças do clima atribuídas directa ou indirectamente às actividades humanas, que alteram a composição global da atmosfera e que se adicionam às variabilidades naturais observadas num período comparado. Como se pode constatar, as mudanças climáticas são causadas por factores ou processos intrínsecos do próprio sistema solar e forças extrínsecas, principalmente as que são promovidas pelas actividades do Homem na Terra (Zolho, 2010).

Todos relatórios de IPPC mostram um aumento de gases de estufa na atmosfera acompanhado de mudanças no clima global e regional tais como: aumento na temperatura média global, variações na quantidade de precipitação, na salinidade oceânica, nos padrões de vento e em aspectos de eventos climáticos extremos, como secas, chuvas intensas, ondas de calor e intensidade de ciclones tropicais. Com o aumento de gases de estufa que tem se verificado projecta-se um aumento de 1,4 a 5,8 °C na temperatura e uma elevação no nível do mar de 0,09 a 0,88 metros no período de 1990 a 2100 (Juras, 2008).

2.2. Sequestro de carbono

Sequestro de carbono é o processo em que o anidrido carbónico é removido da atmosfera e é depositado em reservatórios. Reservatório de carbono refere-se a um sistema ou mecanismo que tem a capacidade de acumular ou libertar carbono. Isto pode ser natural ou induzido pelo homem. Exemplos são a biomassa florestal, produtos de madeira, solos e atmosfera. Os reservatórios de carbono induzidos pelo homem ou armazenamentos geológicos capturam o CO_2 a partir da combustão de combustíveis ou processos industriais, são transportados através de gasodutos estão armazenados no subsolo em campos de petróleo e gás esgotados e também em formações salinas profundas (Dhanwantri *et al.*, acesso aos 29 de 4 de 2018).

2.2.1. Sequestro florestal de carbono

Refere-se ao processo em que as plantas absorvem o anidrido carbónico da atmosfera e fixá-lo em forma de matéria lenhosa e este processo de absorção do anidrido carbónico da atmosfera pelas plantas é conhecido como fotossíntese, esta fixação do anidrido carbónico dá-se em todos componentes da árvore; nas folhas, galhos, fuste e raízes (Boina, 2008).

Em estudos feitos de duas de áreas de mangal na Malásia mostraram que a taxa de sequestro de carbono em diferentes partes da árvore aumenta na ordem de propágulos < ramos < folhas em ambas as áreas de estudo. As folhas contribuíram com mais de 75% da taxa total de sequestro de carbono em cada área de estudo, por estarem associadas a fotossintético em que o oxigénio é liberado enquanto o anidrido carbónico é aprisionado, daí o aumento do teor de anidrido carbónico fixado (Hemati, 2015).

2.3. Factores que influenciam o teor do anidrido carbónico fixado no Mangal

A quantidade do anidrido carbónico fixado pelo mangal depende da biomassa e esta varia em função de diversos factores como a tamanho, espécies dominantes e climáticos, como a variação da temperatura, radiação solar e chuva. As espécies de mangue aparentemente possuem preferências ambientais distintas. (Santos D. M., 2015), As áreas mais próximas do canal ou linha da costa apresentam menor biomassa que as áreas interior, isto pode estar relacionado à deposições recentes de sedimento, conferindo um estágio sucessivo inicial, com indivíduos mais jovens e menores, embora outros factores também possam controlar esta taxa de incremento na biomassa (Komiyama *et al.*, 2008).

Os factores ambientais e antropogénicos, como propriedades do solo, estado nutricional e abate do mangal, afectam a taxa do crescimento na biomassa e consequentemente do anidrido fixado no mangal, é esperado que em áreas da floresta do mangal degradados mostrem menos biomassa acima do solo por causa da interferência ambiental que leva a um tamanho muito menor de árvores. Em florestas de mangais onde a vegetação imatura é explorada ou há excesso de exploração também apresenta baixa biomassa acima do solo (Hemati, 2015)

Em estudo feito por Saha et al., (2018) o anidrido carbónico equivalente sequestrado acima do solo variou em cada espécie de acordo com a sua preferência de salinidade. A *Sonneratia apetala* teve maior biomassa equivalente a 260,6 t/ha de anidrido carbónico em regiões de baixa salinidade e baixa biomassa equivalente a 80,7 t/ha de anidrido carbónico em regiões de alta salinidade, facto de foi o contrário de outras espécies nas mesmas regiões onde as espécies *Avicennia marina*, *Avicennia officinalis* e *Excoecaria agallocha* armazenaram mais anidrido carbónico em regiões de alta salinidade.

2.4. Métodos para estimar anidrido carbónico fixado pela vegetação

Para estimar o anidrido carbónico sequestrado pela floresta primeiro teve-se conhecer a quantidade da biomassa florestal, que para a estimação desta podem ser adoptados dois métodos, o primeiro é o método directo e pressupõe uma contagem directa através do derrube de uma amostra de árvores e a pesagem de todas as componentes que podem constituir biomassa, enquanto que o método indirecto não implica em derruba da floresta pois pode-se interpretar imagens satélite e fotografias aéreas caso existam, ou ainda usar dados de volume já existentes e a biomassa de cada componente é inferida a partir de relações alométricas. Tais relações são estimadas a partir de parâmetros mensuráveis como altura, DAP e densidade da madeira (Siteo et al., 2014).

