



**Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Oceanografia

## **Classificação Hidrológica da área influenciada pela Maré no Campo de Restauração de Mangal B no Bairro de Icidua**



Leonel Isac Luis Raimo Luice



**Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Monografia para obtenção do grau de Licenciatura em Oceanografia

**Classificação Hidrológica da área influenciada pela Maré no  
Campo de Restauração de Mangal B no Bairro de Icidua**

**Autor:**

Leonel Isac Luis Raimo Luice

**Supervisor:**

Noca Bernardo Furaca Da Silva (*MSc*)

---

**Co-Supervisora:**

dr. Banito Magestade

---

Quelimane, Outubro de 2019

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus Pais, Sr. Luis Raimo Luice e minha mãe Cicilia Samuel, à minha Avô Teresa Mário Dias, os quais garantiram que a minha formação fosse possível.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Deus que me tem conduzido e protegido nesta caminhada.

Em segundo, agradeço aos meus Pais, Sr. Luis Raimo Luice e Cicilia Samuel, assim como a Avô Teresa, aos quais sou grato sempre pelas educações, orações e bênção que a mim concedem nesta minha caminhada e devo tudo o que sou ou sonho em ser um dia.

Meu muito *obrigado* ao meu supervisor Noca Bernardo Furaca da Silva, ao meu co-supervisor dr Banito Magestade e ao dr. Orlando Ribeiro Rogério Guta pela vossa orientação, dedicação e perseverante disponibilidade durante o meu trabalho o meu muitíssimo obrigado.

Ao corpo Directivos, CTA, Docentes e todos os funcionários da ESCMC-UEM que de certa forma cada um teve um papel muito importante no meu aprendizado na academia, agradecer também a Eng.<sup>a</sup> Joana Alberto José e PhD Eulália Domingos Mugabe pela lição de vida que sempre levarei com migo “ *A vida é feita de escolhas*”.

Aos meus irmão e primos (as) Leosac Luice, Lino David, Olga Luice, Odete Luice, Teresa Luice, Zuraida Armando, Lídia Armando, Altino Armando, Serra Momade meus cunhados Mauro, Terry, Mussindo, meus tios Sérgio, Zinha, Helena, Armando, Estefânia todos vocês foram pilar da minha força e motivação nesta trajectória minha gratidão por vocês não tem preço.

Agradeço aos meus idolatrados e queridos colegas dos diversos cursos e nível leccionado na ESCMC-UEM e aos meus amigos Ayuba, Zeinul, Sibanda, Resito, Virgílio, Elda, Úrsula, Nobre, Farito, Dito, Nelton, Seven, Debieerne, Resilda, Custodio, Balide, Gabriel, Razak, Fenias, Cumbe, Humberto, Miro, Mazuze.

A todos que de forma directa ou indirecta estiveram envolvidos nas várias fases da minha vida académica e pessoal, dizer que não encontro palavras específicas para expressar o quão estou grato.

## **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Declaro que esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e que ela constitui o resultado do meu labor individual. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de Licenciatura em Oceanografia, da Universidade Eduardo Mondlane.

Quelimane, Outubro de 2019

O autor:

---

(Leonel Isac Luis Raimo Luice)

## RESUMO

Tendo em conta que as condições hidrológicas podem modificar as propriedades físicas e químicas, a inundação das marés é de grande importância para a vitalidade das florestas de mangais é factor primário na distribuição das espécies e são influenciadas por uma combinação de frequência e classes de inundação da maré. No bairro de Icidua foi realizado estudos que comprovam o restauro favorável para a região degradada a espécie de *Avicennia sp*, a falta de conhecimento se o sistema hidrológico do campo de restauração de mangal no bairro de Icidua no município de Quelimane é adequado para sobrevivência e o desenvolvimento de certas espécies de mangais. O objectivo da pesquisa é de classificar a hidrologia da zona influenciada pela inundação da maré, este estudo é de extrema importância para o conhecimento das condições hidrológicas das zonas de restauração de mangal influenciada pela maré. A região é caracterizada por marés semi-diurnas com variações de 4.9m apresenta ao seu redor *Avicennia marina* com alturas inferiores a 3m e uma distribuição menos densa. O solo da região é composto maioritariamente por argila, para a efectividade do presente trabalho foi realizada a revisão bibliográfica, colheita de dados e registos de inundação no campo de restauração. Para os resultados obtidos no que concerne a adaptação das espécies foi usado a classificação adaptada de Van Loon *et al.*, (2016) que para o campo de restauração de mangais do bairro de Icidua não é aplicável, igualmente conclui-se que para que a área inunde o nível mínimo de maré é de 4.6m, média de frequência de inundação é de 26.4 inundações, atingido uma altura máxima de 5.7m, constatou-se que o mês de Março é o mês com o maior frequência de inundação e as marés não são factores limitante para o desenvolvimento das espécies naquele bairro.

**Palavras-chave:** Hidrologia, Maré e Mangais.

## **ABSTRACT**

Given that hydrological conditions can modify chemical and chemical properties, a flood of major importance to the vitality of mangrove forests is a primary factor of species distribution and is influenced by a combination of frequency and classes of mare flooding. No neighborhood of Icidua has been conducted, studies that have proven or restored a favorable environment for a degraded region of *Avicennia* sp, lack of knowledge whether the restaurant restoration hydrological system in the neighborhood of Icidua, Quelimane municipality is suitable for development and the development of certain mangrove species. The objective of the research is to classify the hydrology of the zone influenced by tidal flooding, this study is extremely important for the knowledge of the hydrological conditions of mangrove restoration zones influenced by the tide. A region characterized by semi-diurnal sea with alterations of 4.9m has around *Avicennia marina* with heights below 3m and a less dense distribution. The soil of the region is composed mainly of clay, for the effectiveness of the present work a bibliographic review, data collection and flood record in the restoration field were performed. For the selected results that are not applicable to the species adaptation used in the adapted classification of Van Loon et al., (2016) which for the Icidua neighborhood management restoration field is not applicable, it is concluded that for level or minimum level area of 4.6 m, average flood frequency 26.4 floods, reaching a maximum height of 5.7 m, check whether March is the month with the highest flood frequency and how tides are not limiting factors for species development in this neighborhood.

Keywords: Hydrological, Tide and Mangroves

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição mundial do mangal. Fonte: Giri <i>et al</i> , 2011. ....	5
Figura 2: Distribuição de espécies de mangal. Fonte: Rey & Connelly, 2002. ....	7
Figura 3: Fases da Lua, marés vivas e mortas. Fonte: (Nehama, 2004).....	9
Figura 4: Rotação da Terra, preia-mar e baixa-mar. Fonte: (Nehama, 2004).....	9
Figura 5: Área de estudo. ....	14
Figura 6: Pontos de levantamento topográficos, campo de restauração de mangal B a ponte. Fonte: (Google Earth).....	15
Figura 7: Instrumentos usados na colheita de cotas: A) tripé; B) Régua; C) Teodolito, Fita métrica e GPS. (fonte: Autor). ....	16
Figura 8: Pontos de medições da maré, campo de restauração de mangal B. (Fonte: Autor). ....	17
Figura 9: Frequência de inundação. ....	20
Figura 10: Frequência de inundações mensais do campo de restauração de mangal B. ....	21
Figura 11: Elementos das Marés. ....	27
Figura 12: Plano de referências de Marés. ....	28
Figura 13: Marés de sizígia e marés de quadratura .....	29
Figura 14: monitoramento da maré na área de Resultado negativo do reflorestamento de mangal. Fonte: (Autor).....	32
Figura 15: monitoramento da maré na área de Resultado Positivo do reflorestamento de mangal. Fonte: (Autor).....	32



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de Watson derivada do sistema de mangais na Malásia. Fonte: (Van Loon <i>et al.</i> ,2016).....	10
Tabela 2: Classificação hidrológica adaptada, incluindo grupos comuns de espécies de mangais do sudeste asiático. A elevação (em itálico) é incluída para características de inundação para regiões de mangal com regime regular de marés e perfil de elevação regular. ....	11
Tabela 3: Materiais usados para colecta de dados.....	14
Tabela 4: Pontos de monitoramento de maré no campo de restauração de mangal B. ....	16
Tabela 5: Inundações minutos por dia do campo de restauração de mangal B. ....	18
Tabela 6: Minutos por inundações do campo de restauração de mangal B. ....	19
Tabela 7: Classificação hidrológica das espécies adequadas por cultivo na área de reflorestamento de mangal B no bairro de Icidua segundo o esquema proposto por Van loon (2016). ....	21
Tabela 8: Medição da maré.....	30
Tabela 9: Levantamento topográfico do campo até a ponte do bairro de Icidua. ....	31

## LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS

<b>CCAP</b>	Projecto de Adaptação das Cidades Costeiras
<b>DPTADER</b>	Direcção Provincial da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural
<b>ESCMC</b>	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras
<b>INAHINA</b>	Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação
<b>USAID</b>	United States Agency Internacional Development
<b>NMM</b>	Nível Médio do Mar

## ÍNDICE

Capitulo I: Introdução e Objectivos .....	1
Capitulo III: Metodologia .....	13
3.1. Área de Estudo .....	13
3.2. Material.....	14
3.3. Método.....	15
3.3.1. Determinação da frequência de inundação observada no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018.....	15
3.3.2. Identificação do mês com longa frequência de inundação no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018;.....	18
3.3.3. Identificação das espécies adequadas por cultivo segundo o esquema proposto por Van loon (2016); .....	18
Capitulo IV: Resultados e Discussão .....	20
4.1. Resultados.....	20
4.1.1. Determinação da frequência de inundação observada no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018 .....	20
4.1.2. Identificação do mês com longa frequência de inundação no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018;.....	20
4.1.3. Identificação das espécies adequadas por cultivo segundo o esquema proposto por Van loon (2016); .....	21
4.2. Discussão .....	22
Capitulo V: Conclusões e Recomendações .....	24
5.1. Conclusões .....	24
5.2. Recomendações .....	24
Capitulo VI: Referências Bibliográficas.....	25

## Capítulo I: Introdução e Objectivos

### 1.1.Introdução

É definida a hidrologia como sendo uma ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua relação com o meio ambiente, incluindo sua relação com a vida (Daniel & Leonardo, 2007).

