

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CURSO DE CIÊNCIAS DO MAR E AMBIENTE  
ESPECIALIDADE: OCEANOGRAFIA E RECURSOS MARINHOS

LOURENÇO URINQUE MENDES

ANÁLISE DE VARIAÇÕES DE PARÂMETROS AMBIENTAIS NO ECOSISTEMA  
COSTEIRO DO RIO MANSOA

BISSAU, 2023

LOURENÇO URINQUE MENDES

ANÁLISE DE VARIAÇÕES DE PARÂMETROS AMBIENTAIS NO ECOSISTEMA  
COSTEIRO DO RIO MANSOA

Monografia apresentado no curso de ciências do mar e ambiente, Especialidade Oceanografia e Recursos Marinhos, consiste no trabalho de conclusão do curso que culminará com a licenciatura na especialidade acima referida na Universidade Lusófona da Guiné (ULG).

Orientadora: Msc. Arame Dieye

Co-Orientador: Msc. Francisco Gomes Wambar

Bissau, 2023

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

BANCA EXAMINADORA

**Orientadora:** \_\_\_\_\_

Msc. Arame Dieye

**Avaliador/a:** \_\_\_\_\_

**Avaliador/a:** \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, falecido Armando Urinque e Angelique Mendes pelo apoio moral e financeiro durante quatro anos de formação.

A Comissão Europeia e seus parceiros Universidade Lusófona da Guiné, Universidade Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, WAGENINGEN University Research, Instituto de Geografia e ordenamento do território, Institut de Recherche e Developpement.

Ao projecto Malmon-DeSIRA (FOOD/2019/412-700) “*Mangroves, mangrove rice and mangrove people: sustainable improving rice production, ecosystems and livelihoods*” na pessoa de coordenadora Marina Padrão Temudo, PhD + Habil (Agregação) pela concessão de bolsa de estudo de investigação científica no estuário do Rio Mansoa.

Agradeço a minha orientadora Doutoranda Arame Dieye pelo ensinamento e reforço de capacidade técnica na utilização dos aparelhos de medição dos parâmetros oceanográficos. Agradeço a Organização para a Defesa e Desenvolvimento das Zonas Húmidas (ODZH) na pessoa do Diretor Executivo Mestre Francisco Gomes Wambar pelo apoio no reforço de capacidade, materiais de consulta e rede internet.

Aos meus colegas bolseiros do projeto Malmon-DeSIRA e funcionários da (ODZH) de forma direta e indireta pelo apoio moral, os meus agradecimentos para os estudantes de Ciências do Mar e Ambiente de especialidade oceanografia e Recursos Marinhos pela partilha do conhecimento durante quatro anos de formação e todos os professores do curso pelo ensinamento.

Ao senhor Juvinal Santos Junior pelo apoio na realização de pesquisas na internet e partilha do conhecimento sobre métodos de pesquisa, inclusive conteúdos interessantes durante o curso.

## **RESUMO**

O objectivo deste estudo é analisar as variações sazonais dos parâmetros ambientais oceânicos no braço do rio Mansoa e descrever as características, tecnologias, instrumentação e princípio de funcionamento dos aparelhos da rede de marégrafos instalados no âmbito do projecto Malmon-DeSIRA na Guiné-Bissau, a fim de garantir a sua sustentabilidade. Ao fazê-lo, analisámos as características da maré, variações sazonais de temperatura, salinidade e condutividade no braço do rio Mansoa. Mostrámos que a amplitude da maré é de cerca de 1,4 m e que a maré é semi-diurna. Os resultados também mostraram um aumento do nível médio da água no braço do rio durante a estação das chuvas e uma diminuição durante a estação seca. Para a temperatura, há também um ligeiro aumento da temperatura da água durante os meses de Setembro, Outubro e Novembro e, durante o mesmo período, há também um aumento da salinidade no braço do rio Mansoa.