Após a estimação da biomassa emprega-se um único método para estimar o anidrido carbónico fixado, no qual o valor da biomassa é multiplicado por factores do carbono na biomassa seca e da relação entre o peso molecular do CO₂ e o peso atómico de carbono (Boina, 2008)

3. Metodologia

3.1. Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na região centro de Moçambique província da Zambézia, na floresta de mangal do bairro de Inhangome, que sita a 7km da cidade de Quelimane entre 17°53' de Latitude sul e 36°49' de Longitude este, esta zona é banhada pelo estuário dos Bons Sinais (Luabo, 2014)

O clima de Inhangome é tropical húmido onde a temperatura mínima absoluta é de 10.3°C e a máxima absoluta é de 42.1°C, a precipitação media mensal é cerca de 72.1mm e o período mais chuvoso é de Dezembro a Março, os ventos têm velocidades médias do vento acima de 15,5km/h, a energia solar de ondas curtas incidente diária média passa por variações sa zonais moderadas ao longo do ano(INE, 2008; Luabo, 2014).

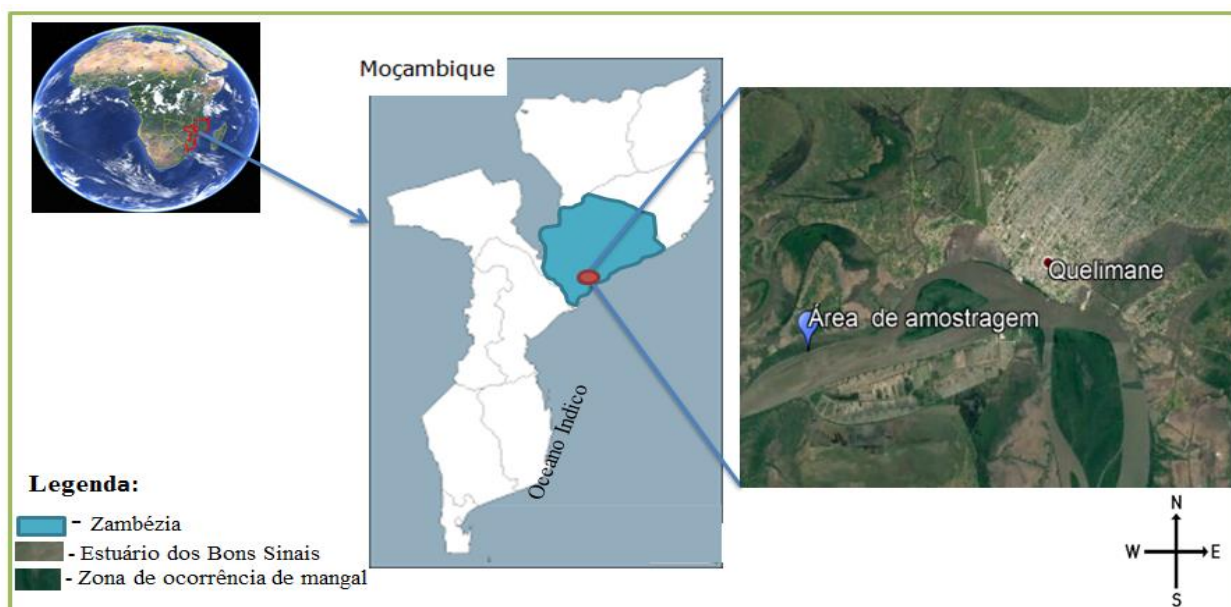


Figure 3:Localização geográfica da área de estudo.

3.2. Material e métodos

Para a estimação do anidrido carbónico sequestrado acima do solo pelas árvores da floresta do bairro de Inhangome usou-se o método indirecto, que consiste no uso de equações alometrias que

relacionam o diâmetro e densidade específica das árvores. O método é vantajoso porque não consiste no abate das árvores, uma vez que são espécies protegidas por lei.

Usaram-se os seguintes matérias: Suta, fita métricas de 6 e 100m, fitas coloridas, GPS, corda de seda, estacas e máquina fotográfica.

3.2.1. Amostragem

Para o sucesso do presente trabalho, fez-se uma amostragem sistemática, traçou-se dois (2) transectos perpendiculares a linha da costa, com uma separação entre si de 30m e comprimento de 60 m. Em cada transecto fez-se 3 parcelas com 25 m^2 ($5\text{ m} \times 5\text{ m}$) e separadas entre si por uma distância de 15m. As Primeiras parcelas dos transectos localizam-se a $17^{\circ}53'48.8''\text{S}$, $36^{\circ}49'.27.9''\text{E}$ e a $17^{\circ}53'49.4''\text{S}$, $36^{\circ}49'.26.9''\text{E}$, a 5m da margem inicial da vegetação de mangal à linha da costa, conforme ilustra a figura 6.

A área das parcelas foi mensurada com auxílio de fita métrica de 6 m, o alinhamento das parcelas e determinação da distância de separação das parcelas foi feito com uma corda de seda e uma fita métrica de 100m respectivamente. As delimitações das parcelas foram feitas com fitas coloridas amaradas colocadas nas estacas espetadas em cada canto das parcelas.