A classificação hidrológica é o factor mais importante para o sucesso de restauração dos mangais, o campo de restauração pode ser determinado pela hidrologia normal, no que diz respeito à profundidade, duração e a frequência de inundação da maré no local. A frequência e período de inundação influenciam na determinação das condições adequadas para sobrevivência nas espécies de mangais.

A inundação pelas marés nos pântanos de mangais é de grande importância para a vitalidade das florestas. Afecta os níveis de extracção de água, pH, potencial redox no solo, na água e na distribuição das espécies (Rodrigues *et al*, 2009).

Estudos relacionados sobre influência hidrológica em campo de restauro de mangal já vem sendo desenvolvido por (Watson,1928 & Van Loon,2016). No bairro de Ícidua destacam-se estudos efectuados por Guta (2018) em campos de restauro de restauração de mangal A e já recentemente por Sebastião (2019) e em campos de restauro de restauração de mangal C. Ambos estudos relatam a possibilidade de restauro nas regiões degradadas por *Avicennia sp*.

Em alguns locais do campo de restauração tem inundado mais não verifica-se plantas de mangais, e não se tem o conhecimento, se o sistema hidrológico daquela região é adequado, ou seja, não foi considerado como o sistema hidrológico varia nesta área, para sobrevivência o desenvolvimento de espécies de mangais.

O objectivo da pesquisa é de descrever as condições hidrológicas da zona influenciada pela inundação da maré no campo de restauração de mangal **no** bairro de Icidua no município de Quelimane.

Este estudo contribui para conhecimento das condições hidrológica dos campos de restauração de mangal influenciada pelas mares, nas zonas em que esta sendo realizada a restauração não há informação que foi feito estudos hidrológico das marés. A partir deste estudo é possível saber, se as

condições das zonas em que estão a sendo feita a restauração são adequadas para a espécie de acordo com o sistema hidrológico das marés no local.

## **1.2. Problematização**

O programa da USAID do Projecto de Adaptação das Cidades Costeiras (CCAP) às Mudanças climáticas, em colaboração com o Município de Quelimane e Escola Superior de Ciências Marinhas e costeiras (ESCMC) em 2018 tiveram uma série de acções com vista a realizar assistência técnica e monitoramento de restauração hidrológica de mangais na Zambézia, em particular arredores da cidade Quelimane no Bairro de Icidua, no qual vem apresentando resultados positivos em algumas áreas.

Na área de reflorestamento, o conhecimento Hidrológico sobre a influência da maré no reflorestamento de mangais não foi considerado no acto de restauração, o que torna a questão na região de Icidua um desafio atendendo as condições da permeabilidade e salinidade do solo, a inundação assim como a climatologia. No campo de restauração B do Bairro de Icidua, verifica-se que em alguns locais tem atingido a semente mais não se tem notado a existência das plantas de mangais, não há informações se o sistema hidrológico daquela região é adequado, ou seja, não foi considerado como o sistema hidrológico varia nesta área, para sobrevivência o desenvolvimento de espécies de mangais. As condições hidrológicas verificada pelo Guta(2018) no campo de restauração A diverge com as condições hidrológicas do Sebastião(2019) em campo de restauração C, ambas áreas verificam desenvolvimento de *Avicennia sp.*

## **1.3. Justificativa**

Tem-se constatado que a consciencialização da importância que os mangais representam na vida social, cultural das comunidades local e na economia. Assim como em todos os níveis da protecção ambiental em geral vem crescendo.

O ecossistema de mangal é considerado uma importância vital, tanto para a satisfação das necessidades humanas, como para a protecção do litoral contra a erosão, ou a conservação das espécies da fauna de forte valor patrimonial e cultural.

Tendo em conta que as condições hidrológicas podem modificar as propriedades físicas e químicas, tais como disponibilidade de nutrientes, teor de salinidade e pH do solo. Há necessidade de estudar as influências das condições hidrológicas das marés nos campos de restauração de mangais para o desenvolvimento das espécies.

## **1.4.Objectivos**

### **Geral:**

- Classificar a condições hidrológia da zona influenciada pela inundação da maré no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua;

### **Específicos:**

- Determinar frequência de inundação observada no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018;
- Identificar o mês com longa frequência de inundação no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua no intervalo do mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018;
- Indicar as espécies adequadas por cultivo segundo o esquema proposto por Van loon (2016);

## Capítulo II: Revisão Bibliográfica

### 2.1. Mangais

Os mangais são combinações vegetais que crescem em zonas de mudança entre ambientes marinhos e terrestres, ocorrendo junto a confluência de rios, estuários e lagunas costeiras, até onde houver influência de marés (Cardoso, 2017).

O mangal é concebido como um ecossistema costeiro de elevada importância ecológica devido a grande quantidade de matéria orgânica gerada neste ambiente e liberada para as águas costeiras na forma de detritos, compondo a base alimentar de várias espécies de caranguejos, camarões e peixes, localizado em uma zona de transição entre os ambientes terrestre e marinho, típico de regiões tropicais e subtropicais (Costa & Cestaro, 2010).

#### 2.1.1. Distribuição Mundial e Nacional

Os mangais são encontrados em 118 países e territórios em todo o mundo. Vários estudos têm demonstrado que possuem uma cobertura global entre 10 e 24 milhões de hectares, que abrange cerca de 1% da superfície terrestre (Giri *et al*, 2011).

Os mangais ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais de todo o globo maioritariamente entre os paralelos 30°N e 30°S (Fig. 1) (Cardoso, 2017). A maior região de ocorrência fica na Indonésia, cuja área estimada de mangais é de 4.200.000ha, extensão que representa cerca de 20% das Florestas de Mangais do mundo (Fruehauf, 2005).

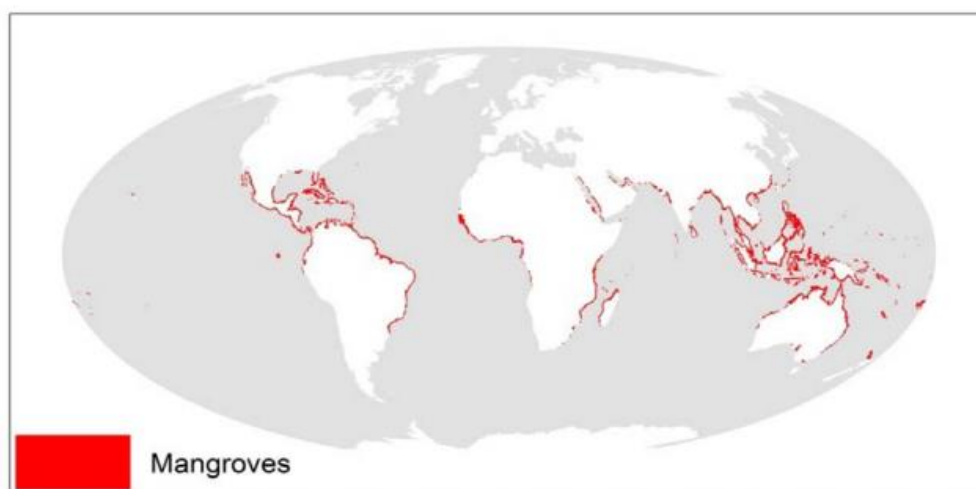


Figura 1: Distribuição mundial do mangal. Fonte: Giri *et al*, 2011.



Portanto como diversos ecossistemas, os mangais defrontam ameaças globais, tendo como alguns dos casos a sobre exploração por via de abate de árvores, a poluição, a degradação dos habitats e a substituição de florestas/pântanos de mangal por usos intensivos como a aquacultura (Cardoso, 2017). Globalmente, os mangais habitaram 75% das costas tropicais, mas devido o rápido desenvolvimento costeiro, agora apenas 25% de mangais habitam nas costas tropicais do mundo (Rodrigues *et al*,2009).

Os habitats de mangal em Moçambique abrangem 318 851 ha, do total de 13.863.086 ha o que apresenta cerca de 2,3% do total de cobertura de mangal global (Fig.1) (Giri *et al*, 2011), sendo a segunda maior área de mangal em África depois da Nigéria (Zide & Rajkaran, 2014).