**Palavras-chaves:** Mansoa, nível da água, Salinidade, Temperatura, Variações sazonais.

## **ABSTRACT**

The objectives of this study are to analyse the seasonal variations of oceanic environmental parameters in the head of Mansoa River and to describe the characteristics, technologies, instrumentation and operating principle of the tide gauges network installed in the framework of the Malmon-DeSIRA Guinea-Bissau project in order to ensure their sustainability. To this end, we analysed the tidal characteristics, seasonal variations of temperature, salinity and conductivity in the head of Mansoa River. We showed that the tidal range is about 1.4 m and that the tide is semi-diurnal. The results also showed an increase in the average water level in the river during the wet season and a decrease during the dry season. For temperature, there is also a slight increase in water temperature during the months of September, October and November and during the same period, there is also an increase of salinity.

**Key words:** Mansoa, water level, salinity, temperature, seasonal variations

## **Epígrafe**

*O Progresso é uma narrativa diretamente proporcional ao empenho conjugado ao esforço despendido com vista alcance da mesma.*

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Rede de medição de parâmetros oceânicos do projeto Malmon ..... | 3  |
| Figura 2. Marégrafo (Ecolog 800) em Mansoa .....                          | 8  |
| Figura 3. foto OTT CTD .....  | 22 |
| Figura 4. foto Orpheus Mini .....   | 22 |
| Figura 5. foto Ecolog 800 3G .....  | 24 |
| Figura 6. Foto OTT RLS .....  | 25 |
| Figura 8. Variações do nível da água em Abril de 2021 em Mansoa.....      | 32 |
| Figura 9. Variações sazonais do nível da água em Mansoa .....             | 33 |
| Figura 10. Variações sazonais da temperatura da água em Mansoa .....      | 34 |
| Figura 11. Variações sazonais de salinidade em Mansoa.....                | 35 |
| Figura 12. Variações sazonais de condutividade em Mansoa .....            | 36 |

## **SIGLAS E ACRÓNOMOS**

**CTD** (Conductivity, Temperature and Depth)

**PNUD** (Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento)

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| AGRADECIMENTOS.....  | III       |
| RESUMO .....   | IV        |
| ABSTRACT.....  | V         |
| LISTA DE FIGURAS .....   | VII       |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3 OBJETIVOS.....</b>  | <b>5</b>  |
| 3.1 Objectivos gerais.....   | 5         |
| 3.2 Objectivos específicos.....                                      | 5         |
| <b>4 PROBLEMÁTICA.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>5 HIPÓTESE .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>6 METODOLOGIA E PROCESSAMENTO DE DADOS.....</b>                   | <b>8</b>  |
| <b>7 REFERENCIAL TEORICO.....</b>                                    | <b>9</b>  |
| 7.1 Fenómeno de marés.....   | 9         |
| <b>7.2 DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS E SEUS IMPACTOS .....</b> | <b>11</b> |
| 7.2.1 Nível do mar.....  | 11        |
| 7.2.2 Temperatura .....  | 13        |
| 7.2.3 Salinidade .....   | 15        |
| 7.2.4 Condutividade .....  | 17        |
| <b>8 CARATERIZAÇÃO DE ÁREA DE ESTUDO E MATERIAIS UTILIZADOS.....</b> | <b>18</b> |
| <b>9 DESCRIÇÃO DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS MARÉGRAFICOS .....</b>     | <b>20</b> |
| 9.1 Marégrafos do tipo sensor de pressão .....                       | 20        |
| 9.2 Marégrafos de bóia.....  | 20        |
| 9.3 Marégrafos digitais.....   | 20        |
| 9.4 Marégrafos radar .....   | 20        |
| 9.5 Escalas de maré .....  | 20        |
| 9.6 Características do tipo sensor de pressão .....                  | 20        |
| 9.7 Ott CTD.....   | 20        |
| 9.8 Orpheus Mini .....   | 22        |
| 9.9 OTT Ecolog 800 (3G).....   | 23        |
| 9.10 Maregrafos do tipo Radar (OTT RLS).....                         | 24        |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| 10.2        | Maregrafos do tipo radar .....                                    | 27        |
| 10.3        | Instrumentação (leitura de dados).....                            | 28        |
| 10.3.1      | Leitura de dados de marégrafos de tipo sensores de pressão .....  | 28        |
| 10.3.2      | Leitura de dados de marégrafos de tipo radar .....                | 29        |
| <b>10.4</b> | <b>COMPARAÇÃO ENTRE MARÉGRAFOS TIPO SENSOR DE PRESSÃO E RADAR</b> |           |
|             | 30  |           |
| 10.4.1      | Maregrafos do tipo sensor de pressão .....                        | 30        |
| 10.4.2      | Maregrafos do tipo radar .....                                    | 30        |
| <b>11</b>   | <b>RESULTADOS</b> .....   | <b>31</b> |
| 11.1        | Parâmetros ambientais marinhos.....                               | 31        |
| <b>12</b>   | <b>DISCUSSÃO</b> .....  | <b>37</b> |
| <b>13</b>   | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | <b>39</b> |
| <b>14</b>   | <b>PERSPECTIVAS</b> .....   | <b>40</b> |
| <b>15</b>   | <b>RECOMENDAÇÕES</b> .....  | <b>41</b> |
| <b>16</b>   | <b>REFERENCIAS</b> .....  | <b>42</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