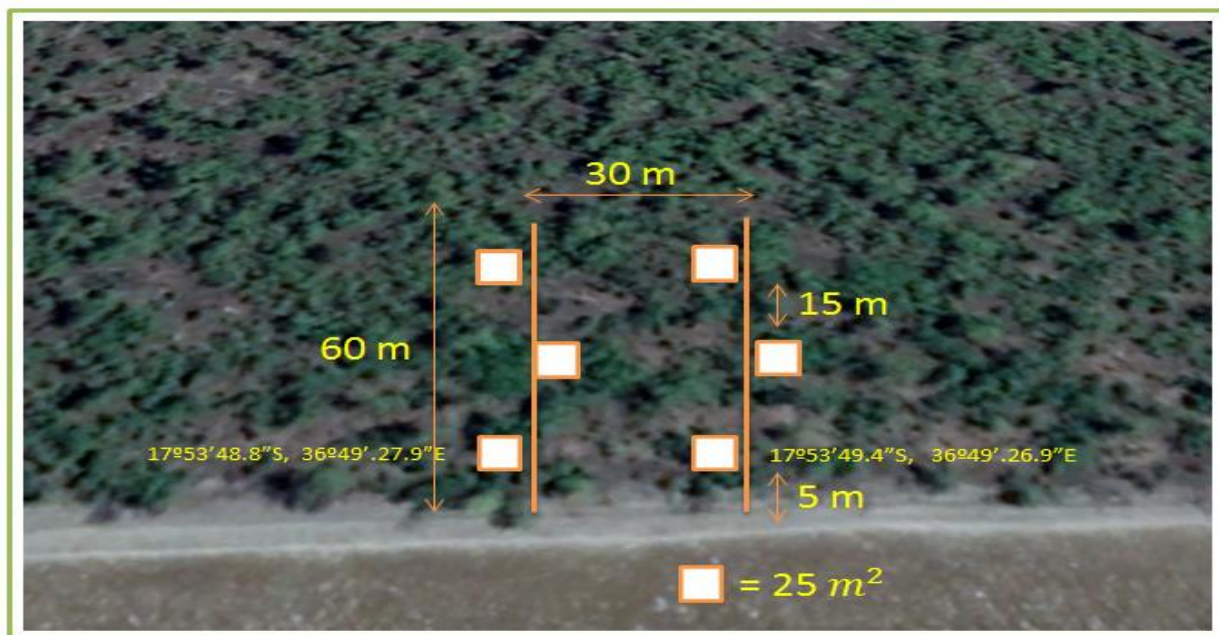


Figure 4:Esquema de organização das parcelas de amostragem.

3.2.1.1. Amostragem de vegetação

Com ajuda de um suta, em cada parcela mediu-se o DAP (diâmetro à altura do peito, efetuado a 1,3 m do solo, ou mais segundo a deformação da árvore) de todos indivíduos vivos. (Codilan *et al.*, 2009). Nas mesmas parcelas foram feitas a contagem e identificação das espécies existentes usando a guia do campo elaborada por Marjorie e Falanruw (2015). Após a medição do diâmetro, colocou-se fitas coloridas, para identificação das árvores mensuradas (Figura 6). Todos os dados de estrutura de vegetação foram lançados numa ficha de campo para o cálculo de parâmetros estruturais, biomassa, carbono e anidrido carbónico.



Figure 5 : Medição de diâmetro e marcação de árvores de mangal.

4. Processamento de dados

Os dados levantados no campo, para os cálculos dos parâmetros estruturais, biomassa, carbono e anidrido carbónico foram processados com auxílio do pacote estatístico, MS Excel 2013.

4.1.Densidade arbórea.

A densidade arbórea (D.a) que demonstra a ocupação de espaço pela árvore ou indivíduo (Medeiros, 2004), foi calculada pelo número de árvores por unidade conforme a equação abaixo:

$$D.a = N^{\circ}/A \quad \text{E.q1}$$

Onde: D.a – densidade arbórea (árvores/ha), N° - número de árvores e A – área amostra (ha).

4.2.Densidade relativa percentual

A Densidade relativa é a percentagem de troncos de uma determinada espécie em relação ao número total de troncos de todas as espécies numa determinada área (Madeiros, 2004). A mesma foi calculada a partir da fórmula:

$$Dr = ni \times 100\% / N^{\circ} \quad \text{E.q2}$$

Onde: *Dr* é a densidade relativa, *ni* é o número de troncos de uma espécie e N° = número total de troncos.

4.3.Área Basal Total

A área basal foi obtida pela soma da área basal de todos os troncos vivos medidos por unidade de área (Calegario, 2012). Foi calculada através das seguintes fórmulas:

$$ABt = \sum ABi \quad \text{Eq3}$$

$$ABi = 0.00007854 \times (DAP) \quad \text{Eq4}$$

Onde: *ABi* é a área basal de uma árvore (m^2) e DAP é o diâmetro à altura do peito (cm).

4.4. Dominância relativa

A dominância relativa representa a percentagem da área basal de uma espécie em relação à área basal de todas as espécies (Calegario, 2012). Para o cálculo da dominância relativa foi usada a seguinte fórmula:

$$Dor = \frac{abi \times 100\%}{ABt} \quad \text{E.q.5}$$

Onde: Dor é a dominância relativa, abi é a área basal de uma espécie e ABt é a área basal de todas espécies.