Observa-se que globalmente a distribuição dos mangais diminuiu. Em 2002, estimava-se que perto de um terço dos mangais globais se desperdiçaram ao longo de um período de 50 anos devido a actividades antrópicas. Em Moçambique estimam que, cerca de 12,5% dos mangais se perderam ao longo de um período de 32 anos entre 1972 e 2004, com uma taxa de desmatamento de cerca de 15,9 km<sup>2</sup>/ano (Zide & Rajkaran, 2014).

Até 2015, no estuário Bons Sinais a vegetação de mangal ocupava uma área de 11289ha, com tendências de diminuição do mangal denso (Opincai, 2016). Já em 2018 uma avaliação feita de mangal no estuário, indica que uma cobertura de 5250ha de mangal denso e 17719ha de mangal menos denso e 3745ha de solo nú (Furaca, 2018).

### **2.1.2. Zoneamento ou Distribuição das espécies de mangal**

O crescimento e desenvolvimento de mangais dependem de condicionalismos naturais nomeadamente clima tropical, costa livre de forte acção das ondas e marés, solos aluvionares finos, 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.

Zoneamento é o termo empregado para expressar a forma de colonização do espaço em zonas, faixas distintas ou camadas, constituídas por apenas uma espécie ou por um dado conjunto de espécies arbóreas, sendo estas distribuídas espacialmente em relação à linha de água (Fruehauf, 2005).

De acordo com Fruehauf, (2005) a distribuição das espécies de mangal é vista em diferentes pontos, tendo considerado variações de muitos parâmetros, como salinidade, inundação por marés, matéria orgânica, competição interespecífica, entrada de nutrientes, ph, entre outros, como factores que afectam na distribuição das espécies.

A topografia, geomorfologia, hidrologia e sedimentologia de cada sistema influenciam na dominância relativa das espécies e sua distribuição no Mangal (Rey & Connelly, 2002).

Segundo Fruehauf (2005) o padrão de distribuição das espécies está relacionado às modificações determinadas pela microtopografia e frequência de inundação, resultando em gradientes físico-químico, sendo os processos de sucessão e distribuição das espécies resultantes de alterações destes gradientes.

Como os ambientes de mangal são tão diversos, geralmente é difícil determinar os requisitos ecológicos gerais de diferentes espécies, pois estudos detalhados em uma área podem ser contraditórios por estudos igualmente precisos das mesmas espécies em uma área diferente. Assim sendo a distribuição de espécies de mangal, é mais frequentemente manifestada como um mosaico que varia com o complexo de interações físicas, químicas e biológicas que ocorrem em uma área específica (Fig.2) que ilustra a influencia da inundação da maré diária, semanal e anual na floresta de mangal (Rey & Connelly, 2002).

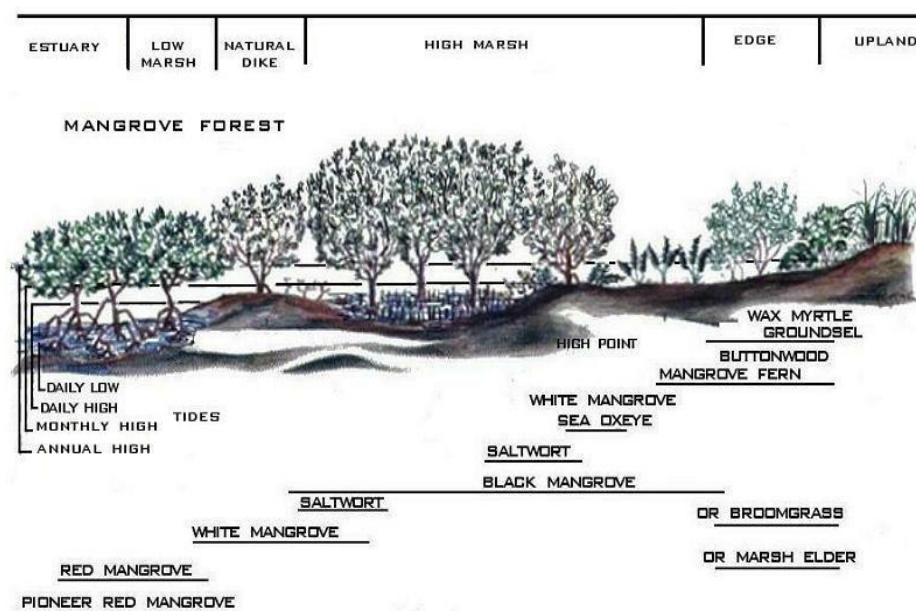


Figura 2: Distribuição de espécies de mangal. Fonte: Rey & Connelly, 2002.

## **2.2. Condições Hidrológicas**

### **2.2.1. ciclo hidrológico**

O ciclo hidrológico representa a interdependência, o movimento e a troca da água nos seus diferentes compartimentos. Este ciclo é formado por diversas componentes, sendo a precipitação, provavelmente, a componente que apresenta maior variabilidade no espaço (Collischonn, 2006).

### **2.2.2. Marés**

As marés são ondas longas produzidas pela atracção entre os astros e possuem período de duração de aproximadamente meio-dia ou mesmo um dia. Nota-se quando a superfície do mar ou de outra grande massa de água sobre a Terra oscila verticalmente, esta oscilação é provocada pelas diferenças na atracção gravitacional da Lua e, em menor extensão, do Sol sobre os diversos pontos da Terra (Machado, 1979 e INAHINA, 2003).

Em águas pouco profundas, podem se notar três tipos de propagação de ondas de maré: onda estacionária, progressiva e mista. Nos estuários, a onda de maré é do tipo mista, o que indica que não é puramente estacionária nem progressiva. A onda estacionária requer um corpo de água semifechado onde a onda de maré é totalmente reflectida. A onda progressiva somente ocorre num canal profundo e de fricção desprezível. No caso de estuários de planície costeira, o formato de funil do estuário é a causa mais importante da diferença da face, sendo a fricção a causa de menor efeito. A convergência dos bancos de areia e o fundo origina uma reflexão parcial de onda de maré (Groen, 1993).

Segundo Guta, (2017) as marés no Estuário dos Bons Sinais são semidiurnas e a onda é estacionária dentro do estuário, a altura varia entre menos de 35 centímetros e cerca de 500 centímetros durante marés extremas. As amplitudes das marés variam ao longo do ano entre 100 centímetros durante as marés mortas e cerca de 380 centímetros durante as marés vivas.

### **2.2.3. Caracterização das Marés**

A força de atracção da Lua se une com a força de atracção do Sol formar-se na Terra, marés vivas de que altura é grande e, nesse momento a Lua e o Sol estão em combinação ou oposição. Acontece o oposto quando a Lua e Sol estão em quadratura, em que se produzem marés mortas cuja altura é pequena. Altura de maré é tida como a diferença entre uma crista e o cavado consecutivo. Por causa do período de rotação da Lua em torno da Terra (29.5 dias), as marés vivas e/ou mortas acontecem duas vezes em cada mês (Vasconcelos, 1999).

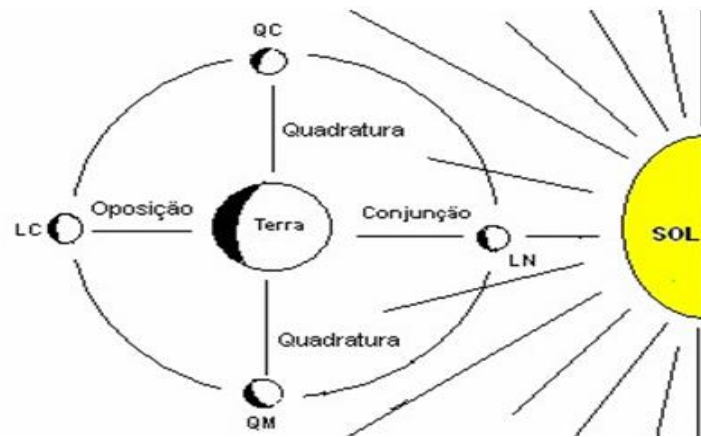


Figura 3: Fases da Lua, marés vivas e mortas. Fonte: (Nehama, 2004).

Este fenómeno a origem está relacionado com o movimento de rotação da Terra que faz com que todos os pontos fiquem expostos a Lua pelo menos uma vez por dia.

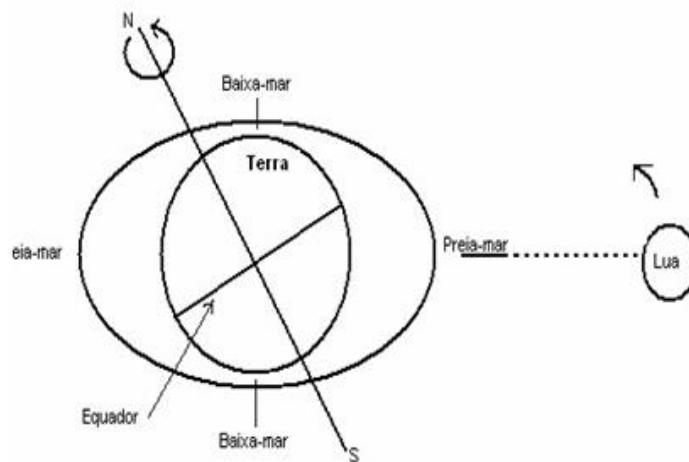


Figura 4: Rotação da Terra, preia-mar e baixa-mar. Fonte: (Nehama, 2004).