As alterações climáticas são fatos incontestáveis demonstradas cientificamente (PNUD, 2007 *apud* GOMES, 2009). Nas últimas três décadas essa problemática tem chamado atenção devido às variações do nível do mar que está sendo observado nas diferentes regiões do globo e em particular na África Ocidental onde uma parte significativa da produção agrícola ocorre nos ecossistemas do mangal, área muito baixa da zona costeira.

Mediante este fato, o sistema de agricultura-aquicultura-pecuária, exclusivo da África Ocidental, requerer atualmente a capacidade de mobilizar conhecimentos especializados (para construção e manutenção de diques e barragens, para gestão da água, controle da fertilidade e toxicidade do solo e seleção de variedades do arroz) para lidar com consequências decorrentes de mudanças climáticas e minimizar os seus impactos na agricultura (HAHN, 2020).

Segundo a literatura, o nível global do mar subiu 3,1 mm/ano +/- 0,4 (DIENG *et. al.*, 2017) nas últimas três décadas e na África Ocidental 3,31 mm/ano (DIEYE *et al*, 2019). Estas variações são devidas a diferentes fatores: à escala global devido ao aquecimento dos oceanos, ao derretimento das geleiras nos pólos norte e sul e à variabilidade climática global, como a El Niño Southern Oscillation (ENSO); à escala regional e local podem ser devidas a efeitos tectónicos, geofísicos (anomalia geóide), trocas entre águas terrestres e oceânicas, fatores oceanográficos (correntes e marés), fatores meteorológicos (ventos e pressão atmosférica) ou descargas fluviais (DIENG *et. al.*, 2017).

Na Guiné-Bissau, o impacto da subida do nível do mar é atualmente muito perceptível com o aumento da frequência e intensidade das submersões marinhas na zona costeira. Mas, este fenómeno não é bem estudado de ponto de vista científico, embora tenha consequências muito negativas para a agricultura, que é um setor socio-económico muito importante no país. Neste sentido, o projeto Malmon-DeSIRA visa criar um Sistema de Alerta Precoce (SAP) contra inundações nos campos de arroz para uma revitalização sustentável do setor.

Este SAP será baseado na observação da maré, que parece ser o processo astronômico físico dominante na zona costeira, mas também outros parâmetros tais como salinidade, temperatura e condutividade de forma a fazer uma análise mais aprofundada da variação do nível do mar e dos seus impactos na agricultura.

No âmbito do projeto MALMON-DeSIRA "*Mangroves, mangrove rice and mangrove people – sustainably improving rice production, ecosystems and livelihoods*" financiado pela Comissão Europeia, foi concedidas bolsas de estudos aos estudantes da ULG, Faculdades de Ciências e Tecnologias, curso de ciências do mar e ambiente, em particular na especialidade oceanografia e Recursos Marinhos. Este estudo faz parte dessas bolsas, mas focalizado para analisar tecnologias, características, princípios de operação e instrumentação dos sistemas de medição da variação do nível do mar e para analisar a variação sazonal dos parâmetros físicos ambientais no Rio Mansoa.

Para isso foi instalada uma rede densa e de altíssima precisão na medição das variações do nível do mar, salinidade, temperatura e condutividade da água do mar. Esta rede de medição é composta por onze (11) medidores de maré do tipo sensor de pressão que medem as variações do nível do mar diretamente e três (03) medidores de maré do tipo radar que medem as variações do nível do mar indiretamente. Com efeito, o principal objetivo desta rede de monitorização do nível do mar é estabelecer um sistema de alerta precoce para inundações consequentes das marés muito altas e tempestades.