4.5. Cálculo da biomassa, estimativa de carbono e anidrido carbónico

4.5.1. Biomassa

Para o cálculo de Biomassa foi usada a função alométrica desenvolvida por Chave *et al.*(2005), que permite calcular biomassa de uma árvore de mangal em qualquer espécie e em qualquer parte do mundo.

$$B = 0.168 * \rho * D^{2,47} \quad \text{E.q.6}$$

Onde B é biomassa de uma árvore (kg), D é o diâmetro a altura do peito (cm), ρ é densidade da madeira por espécie (g/cm^3).

A biomassa total foi obtida pela soma das biomassas de todas as árvores dividida pela área amostra. Os valores das densidades das espécies foram obtidos na base de dados de Zanne *et al.*(2009).

4.5.2. Carbono estocado acima do solo

Após ser calculada a biomassa total foi calculado a quantidade de carbono estocado na floresta e por espécie, multiplicando a biomassa total e específica por 0.453545 (Wood, Mackenzie , & Duke, 2013).

4.5.3. Anidrido carbónico

O anidrido carbónico sequestrado pela floresta de Inhangome foi estimado usando a relação anidrido carbónico e carbono, ou seja foi obtido pela multiplicação do valor de carbono por 3,67, pois considera-se que uma tonelada de carbono corresponde a 3,67 toneladas de anidrido carbónico (Fernandes *et al.*, 2007).

5. Resultados




5.1 Parâmetros fitossociológicos do mangal do Inhangome


O estudo abrangeu uma área total de 1800 m^2 , correspondente a 0.18 ha , onde foram registadas 65 árvores de mangal. Identificaram-se 4 espécies de mangal nomeadamente: *Avicennia marina*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora mucronata*, e *Xylocarpus granatum*, que correspondem a 3 famílias, nomeadamente Avicenniaceae, Rhizophoraceae e Miliaceae.

Registou-se D.a de 361 árvores/ha, da qual de 272 árvores/ha foram de *Avicennia marina* (A.m), sendo esta a espécie que apresentou a maior densidade correspondente a 75,4%. Para *Ceriops tagal* foi registada uma D.a de 50 árvores/ha, foi a segunda com maior cobertura 13,8%, para *Rhizophora mucronata* registou-se D.a de 27 árvores/ha que correspondem a 7,7% de cobertura e para *Xylocarpus granatum*, registou-se cobertura de 3,1% e D.a de 11 árvores/ha.

As árvores de mangal apresentaram uma área basal total de 0.11 m^2 , onde A.m apresentou a maior área basal (AB) e maior dominância, seguida de C.t, R.me X.g apresentaram menos áreas e dominância e com menor diferença entre si. Conforme ilustra a tabela 1.

Tabela 1: composição específica do mangal do Inhangome e parâmetros estruturais.

Espécies	Nº de árvores	D.a	Dr	AB	Dor
 <i>Avicennia marina</i>	49	272	75.4	0.058905	53.3
 <i>Ceriops tagal</i>	9	50	13.8	0.021555	19.5
	5	28	7.7	0.015054	13.62

<i>Rhizophora mucronata</i>					
	2	11	3.1	0.01501	13.58
<i>Xylocarpus granatum</i>					
Total	65	361		0.66313	

Onde: *D.a* é a densidade arbórea em árvores/ha, *D.r* é a densidade relativa em %, *AB* é a área basal em m², *Dor*, é a dominância relativa em %.

5.2. Biomassa do mangal de Inhangome.

A biomassa total das árvores do mangal de Inhangome foi de 8.25t/ha, o maior peso verificou-se na espécie de *Avicennia marina*, *Xylocarpus granatum* foi a segunda espécie que pesava mais seguida de *Rhizophora mucronata* e o menor peso foi verificado na *Ceriops tagal*, conforme ilustra a figura 6.

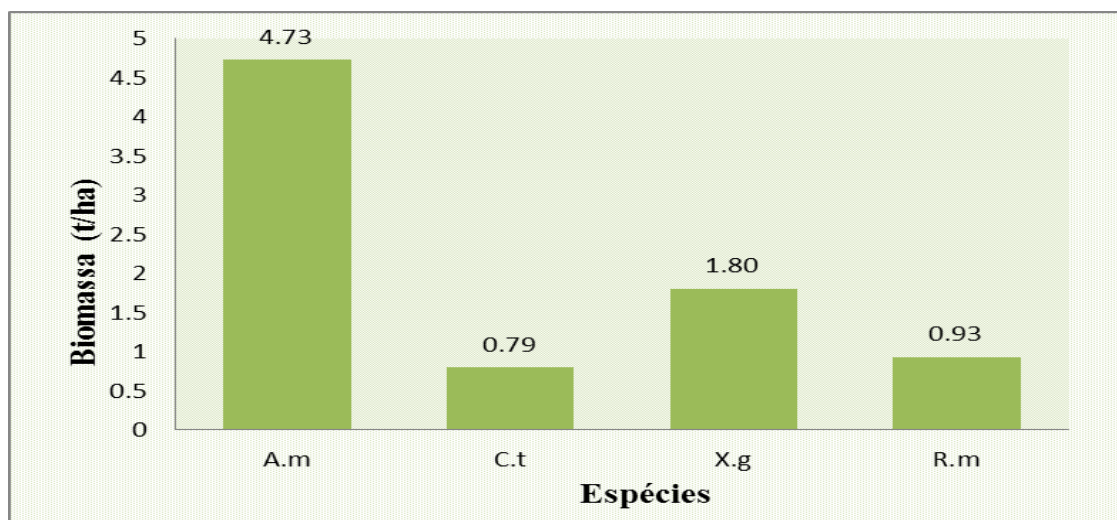


Figura6:Biomassa das árvores de mangal de Inhangome por espécie.