Durante o dia, em um ponto particular do globo, observam-se instantes em que, o nível do mar ou é o mais alto possível ou é o mais baixo possível. Esses níveis extremos são chamados preia-mar e baixa-mar respectivamente, e podem ocorrer uma vez por dia (ciclo diurno) ou duas vezes por dia (ciclo semidiurno).

Sempre que as marés são diurnas espera-se que as componentes diurnas sejam maiores que as semidiurnas e vice-versa (Nehama, 2004).

#### 2.2.4. Duração e frequência da maré

Actualmente, a clássica classificação hidrológica de mangal de (Watson, 1928) ainda é aplicada e recomendada (Van Loon *et al.*, 2016). De uma pesquisa extensa na Malásia, Watson descobriu que as espécies que crescem nas florestas de mangais da Malásia podem ser agrupadas em 5 classes com base em três variáveis: regime de maré, elevação e frequência de inundação (Tab.1).

Tabela 1: Classificação de Watson derivada do sistema de mangais na Malásia. Fonte: (Van Loon *et al.*,2016).

Classe	Regime da Maré	Elevação [m+marco]	Frequência de <u>inundações</u> [inund/mês]
1	Todas	<2.44	56-62
2	Medias	2.44-3.35	45-56
3	Normais	3.35-3.96	20-45
4	Altas	3.96-4.57	2-20
5	Equinócio	>4.57	<2

- ✓ As áreas da classe 1 são inundadas com muita frequência para que as espécies de mangais sobrevivam, resultando em lamas vazias de vegetação.
- ✓ Na classe 2, apenas espécies pioneiras, como *Avicenniasp* e *Sonneratiasp*. Podem se estabilizar.
- ✓ Classe 3 é a classe mais diversificada, com condições hidrológicas adequadas para grupos de espécies, incluindo *Rhizophorasp.*, *Ceriopssp.*, e *Bruguierasp.*
- ✓ A classe 4 é raramente inundada pelas marés e, portanto, permite que outros grupos de espécies entrem na composição da vegetação de mangais, ex.: *Lumnitzerasp.*, *Bruguierasp.* e *Acrosticumsp.*
- ✓ A classe mais alta, classe 5, que quase nunca é inundada, é adequada apenas para espécies de mangais como *Phoenix paludosa Roxb.*

Algumas desvantagens desta classificação foram identificadas para uma aplicação mais geral. A desvantagem mais importante é que a classificação de Watson é desenvolvida para regiões com um regime regular de maré e um perfil de elevação regular. Devido a um regime de maré irregular e a

microtopografia, as características de inundação de uma floresta de mangal apresentam variabilidade espacial muito maior do que o esperado (Van Loon *et al.*, 2016).

Portanto propõem-se algumas alterações à classificação original de Watson para torná-la mais adequada às marés e à elevação irregulares (Tab.2).

Tabela 2: Classificação hidrológica adaptada, incluindo grupos comuns de espécies de mangais do sudeste asiático. A elevação (em itálico) é incluída para características de inundação para regiões de mangal com regime regular de marés e perfil de elevação regular.

<b>Classe</b>	<b>Elevação [cm+NMM]</b>	<b>Duração da Inundação [min/dia]</b>	<b>Duração da Inundação [min/inundação]</b>	<b>Espécies</b>
<b>1</b>	<0	>800	>600	<i>Nenhuma</i>
<b>2</b>	0-50	400-800	450-600	<i>A.albaBlume, Sonneratiasp.</i>
<b>2*</b>	50-100	250-400	200-450	<i>Avicenniasp., Rhizophorasp., Bruguierasp.</i>
<b>3</b>	100-150	150-250	100-200	<i>Rhizophorasp., Ceriopssp., Bruguierasp.</i>
<b>4</b>	150-210	10-150	50-100	<i>Lumnitzerasp., Bruguierasp., Acrosticummaureum L.</i>
<b>5</b>	>210	<10	<50	<i>Ceriopssp., Phoenix paludosa Roxb.</i>

As mudanças mais importantes incluem:

- ✓ Divisão da classe 3 mais diversificada na classe 2 e na classe 3 para reflectir a maior sensibilidade das espécies de mangais às condições hidrológicas em torno da classe 3.
- ✓ Omitir a variável "regime de maré", porque é muito vago e não é útil em situações com marés irregulares;
- ✓ Usando "duração da inundação" em vez de "frequência de inundação", para aumentar a usabilidade em situações com perfis de elevação irregulares e marés irregulares;
- ✓ Introduzindo duas formas de medir a duração da inundação, porque descobriram que estes são ambos importantes para determinar a classe de vegetação correta.

Na Tabela 2a variável "elevação" ainda está envolvida, mas alguns autores não recomendam sua utilização e mencionam que a elevação só pode ser usada em regiões de mangais com regime

regular de maré e perfil de elevação regular, onde não podem ser feitas medidas de níveis de água e existirem medidas precisas de elevação (Guta, 2017).

A classificação apropriada da Tabela 2 até agora só foi usada em áreas de mangais naturais e não em projectos de restauração de mangais.

## Capítulo III: Metodologia

### 3.1. Área de Estudo

Ícidua localiza-se nas margens do Estuário dos Bons Sinais, na zona centro de Moçambique Distrito de Quelimane, Província da Zambézia. O clima da região de Quelimane é marcado por uma estação fria e seca (Abril a Outubro), e uma estação quente e húmida (Novembro a março). As temperaturas diurnas são em geral superiores a 30°C na estação quente, mas às vezes podem baixar até 20°C na estação fria. (INAHINA, 2000). E a temperatura mínima verifica-se no mês de Julho com 15.8 °C, máxima no mês de Novembro com 33 °C e média é 25.3 °C tem uma pluviosidade média anual de 1346 mm.

O mês mais seco é Setembro com 16 mm precipitação. O mês de Janeiro é o mês com maior precipitação, apresentando uma média de 251 mm. O mês mais quente do ano é Janeiro com uma temperatura média de 28.1 °C. Mês de Junho tem a temperatura média de 21.0°C, é a temperatura média mais baixa de todo o ano. A diferença entre o mês mais seco e o mês chuvoso é de 235mm.

A região é caracterizada por marés semi-diurnas com variações de 4.9m (INAHINA, 2018). As marés são responsáveis pela presença de água salobre que varia de 4PSU a 28 PSU nas épocas chuvosas e secas respectivamente (Mazile, 2015).

Ao seu redor a região apresenta espécies de *Avicennia marina* com alturas inferiores a 3m e uma distribuição menos densa. O solo da região é composto maioritariamente por argila.



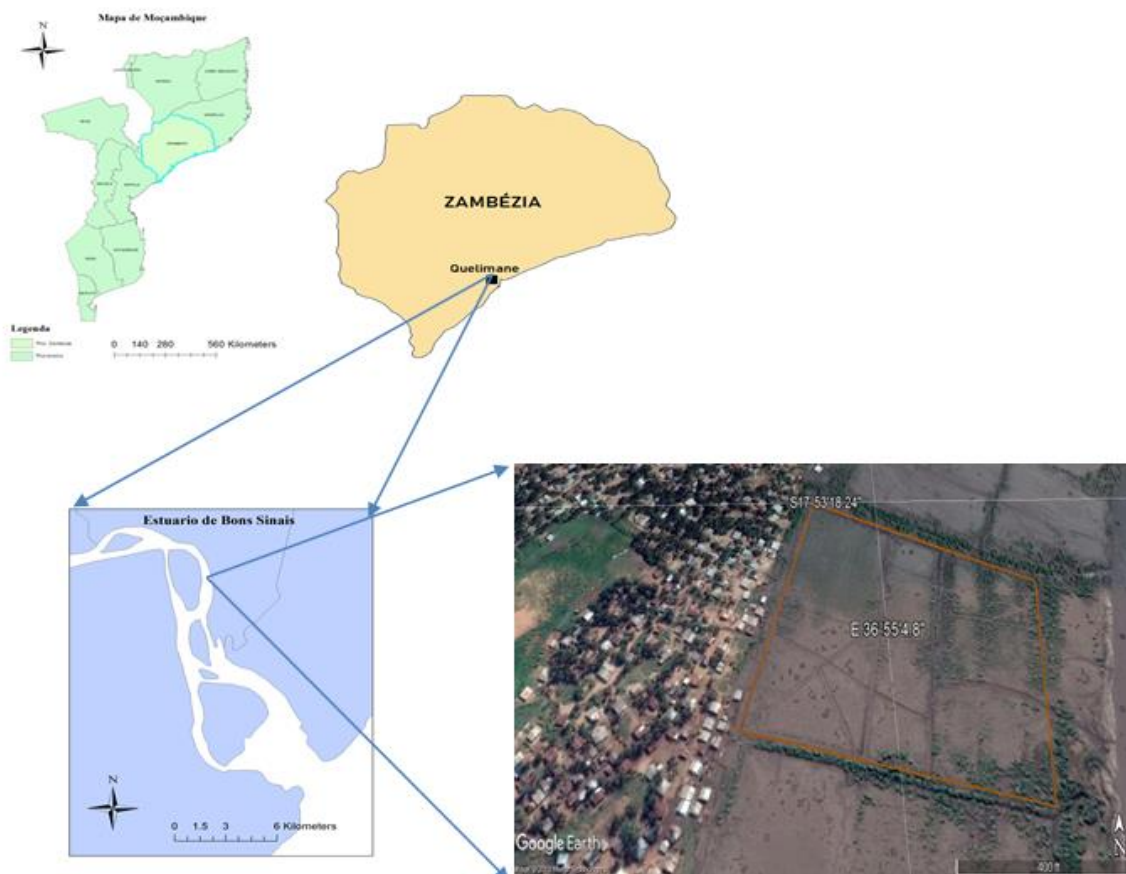


Figura 5: Área de estudo.