Onde: *X.g* é *Xylocarpus granatum*, *R.m* é *Rhizophora mucronata*, *A.m* é *Avicennia marina* e *C.t* é *Ceriops tagal*.

5.3. Estoque do Carbono e anidrido carbónico do mangal de Inhangome.

Verificou-se um estoque de carbono e anidrido carbónico total no mangal de Inhangome de 4.12t/hae 15.14t/ha respectivamente. As maiores quantidades de carbono e anidrido carbónico foram verificadas na espécie *Avicennia marina* com mais de 2t/ha de estoque total de carbono e 8.67t/ha de anidrido carbónico. O menor estoque foi verificado na *Ceriops tagal* com menos de 0.5t/ha de carbono e 1.46t/ha de anidrido carbónico total. Os resultados estão apresentados nas figuras 8 e 9.

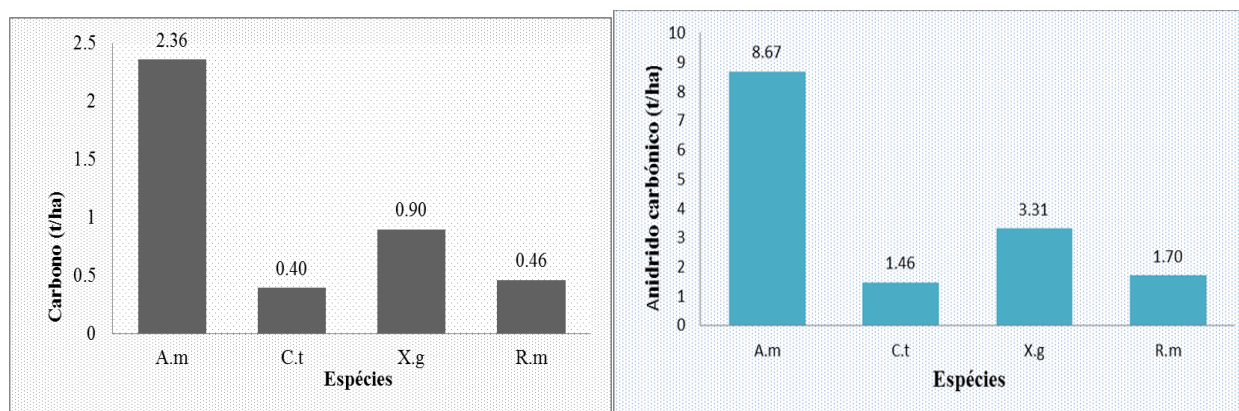


Figure 7: Estoque de carbono (t/ha). **Figure 8:** Estoque de anidrido carbónico (t/ha)

Onde: X.g é *Xylocarpus granatum*, R.m é *Rhizophora mucronata*, A.m é *Avicennia marina* e C.t é *Ceriops tagal*.

6. Discussão

6.1. Composição específica do mangal do Inhangome e parâmetros estruturais.

O mangal de Inhangome mostrou uma diversidade moderada de espécies, por aposentar 40% das espécies de mangal existentes no país, está no baixo desenvolvimento estrutural, pois apresentou abundância de indivíduos em classes de DAP inferiores, onde 71% das árvores mostradas foram de classe inferior a 3.2 cm. Durante seu amadurecimento, o mangal passa por uma fase em que a área é ocupada por alta densidade de árvores de diâmetro reduzido para uma fase em que dominam poucas árvores de grande porte e volume (Antonini, Leite, Salles, & Londe, 2013). As árvores de mangal com diâmetro menor que 3.2 cm são consideradas de baixo desenvolvimento estrutural (Estrada et al., 2009).

Em estudo feito anteriormente em Inhangome por (Macicame, 2017) a *Avicennia marina* foi a espécie com maior densidade arbórea de 59árvores/ha seguida de *Xylocarpus granatum* com 4 árvores/ha, a *Rhizophora mucronata* e *Ceriops tagal* ficaram por último. No presente estudo também verificou-se maior densidade de *Avicennia marina* com 272 árvores/ha, seguida de *Ceriops tagal* com 50árvores/ha, desta *Rhizophora mucronata* foi a terceira com 28 árvores/ha e *Xylocarpus granatum* teve a menor densidade 11árvores/ha. A *Avicennia marina* é dominante ao longo do estuário dos sinais e em alguns partes do estuário ocorre de uma forma monoespecíficos.

A dominância e a maior área basal de *Avicennia marina* em Inhangome pode estar relacionado, as características físico-químicas do solo, pois as propriedades do solo servem como indicadores para diferenciação de tipo de comunidade (El-Khouly & Khedr, 2007) ou ao stresse em que o mangal se encontra, porque o género *Avicennia* é mais dominante nos mangais degradados, por ser mais tolerante ao stresse ambiental. (Silva et al., 2004; Macamo e Siteo, 2017). É importante ressaltar que a dominância de uma espécie pode variar de mangal para mangal, em virtude das características abióticas, bióticas e da influência antrópica

Embora o Mangal seja protegido por lei esta é ignorada em Moçambique tendo como consequências o abate do mesmo. esta situação é registada no mangal Inhangome onde observou-se o abate de indivíduos pela comunidade local para produção de carvão e corte de mangal para venda, factor que pode justificar a baixa densidade do mangal, posição defendida também por Macicame (2017).

6.2. Biomassa, estoque de carbono e anidrido carbónico acima do solo

Diversos Estudos de biomassa acima do solo já foram realizados em varias partes do mundo usando as equações alométricas, o menor valor de biomassa foi observado em uma floresta de mangal na florida que foi de 7.9 t/ha equivalente a 3,95 e 14,5 7.9 t/ha de carbono e anidrido carbónico respectivamente e o maior valor foi observado em uma florestas de mangal em Malásia que foi de 460 t/ha equivalente a 230 e 844 7.9 t/ha de carbono e anidrido carbónico respectivamente num estudo realizado por (Komiya, Ong, & Pongpan, 2007). O mangal de Inhangome apresentou valores de biomassa, carbono e anidrido carbónico acima do solo maior comparado ao observado na florida, que o encontrado no estudo Guedes *et al.* (2014) na zona degradada equivalente a 3.35 t/ha e 12,29 t/ha de carbono e anidrido carbónico, também foi maior com o carbono acima do solo obtido no estudo de Tamai *et al.* (1986) numa floresta dominada por *Rhizophora mucronata* que foi de 8 t/ha de biomassa equivalente a 4 t/ha e 14, 68 t/ha de carbono e anidrido carbónico. Este resultado deve-se a maior densidade das árvores, a maiores diâmetros que foram observados em algumas espécies, baixa degradação e a localização do mangal comparativamente aos locais citados, pois a biomassa de uma espécie apresenta tendências positivas com o aumento do DAP e pode variar por mangal em função dos factores que a afecta, tais como o clima em que o mangal se encontra (Codilan *et al.*, 2009; Devi, 2014)

A *Avicennia marina* apresentou maior biomassa, carbono e anidrido carbónico sequestrado comparado com outras espécies, caso similar foi observado na baía de Sofala por (Guedes *et al.*, 2014), seguida de *Xylocarpus granatum* a possível explicação pode ser as características estruturas das florestas (Alavaisha & Mangora, 2016), onde o mangal de Inhangome *Avicennia marina* é a espécie que apresentou maior número de troncos e área basal e *Xylocarpus granatum* apresentou valores elevados de diâmetro, a *Avicennia marina* também é uma das espécies que apresentam maior densidade da madeira.






7. Conclusão.

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

- 🌳 Foram identificadas 4 espécies de mangal no Inhangome nomeadamente: *Avicennia marina*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora mucronata*, e *Xylocarpus granatum*.
- 🌳 A densidade das árvores foi de 361 árvores/ha, da qual de 272 árvores/ha foram de *Avicennia marina*, 50 árvores/ha de *Ceriops tagal*, 27 árvores/ha de *Rhizophora mucronata* e 11 árvores/ha de *Xylocarpus granatum*.
- 🌳 A densidade relativa e dominância distribui-se respectivamente da seguinte sequência: *Avicennia marina* (75,55% e 53,3%), *Ceriops tagal* (13,8% e 19,5%), *Rhizophora mucronata* (7,7% e 13,63%), e *Xylocarpus granatum* (3,1% e 13,58%).
- 🌳 A biomassa total acima do solo foi de 8.25 t/ha, onde *Avicennia marina* pesou 4.73t/ha, *Xylocarpus granatum* pesou 1,80t/ha, *Rhizophora mucronata* pesou 0,93 t/ha e *Ceriops tagal* pesou 0,39t/ha.
- 🌳 O estoque de carbono e anidrido carbónico acima do solo no mangal foi de 4.12 t/ha e 15.14 t/ha respectivamente e a espécie *Avicennia marina* foi a que mais se destacou no sequestro de carbono com mais de 2 t/ha de estoque total de carbono e 8.67 t/ha de anidrido carbónico seguida de *Xylocarpus granatum* com uma quantidade de 0.90 e 3,31 t/ha de carbono e anidrido carbónico respectivamente e por fim *Rhizophora mucronata* e *Ceriops tagal* com menores estoques 0,56 e 1,70 t/ha, 0.5 t/ha e 1.46 t/ha de carbono e anidrido carbónico respectivamente.

8. Recomendações

Estudos de género são muito importante para todo pais e com base nos resultados e discussão do presente estudo recomenda-se:

-  A continuação de estudos deste género em cada ano no sentido de se determinar o estoque do anidrido carbónico sequestrado por ano pelo mangal de Inhangome.
-  A realização de estudo de estudos de quantificação de anidrido carbónico emitido, do anidrido carbónico estocado nas raízes e no solo no mangal de modo a compreender melhor o fluxo de carbono no Inhangome.
-  A realização de estudos das características físicas químicas de solo de modo a compreender os factores que afectam a estrutura do mangal de Inhangome.
-  Realização de acções de monitoramento e controle, plantio do de mangal de modo a aumentar o estoque do anidrido carbónico mangal.
-  A realização de estudos de comparação entre anidrido carbónico sequestrado pelo mangal de quelimane e o anidrido carbónico emitido pelos carros de Quelimane no sentido de se verificar eficiência equivalente de sequestro de anidrido carbónico produzido a nível local pelos automoves.