### 3.2. Material

Para o trabalho de campo foram usados os seguintes materiais:

**Tabela 3:** Materiais usados para colecta de dados

<b>Materiais:</b>	<b>Programas:</b>	<b>Outros:</b>
<b>Tripé e Teodolito;</b>	Folha de cálculo Microsoft Excel 2010	Tabela de Marés (INAHINA)
<b>Régua e fita métrica;</b>	Google Earth (ver.7.1.8.3036);	
<b>GPS;</b>	Programa Base Camp	
<b>Máquina fotográfica;</b>		
<b>Relógio</b>		

### 3.3.Método

Para a efectividade do presente trabalho foram obedecidas as seguintes etapas:

Revisão bibliográfica → Colheita de dados → Processamento

#### 3.3.1. Determinação da frequência de inundação observada no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018

Foi realizado o levantamento topográfico da área de restauração de mangal B até a ponte do bairro de Icidua, como ilustra a figura 6, a posterior foram feitas as transferências de cota da ponte ao marco de referência do nível do mar, em função dos dados de transferência de cotas realizado em 2015 pelo Guta.



Figura 6: Pontos de levantamento topográficos, campo de restauração de mangal B a ponte. Fonte: (Google Earth)

De acordo com a figura 7 que ilustra os seguintes instrumentos: Fita métrica; Tripé; Régua; Teodolito e GPS foram usados para obter a altura da superfície através do Teodolito e com auxílio de uma régua graduada de 3 metros e uma fita métrica de 50m foi feito a marcação dos pontos de levantamento topográfico com ajuda de GPS (Latitude e Longitude).

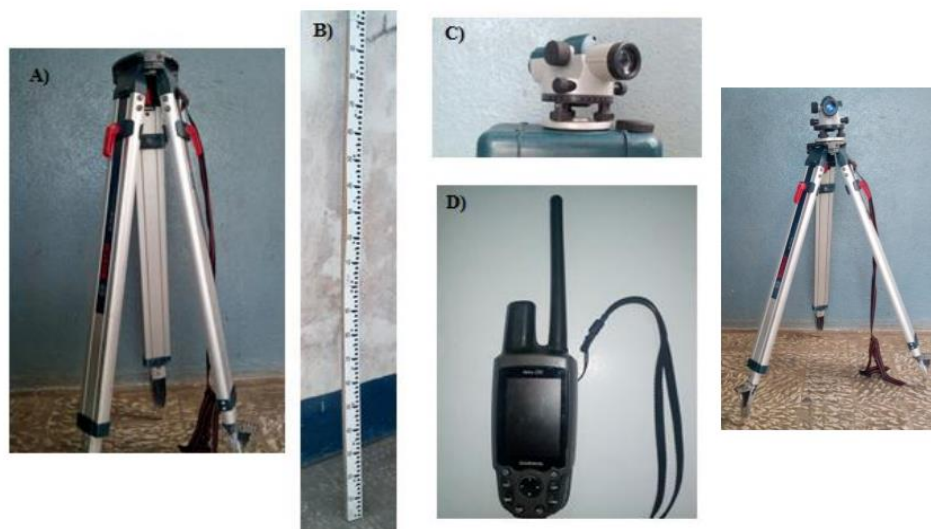


Figura 7: Instrumentos usados na colheita de cotas: A) tripé; B) Régua; C) Teodolito, Fita métrica e GPS. (fonte: Autor).

Para monitorar a inundação das marés no campo de restauração de mangal B no bairro de Icidua, foram aplicadas régua de 3 metros em quatro pontos diferente:

Tabela 4: Pontos de monitoramento de maré no campo de restauração de mangal B.

Pontos:	Observações ou características da área do estudo:
<b>R1</b>	Resultado negativo do reflorestamento de mangal e longe do canal
<b>R2</b>	Resultado Positivo do reflorestamento de mangal e longe do canal
<b>R3</b>	Reflorestamento de mangal negativo e próximo do canal
<b>R4</b>	Reflorestamento de mangal positivo e próximo do canal

A figura 8 ilustra os quatro pontos onde cada régua foi aplicada e monitorou-se o tempo em que a maré começa a inundar o campo, em a cada 10 minutos eram extraídos a elevação da maré em cada régua desde a enchente até o início da vazante.



Figura 8: Pontos de medições da maré, campo de restauração de mangal B. (Fonte: Autor).

Monitorou-se durante cinco dias as réguas no mesmo ponto, até o dia em que o campo parou de inundar e usou se dados da tábua de marés do porto de Quelimane do ano 2018 para determinar a frequência de inundação durante 12 meses.

Depois de colher os dados de elevação da maré e inundação foram comparado com os dados da tábua de maré e lançado no pacote estatístico Microsoft Excel 2010 onde realizou-se a contagem de número de vezes em que o nível de maré transcendeu a altura do solo, com a equação achou-se a média de inundação da maré no intervalo do mês de Janeiro a Dezembro por fim foram organizados e processados.

**Legenda:**

$$\bar{Fl} = \frac{H_1+H_2+H_3+\dots+H_n}{t} \quad (\text{Eq.1})$$

$\bar{Fl}$  – Média de frequência de inundação

$H_n$  – Número de frequência de inundações

t- Número de meses de inundação



### **3.3.2. Identificação do mês com longa frequência de inundação no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018;**

Para identificar o mês com longa frequência de inundação foram usados os dados de frequência de inundação mensal do mês de Janeiro a Dezembro de seguida foram processados em *microsoft excel* e identificado o mês com longa frequência de inundação e baixa frequência de inundação.

### **3.3.3. Identificação das espécies adequadas por cultivo segundo o esquema proposto por Van loon (2016);**

Para indicação das espécies adequadas por cultivo segundo o esquema proposto por Van loon foi escolhido o mês de Dezembro por ter igual número de inundação comparativamente com a média de frequência de inundação do intervalo de Janeiro a Dezembro e foi escolhido sete dias da maré viva.

Foi feito o somatório dos minutos de inundação por dia de seguida achou-se a média . Para minutos por inundação foi adicionado os minutos por inundação e achou-se a média, de acordo com a tabela 5 e 6.

Tabela 5: Inundações minutos por dia do campo de restauração de mangal B.

<b>Dias</b>	<b>Horas</b>	<b>minutos/ dia</b>
<b>8</b>	1:30	90
<b>9</b>	6	360
<b>10</b>	7	420
<b>11</b>	7	420
<b>12</b>	6:30	390
<b>13</b>	5:45	345
<b>14</b>	1:30	90

Tabela 6: Minutos por inundações do campo de restauração de mangal B.

<b>Dias</b>	<b>min/inundação</b>
<b>8</b>	90
<b>9</b>	150
<b>9</b>	210
<b>10</b>	150
<b>10</b>	270
<b>11</b>	165
<b>11</b>	255
<b>12</b>	180
<b>12</b>	210
<b>13</b>	165
<b>13</b>	180
<b>14</b>	90
	176.25

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Determinação da frequência de inundação observada no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018

De acordo com a Figura 9, para que a área em estudo inunde o nível mínimo de maré deve atingir uma altura mínima de 4,6m e altura máxima é de 5.7m tem como regimes de marés normais e a sua frequência mensal mínima é de 13 inundações, máxima é de 36 inundações e a sua média anual é de 26.4 inundações de acordo com a classificação de Watson citado por Van Loon *et al.* (2016), (Tabela1) a área em estudo pertence a terceira classe.