9. Referencias Bibliográficas

- 🌳 Antonini, Y., Leite, M., Salles, D., & Londe, V. (2013). Estrutura da Vegetação de Mangue Associada Ao Gradiente de Inundação no Litoral Norte do Espírito Santo, Brasil. Brasil: Universidade Federal de Ouro Preto.
- 🌳 Alavaisha, E., & Mangora, M. (2016). Carbon Stocks in the Small Estuarine Mangroves of Geza and Mtimbwani, Tanga, Tanzania. *International Journal of Forestry Research*, 11.
- 🌳 Blankespoor, B., Lange, G.-M., & Dasgupta, S. (2016). Mangroves as Protection from Storm Surges in a Changing Climate. Policy Research Working Paper.
- 🌳 Blogdoenem.com.br. (acesso aos 2/05/2018). *Aquecimento Global e o Efeito Estufa. Revisão de Geografia Enem e vestibular*. Obtido de blog do enem: <https://blogdoenem.com.br/aquecimento-global/>
- 🌳 Boina, A. (2008). *Quantificação de Estoques de Biomassa e de Carbono em Floresta Estacional Semidecidual, Vale do Rio Doce, Minas Gerais*. Brasil: Universidade federa de Viçosa.
- 🌳 Calegario, G. (2012). *Aspectos Estruturais da Vegetação do Manguezal do Estuário do Rio São João, Rj*. Rio de Janeiro: Universidade Estadual Do Norte Fluminense – Uenf.
- 🌳 Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M., Chambers, J., Eamus, D., et al. (2005.). *Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests*. *Oecologia* 145, 87–99.
- 🌳 Codilan, A., Carandang, M., Calderon, & Eslava. (2009). *Aboveground biomass production of three mangrove species in Real, Quezon Province, Philippines*. Laguna , Quezon Province, Philippines: University of the Philippines Los Baños.
- 🌳 Devi, P. J. (2014). A study of Mangrove Ecosystem in East and South East coast of Mauritius with focus on above ground biomass and organic carbon. Thailand: University of Mauritius-Departamento of Biosciences.
- 🌳 Dhanwantri, K., Sharma, P., Mehta, S., & Prakash, P. (acesso aos 29 de 4 de 2018). Carbon Sequestration, Its Methods and Significance. Haryana, India : Amity University Haryana-Amity School of Architecture and Planning. http://www.krishisanskriti.org/vol_image/07Sep201507092422.pdf.
- 🌳 El-Khouly , A., & Khedr, A.-H. (2007). Zonation Pattern of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* along the Red Sea Coast, Egypt. *World Applied Sciences Journal*, 6.

- 1. Estrada, G., Chaves, F., Pellegrini, J., Soares, M., & Cavalcant, V. (2009). A Method the Classification of Magrove Forest and Sensitivity/Vulnerability Analysis. *Jornal of Costal Research*, 443-447.
- 2. FAO. (2016). *Global Forest Resources Assessment 2015*. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- 3. Freitas, W. K., & Magalhães, L. M. (2012). Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. Brasil: Floresta e Ambiente. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.054>.
- 4. Guedes, B., Mandlate, L., & Siteo, A. (2014). Biomass and Carbon Stocks of Sofala Bay Mangrove Forests. *forests*, 15.
- 5. Hemati, Z. (2015). A Comparative Study Of Biomass And Carbon Pool Between Natural And Degraded Mangrove Forests In Peninsular Malaysia . Peninsular Malaysia: University of Malaya.
- 6. INE. (2008). *Estatísticas do Distrito de Cidade De Quelimane*. Quelimane: Instituto Nacional de Estatística.
- 7. IPCC. (2007). *Climate Change 2007- The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Repor.* (M. Manning, D. Qin, & S. Solomon, Edits.)
- 8. Júnior, A. (2017). Mudanças climáticas têm impacto na saúde pública, diz governo moçambicano. *Voa Portugues*, www.voaportugues.com/a/mocambique-mudancas-climaticas/3911779.html.
- 9. Juras, I. d. (2008). *Aquecimento Global e Mudanças Climáticas: Uma Introdução*. Obtido de Biblioteca Digital de Camera dos Deputados: <http://bd.camara.gov.br>
- 10. Khan, M. A. (2017). Causes and Consequences of Greenhouse Effect & Its Catastrophic Problems for Earth. *International Journal of Sustainability Management and Information Technologies*.34-39 pp. <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ijsmi>.
- 11. Komiyama, A., Ong, J., & Pongparn, S. (2007). Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. New York: Elsevier.
- 12. Komiyama, A., Ong, J., & Pongparn, S. (2008). *Komiyama A, Ong J Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review*. *Aquatic Botany* 89.
- 13. Luabo, Z. (2014). Influências de parâmetros Físico-químicos no Crescimento da Tilápia Cultivada na AQUAQUEL. Quelimane: UEM-ESCM.

- 🌳 Macamo, C., & Siteo, A. (2017). *Relatório de Governação Ambiental 2016- Governação e gestão de mangais em Moçambique*. Maputo: Centro Terra Viva.
- 🌳 Macicame, O. L. (2017). Estudo da relação entre a cobertura do mangal e a distribuição do caranguejo do género *Uca* no estuário dos Bons Sinais, Província da Zambézia. Quelimane: UEM-ESCMC.
- 🌳 Madeiros, D. (2004). *Métodos de amostragem no levantamento da diversidade arbórea do cerradão da estação ecológica de Assis*. SP, Brasil.
- 🌳 Marjorie, V., & Falanruw, C. (2015). *Trees of Yap: A Field Guide*. United States: United States Department of Agriculture.
- 🌳 Matilal, S. B., Mukherjee, N. C., & Gupta, M. (1986). Studies on soil & vegetation of mangrove forests of Sundarbans. *Indian Journal of Marine Sciences*, 181-184.
- 🌳 Menghini, R. (2004). *Ecologia de manguezais: Grau de Perturbação e Processos Regenerativos em Bosques de Mangal da Ilha Barnabé, Baixada Santista, São Paulo*. Brasil: Dissertação. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.
- 🌳 MITADER. (2015). *Estratégia e Plano de Acção Nacional para Restauração de Mangal 2015-2020*. Maputo: Centro de Desenvolvimento Sustentável para as Zonas Costeiras.
- 🌳 Netto, V., & Helio. (2013). *Serie Manguezais Brasileiros*. Rio de Janeiro, Brasil: Ava Maria.
- 🌳 NICG, N. I. (1994). *The Greenhouse Effect, Impacts and Response Strategies*. Ministry of Environment Report.
- 🌳 Patil, V., Singh, A., Naik, N., Seema, U., & Sawant. (2012). Carbon Sequestration in Mangroves Ecosystems. Mumbai, India: *Journal of Environmental Research And Development*.
- 🌳 Saha, A., Zaman, S., & Mitra, A. (2018). Above Ground Biomass (AGB) of dominant mangrove species: A proxy to assess the ecosystem health of mangroves. *Techno International Journal of Health, Engineering, Management & Science*, 13-15. <https://www.researchgate.net/publication/325181760>.
- 🌳 Santos, Andrade, Santos, Santos, Castaneda, Santana, et al. (2012). *Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco*. São Francisco: Scientia Plena.
- 🌳 Santos, D. M. (2015). *Estoque de carbono na biomassa subterrânea de florestas de mangue*. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

- 🌳 Scott, M. J., Rosenberg, N. J., Edmonds, J. A., Cushman, R. M., Darwin, R. F., Yohe, G. W., et al. (1990). Consequences of climatic change for the human environment. USA: Inter-Research. 63-79.
- 🌳 Sherman, E., Fahey, J., & Martinez, P. (2003). Spatial Patterns of Biomass and Aboveground Net Primary Productivity in a Mangrove Ecosystem in the Dominican Republic. *Ecosystems*, 384-398.
- 🌳 Silva, R., & Paula, B. (2009). Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. Brasil: Terra Didática, 5(1):42-49 pp.
- 🌳 Silva, M., Bernini, E., & Carmo, T. (2004). *Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil*. Brasil: Acta bot. bras.
- 🌳 Siteo, A., & Tchaúqu, F. (2007). *Medição da Biomassa Florestal Utilizando Informação do Inventário Florestal*. Maputo: MINAG.
- 🌳 Tamai, S., Nakasuga, T., Tabuchi, R., & Ogino, K. (1986). Standing biomass of Mangrove Forests in Southern Thailand. *Journal of Japan Forestry Society*, 384-388pp.
- 🌳 Unesco. (1984). *The mangrove ecosystem: research methods*. (J. Snedaker, & S. Snedaker, Edits.) Paris: United Nations Educational.
- 🌳 USAID. (2014). Mapping of Healthy and Degraded Mangrove Vegetation in the Limpopo Basin Estuary. Gaza, Mozambique: Ministry of Land, Environment and Rural Development-Centre for the Sustainable Development of Coastal Zones.
- 🌳 USAID. (2017). *Greenhouse Gas Emissions in Mozambique*. Moçambique: Autor.
- 🌳 Vidal, S. (n.d). *Controlando o Aquecimento Global: Como reduzir em 30% as emissões de gases estufa até 2030*. acesso aos 10 de 3 de 2018.
- 🌳 Wood, A., Mackenzie, J., & Duke, N. (maio de 2013). *Preliminary assessment of biomass and carbon content of mangroves in Solomon Islands, Vanuatu, Fiji, Tonga and Samoa*. Townsville, Australia: James Cook University.
- 🌳 Zanne, A., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S., et al. (2009). *Global wood density database*. Obtido em 12 de Maio de 2018, de Dryad: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

-  Zolho, R. (2010). *Mudanças Climáticas e as Florestas em Moçambique*. (T. Selemane, Ed.) Moçambique: Centro de Integridade Pública.

10. Anexo

Formulário de campo		
Inhangome ,_____ de _____ de 2018.		
Parcela _____ Localização Lat:_____ Long:_____		
Número de árvore	Espécies	DAP (cm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

16		
17		
18		
19		
20		
Total:		