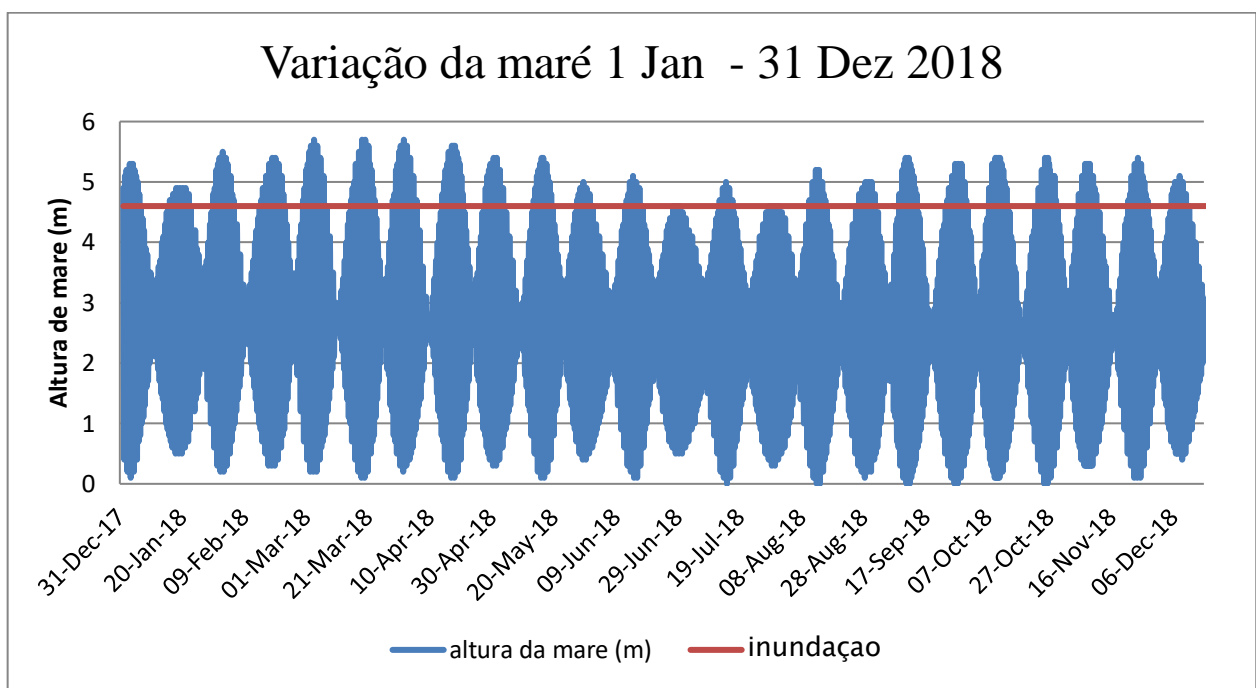


Figura 9: Frequência de inundação.

#### 4.1.2. Identificação do mês com longa frequência de inundação no campo de restauração de Mangais B no bairro de Icidua durante o mês de Janeiro a Dezembro do ano 2018;

De acordo com o gráfico 10 o mês de Março é o mês com longo período de inundação com máxima de 36 inundações, tendo-se verificado uma mínima de 13 inundações no mês de Julho.

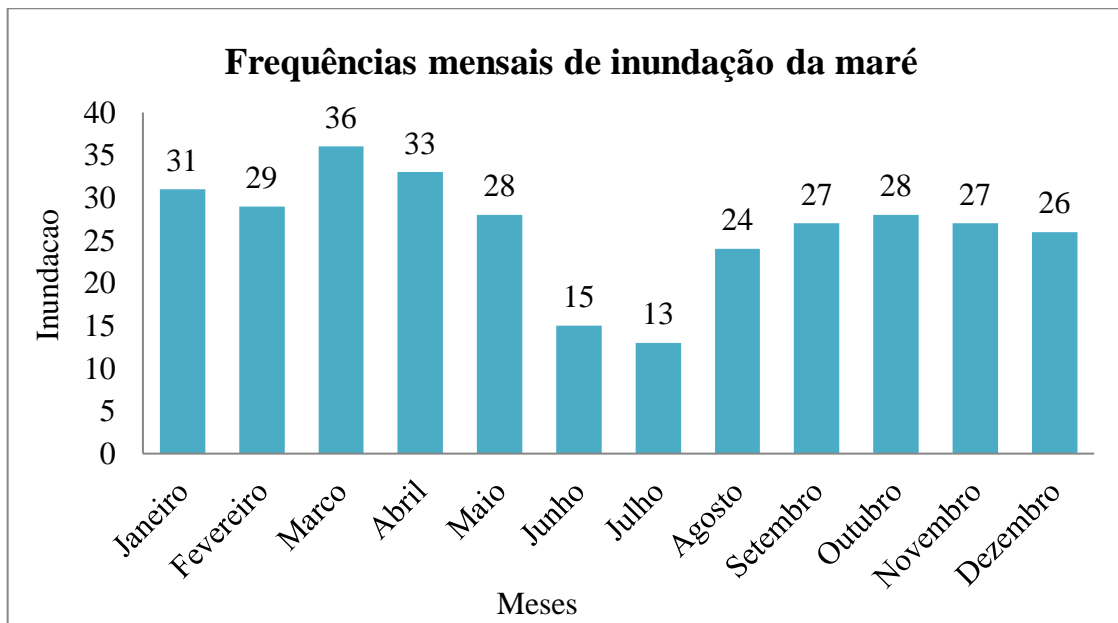


Figura 10: Frequência de inundações mensais do campo de restauração de mangal B.

#### 4.1.3. Identificação das espécies adequadas por cultivo segundo o esquema proposto por Van loon (2016);

Para indicação das espécies de acordo com o esquema proposto por Van loon como ilustra a tabela 7, na área em estudo verifica-se uma elevação de 303.6cm acima NMM, a duração da Inundação (min/dia) a sua média é de 302.14 minutos/dia e para (min/inundação) a sua média é de 176.25min/inundação. Na área em estudo os tipos de espécie adequadas por cultivo segundo o esquema proposto por Van loon (2016) são: *Avicennia sp.*, *Rhizophora sp.*, *Bruguiera sp.*, e *Ceriops sp.* Estas espécies fazem parte da classe 2\* e 3.

Tabela 7: Classificação hidrológica das espécies adequadas por cultivo na área de reflorestamento de mangal B no bairro de Icidua segundo o esquema proposto por Van loon (2016).

Regimes hidrológicos	Valor	Classe	Espécies
<b>Elevação [cm+NMM]</b>	303.6	5	Nenhuma
<b>Média de duração da Inundação [min/dia]</b>	302.14	2*	<i>Avicennia sp.</i> , <i>Rhizophora sp.</i> , <i>Bruguiera sp.</i>
<b>Média de duração da Inundação [min/inundação]</b>	176.25	3	<i>Rhizophora sp.</i> , <i>Ceriops sp.</i> , <i>Bruguiera sp.</i>



## 4.2. Discussão

Na área em estudo o tipo de maré que predomina é maré semidiurna, o mês com maior frequência de inundação é o mês de Março, tem atingido uma frequência de inundação de 36 (inundações/mês) e altura da maré com máxima de 5.7m neste mês do ano a terra encontra-se no equinócio e apresenta maior atração gravitacional quando a Terra está mais próximo do Sol ou da Lua (Perigeu), as variações na distância da Terra acabam por interferir na amplitude das marés, e o mês de Julho é o mês com baixa frequência de inundação com 13 (inundações/mês) e a sua altura máxima da maré é de 4.6m deve se por planeta terra nesta época do ano encontrar-se no afélio é o mês em que a terra esta mais distante do sol (Apogeu) tem menor velocidade de translação de toda sua orbita (Müller *et al*,s/d)

De acordo com o esquema proposto por Van loon (2016) os tipos de espécie adequadas por cultivo nas áreas com condições hidrológicas similares são: *Avicennia sp.*, *Rhizophora sp.*, *Bruguiera sp.*, e *Ceriops sp.* Estas espécies fazem parte da classe (2\* e 3).

Na área em estudo verifica-se somente plantas de *Avicennia sp.*, de acordo com a classificação, a duração de inundação por dia é favorável para o desenvolvimento de *Avicennia sp.*, mais a frequência de inundação e minuto por inundação apontam condições favorável para *Rhizophora sp.*, *Bruguiera sp.*, e *Ceriops sp.*, espécies estas que não são verificadas no campo.

Segundo Rey & Connelly (2002) são diversos ambientes de mangais, geralmente é difícil determinar os requisitos ecológicos gerais de diferentes espécies, estudos desenvolvido em uma área podem ser contraditórios por estudos igualmente precisos das mesmas espécies em uma área diferente.

Estas divergências de espécies são associados pelos diversos factores tendo como salinidade do solo, permeabilidade do solo e a climatologia da área em estudo comparativamente com Indonésia (Samarida - Região Este de Mahakam) e Sudoeste de Ásia (Can Gio em Vietnam) regiões onde foram desenvolvidas as classificações hidrológica de Watson, (1928) adaptada por Van Loon *et al.*, (2016).

A Classificação de Watson (tab.1) e Van Loon (tab.2) para o caso de campo de restauração de mangais do bairro de Icidua não são aplicáveis.

Os resultados por me obtido para a duração da inundação minutos por dia assemelham se com os resultados obtidos por Guta (2018) no seu estudo em campos de restauração de mangal A e

Sebastião (2019) no seu estudo em campo de restauração de mangal C ambos indicam a possibilidade de restauro por *Avicennia sp*, a frequência de inundações da maré nos campos de restauração de mangal A, B e C do bairro de Icidua são diferentes, oque se pode concluir que as marés não são factores limitante para o desenvolvimento das espécies naquele bairro.

## Capítulo V: Conclusões e Recomendações

### 5.1. Conclusões

Conclui-se que para a frequência de inundação da área de reflorestamento de mangais são influenciadas pelo regime de mares na qual pertencente a terceira classe da classificação hidrológica de Watson (tab.1), para que a área em foco inunde o nível mínimo de maré é de 4.6m, a sua média anual é de 26.4 inundações, atingido uma altura máxima de 5.7m, relativamente ao marco de referência do nível do mar tem como a sua elevação [m+marco] 303.6cm.

De acordo com o mês com maior frequência de inundações, conclui-se que o mês de Março é o mês com maior frequência de inundação com 36 inundações/mês.

Na área em estudo verifica-se somente plantas de *Avicennia sp.*, de acordo com a classificação, a duração de inundação por dia é favorável para o desenvolvimento de *Avicennia sp.*, mais a frequência de inundação e minuto por inundação não é favorável para adaptação das espécies, a classificação de Watson (tab.1) e Van Loon (tab.2) para o caso de campo de restauração de mangais do bairro de Icidua não são aplicáveis.

As inundações da maré nos campos de restauração de mangal A,B e C do bairro de Icidua são diferentes, o que se pode concluir que as marés não são factores limitante para o desenvolvimento das espécies naquele bairro.

### 5.2. Recomendações

Recomenda-se:

- ❖ Que se faça estudos similares em outras áreas de reflorestamentos de mangal nas zonas costeiras de Moçambique para avaliar se a classificação desenvolvida por Van loon é aplicável nas regiões com condições climatológicas diferente;
- ❖ Que os próximos estudos se faça uma análise climatológica, Salinidade do solo e permeabilidade do solo da área de reflorestamento de mangais B do bairro de Incidua para que se avalie influencia desses processos no cultivo das espécies de mangal, para uma ampla classificação hidrológica;
- ❖ Que se faça uma avaliação hidrológica no campo B nas áreas que respondem positivamente e negativamente o reflorestamento de mangal para identificar as causa ;

## Capítulo VI: Referências Bibliográficas

- ❖ Cardoso, P.E. (2017) Os mangais da Guiné-Bissau: Análise a 40anos de evolução da sua extensão. Faculdade de ciências. Universidade de Lisboa. Dissertação para Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental. Lisboa.
- ❖ Collischonn, B. (2006) Uso de precipitação estimada pelo satélite TRMM. Porto Alegre. Tese
- ❖ Costa, D. F. S. & Cestaro, L. A. (2010) Análise fitoecológica e distribuição da vegetação de mangue no estuário hipersalino apodi/mossoró (rn - brasil) Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN). Brazil.
- ❖ Daniel, C., & Leonardo, d. S. (2007) Introdução á Hidrologia. Brasil.
- ❖ Furaca, Noca B., Makcay, Fiana. Hogueane, António M. (2018) Change in estuarine associated land cover related to rapid urbanization of Quelimane town. Relatório técnico do projecto, Estuarize-WIO, Durban, S.A.
- ❖ Fruehauf, S. P. (2005) Rhyzophoramangle (mangue vermelho) em áreas contaminadas no manguezal na baixa santista. Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Brazil.
- ❖ Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., Duke, N. (2011) Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. United kingdom. *Global Ecology and Biogeography* 20:154-159. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x/abstract>.
- ❖ Guta, O. R. (2017) Mapeamento de áreas inundadas pela maré para auxiliar o reflorestamento de mangal em icidua, Quelimane, Zambézia. Monografia apresentada a Universidade Eduardo Mondlane. Quelimane.
- ❖ Groen, d. M. (1993). Rapid assessment technique for salt intrusion in alluvial estuaries.
- ❖ Hogueane, A. M. (2007) Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique. Revista de Gestão Costeira Integrada, 7(1), 69–82. <https://doi.org/10.5894/rgci11>.
- ❖ MACHADO, Frederico, Introdução a Oceanografia, Instituto Universitário dos Açores, 1979.

- ❖ Madi, A. P. L. M., Boeger, M. R. T. & Reissmann, C. B. (2015) Composição química do solo e das folhas e eficiência do uso de nutrientes por espécies de manguezal. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina grande PB, UAEEA/UFCG, disponível em:  
<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n5p433-438>.
- ❖ Muller M. A., Saraiva A., & Filho K. Movimento anual do Sol: estações do ano. [https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n29\\_Muller/aula1/aula1c](https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n29_Muller/aula1/aula1c)
- ❖ Nehama, F. P. J. (2004) Previsão de Marés na Estação Biológica de Inhaca. Monografia apresentada a Universidade Eduardo Mondlane. Maputo.
- ❖ Opincal, Luquita & Furaca, Noca B. (2016) Estudo de dinâmica do mangal no estuário Bons Sinais 2015 – 2015. Tese de Licenciatura, Universidade Eduardo Mondlane.
- ❖ Rey, J. R. & Connelly, C. R. (2002) Mangroves. University of Florida. Florida. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu>. Tese.
- ❖ Rodrigues, W., Urish D. W., Feller I. C., Wright R. M., (2009) Relationships between frequency of ground exposure and Forest cover in a mangrove Island ecosystem. Washington, D.C, U.S.A. Relatório técnico.
- ❖ Mariquele, Sebastião A.(2019) Avaliação das Condições Hidrológicas de Maré para a Restauração do Mangal - Caso do Campo de restauro de mangal C do Bairro de Icidua, Cidade de Quelimane. Monografia apresentada a Universidade Eduardo Mondlane. Quelimane.
- ❖ Tábua de mares de pesca do porto de Quelimane. Disponível em <http://tabuademares.com/af/Mozambique/quelimane>
- ❖ Van loon, A.F., Te Brake B., Van Huijgevoort, M.H.J., Dijkma R., (2016) Hydrological classification, a practical tool for mangrove restoration. Plosone11 (3): e0150302. Doi:10.1371/journal.pone.0150302.
- ❖ Watson J. G., (1928) Mangrove forests of the Malay Peninsula. 6. Fraser & Neave.  
Zide, A. & Rajkaran, A. (2014) Avaliação da biodiversidade do habitat crítico do riacho costeiro Nhangonzo. Relatório nr.1521646-13543-17, Elaborado por EOH Coastal and environmental services para Sasol Petroleum Temane, Sasol Exploration & Petroleum International Londres, Moçambique.

## Anexo1:

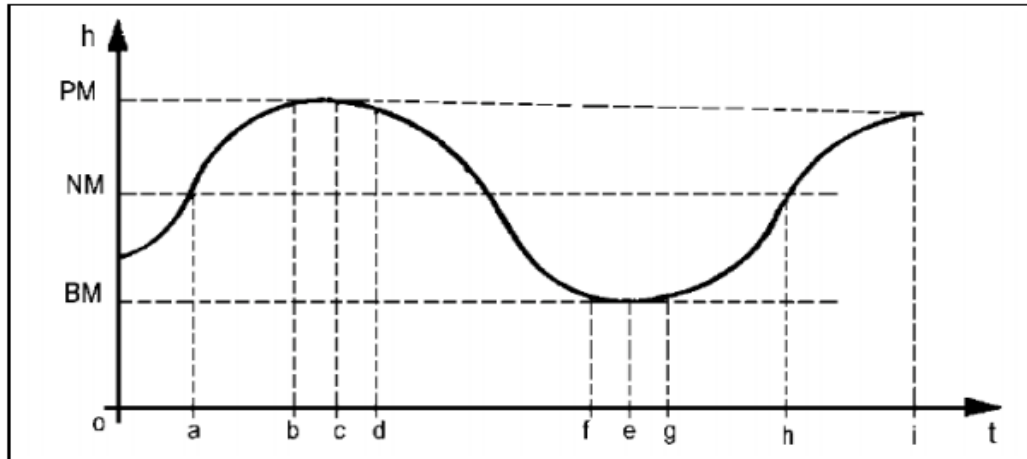


Figura 11: Elementos das Marés.

O movimento rítmico do nível das águas é função periódica do tempo e pode ser representado segundo dois eixos ortogonais, onde o eixo vertical indicará a altura da maré (h) e o eixo horizontal o instante em que ocorre aquela altura (t), como mostrado na figura.

A partir desta figura pode-se definir os elementos das marés:

**Preamar (PM):** maior alturas que alcançam as águas em uma oscilação; igual a  $h_{PM}$  e acontece nos instantes  $t_c$  e  $t_i$ .

**Baixa-mar (BM):** menor alturas que alcançam as águas em uma oscilação; igual a  $h_{BM}$  e ocorre no instante  $t_e$ .

**Amplitude da maré:** distância vertical entre uma PM e umas BM consecutivas igual a  $h_{PM} - h_{BM}$ .

**Enchente:** intervalo de tempo durante o qual o nível do mar se eleva; duração da enchente =  $t_i - t_e$ .

**Vazante:** período durante o qual o nível do mar baixa; duração da vazante =  $t_e - t_c$ .

**Estofa da maré:** período durante o nível do mar fica praticamente estacionado; pode ser estofa de enchente ( $t_d - t_b$ ) ou de vazante ( $t_g - t_f$ ).

**Ciclo da maré:** período de tempo entre um PM e BM que se lhe segue.

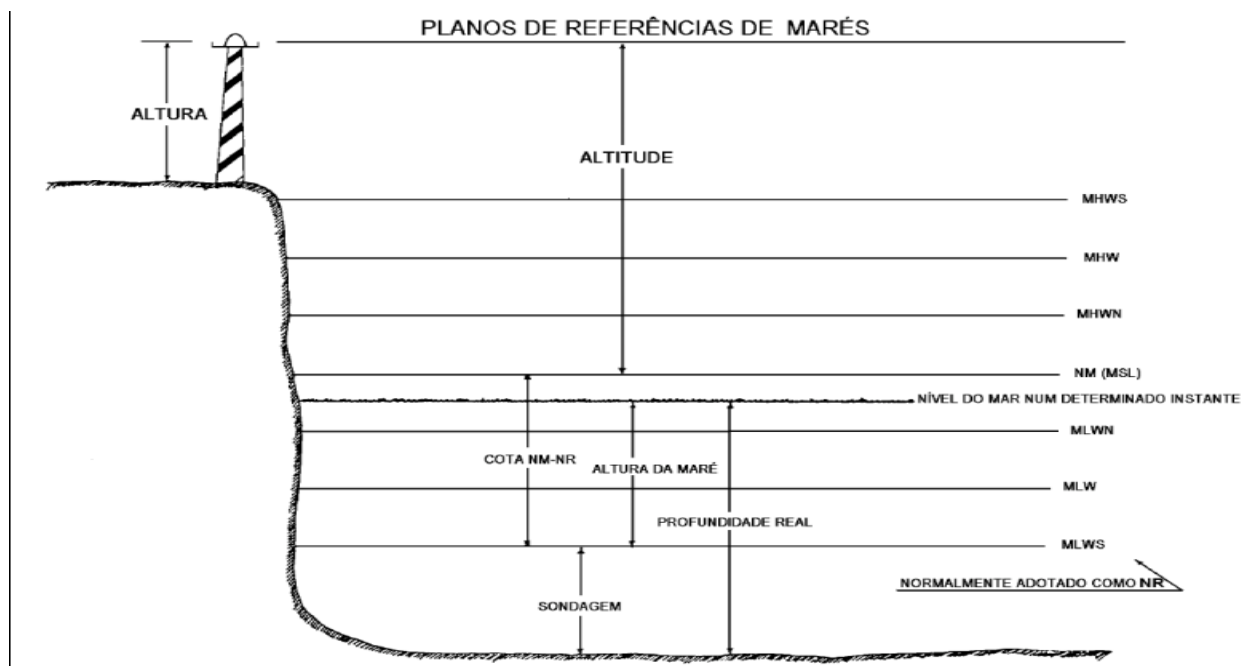


Figura 12: Plano de referências de Marés.

**Nível Médio do Mar (NM):** altura média da superfície do mar em todos os estágios de oscilação da maré, observados em um longo período de tempo (maior que 18.6 anos) e considerado como equivalente ao nível que existiria na ausência das forças geradoras das marés. O Nível Médio é normalmente adotado como plano de referência para a medida das altitudes (ver nível C na figura 2).

**Nível de Redução (NR):** nível a que são referidas as alturas das marés e as sondagens (profundidades representadas nas cartas náuticas). O Nível de Redução normalmente corresponde ao nível médio das baixa-mares de sizígia (MLWS). É um nível abaixo do qual o mar não desce senão raramente.

**MHWS** (“*MeanHighWaterSprings*”): média das PM de sizígia ou altura da PM média de sizígia. Altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas das PM de sizígia (ver nível A na figura 2).

**MHWN** (“*MeanHighWaterNeaps*”) – média das PM de quadratura ou altura da PM média de quadratura. Altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas das PM de quadratura (ver nível C na figura 2).

**MHW** (“*MeanHighWater*”) – Média das PM ou altura da PM média, isto é, altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas de todas as PM (ver nível B na figura 2).

**MLWN** (“*MeanLowWaterNeaps*”) – média das BM de quadratura ou altura da BM média de quadratura, isto é, altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas das BM de quadratura (ver nível F na figura 2).

**MLW** (“*MeanLowWater*”) – média das baixa – mares ou altura da BM média, isto é, altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas de todas as BM (ver nível G na figura 2).

**MLWS** (“*MeanLowWaterSprings*”) – média das BM de sizígia ou altura da BM média de sizígia, isto é, altura média, deduzida de uma longa série de observações, das alturas das BM de sizígia. (ver nível H na figura 2).

Profundidade real em um determinado instante (ou profundidade do local no instante considerado): soma da sondagem com a altura da maré no instante considerado.

Altitude – Distância vertical entre o ponto considerado e o Nível Médio do mar.

Altura de um objecto: distância vertical entre o seu topo e a sua base (ou o terreno que a circunda).

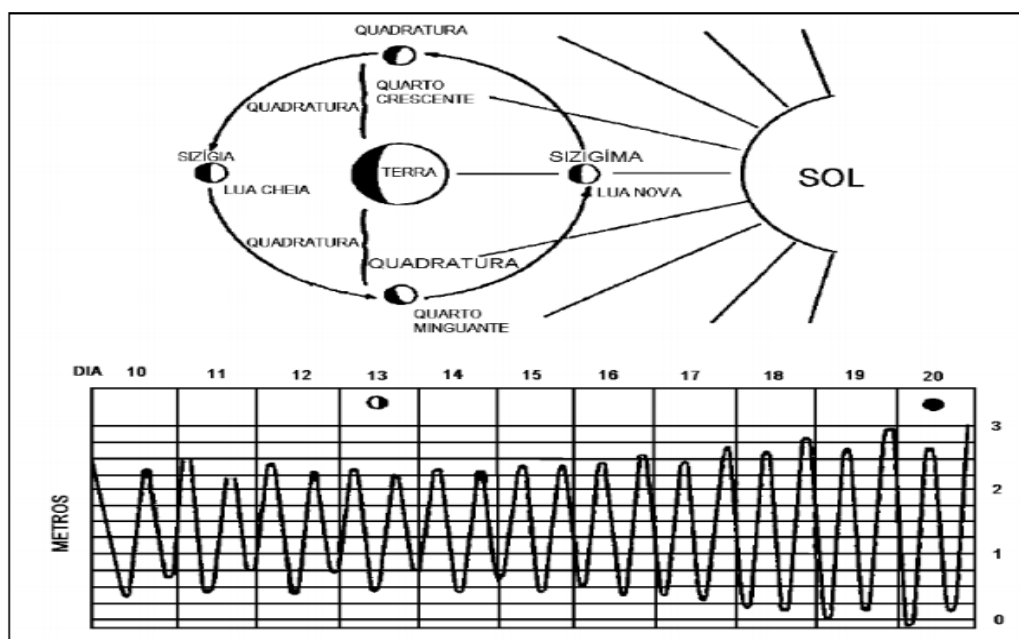


Figura 13: Marés de sizígia e marés de quadratura

As forças de atração da Lua e do Sol se somam duas vezes em cada lunação (intervalo de tempo entre duas conjunções ou oposições da lua, cujo valor, em dias médios, é 29,530588 dias). Isso



ocorre por ocasião da Lua cheia, produzindo marés de sizígia (ou de águas vivas), com preamares (PM) muito altas e baixa-mares (BM) muito baixas.

As forças de atracção do Sol e da Lua se opõem duas vezes em cada lunação, por ocasião do quarto crescente e do quarto minguante da Lua, produzindo marés de quadratura (ou de águas mortas), com preamares mais baixas e baixa-mares mais altas.

### **Anexo2:**

Tabela 8: Medição da maré

Início de Inundação	Fim de inundação	Area inundada em%	Régua 1(cm)	Régua 2(cm)	Régua 3(cm)	Régua 4(cm)	Altura de mare(m)	Duração da Inundação (min)
<b>15:25</b>	16:27	100	14	10	10		4.9	124
<b>15:35</b>	17:20	100	19	15	16	26	4.9	210
<b>16:14</b>	17:49	100	12	10	14	21	4.9	190
<b>4:58</b>	6:28	100	17	14	19	30	4.9	180
<b>5:30</b>	7:00	100	15	13	12	29	4.7	180

Tabela 9: Levantamento topográfico do campo até a ponte do bairro de Icidua.

Teod	Pontos da Régua A[cm]	Pontos da Régua B[cm]	Lat	Log	Diferença
1	192	109	17.88911	36.91696	83
2	164	140	17.88854	36.91652	24
3	128	156	17.88846	36.91654	-28
4	132	132	17.88796	36.91508	0
5	135	145	17.88874	36.91455	-10
6	136	164	17.88943	36.91397	-28
7	169	127	17.89023	36.91336	42
8	136	152	17.89095	36.91280	-16
9	135	132	17.99116	36.91212	3
10	159	164	17.89081	36.91122	-5
11	145	142	17.89030	36.91043	3
12	159	180	17.88980	36.90967	-21
13	130	155	17.88930	36.90887	-25
14	169	115	17.88880	36.90811	54
15	143	169	17.88830	36.90731	-26
16	121	144	17.88778	36.90654	-23
17	179	110	17.88726	36.90575	69
18	195	203	17.88678	36.90503	-8
<b>Diferença de P1 a P18</b>					<b>88</b>

### Anexo 3:



Figura 14: monitoramento da maré na área de Resultado negativo do reflorestamento de mangal.

Fonte: (Autor)



Figura 15: monitoramento da maré na área de Resultado Positivo do reflorestamento de mangal.

Fonte: (Autor)