De facto, uma grande parte dos arrozais da Guiné-Bissau está fortemente ameaçada pela subida do nível do mar e estão cada vez mais expostos a cheias devido às marés de amplitudes invulgares (como as observadas durante a estação das chuvas de 2015 e 2017). Estas submersões marinhas, cujo período de ocorrência aumenta ano a ano neste contexto de alterações climáticas, conduzem à salinização dos solos e das águas e tornam-nos gradualmente inadequados para a agricultura e em alguns casos forçam algumas famílias a abandonar suas áreas de lavouras e comunidades levando assim ao aumento do êxodo rural (JUST, 2010).

Assim, foi estalado marégrafos em diferentes pontos da região costeira de Guiné-Bissau (como Bissau, Oio, Cacheu, Tombali, Bubaque nos Bijagós) para a compreensão deste fenómeno. (figura:1).

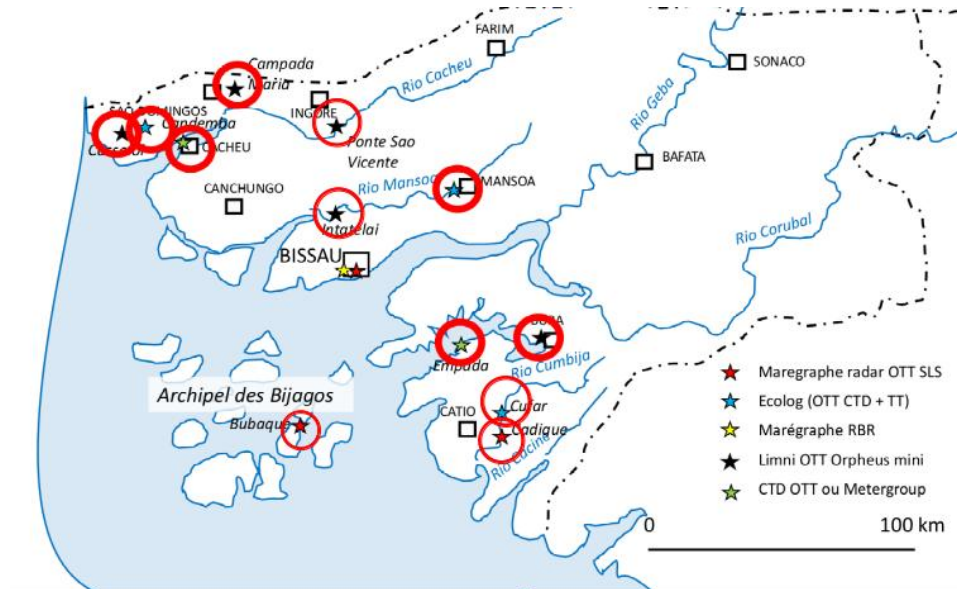


Figura 1. Rede de medição de parâmetros oceânicos do projeto Malmon

Fonte: <https://pt.mapsofworld.com>

## **2 JUSTIFICATIVA**

Este estudo é importante porque contribuirá para a melhoria dos conhecimentos sobre as variações dos parâmetros oceânicos, tais como altura da água, salinidade e temperatura. Contribuirá também para avaliação da subida do nível do mar na Guiné-Bissau, um fenómeno que foi muito pouco estudado cientificamente apesar das suas consequências negativas, tais como a perda de terras cultiváveis devido à salinização, a redução dos recursos de água doce devido à salinização do lençol freático, o que geralmente aumenta o risco de conflitos de utilização, mas também à deslocação de certas populações, como já acontece no norte do país.

### **3 OBJETIVOS**

#### 3.1 Objectivos gerais

- Analisar as variações sazonais dos parâmetros ambientais costeiros marinhos (nível do mar, temperatura, salinidade e condutividade).
- Descrever os dispositivos de rede de marégrafos do projecto Malmon para garantir a sua perenidade.

#### 3.2 Objectivos específicos

- Analisar as variações sazonais do nível do mar no Rio Mansoa.
- Analisar as variações sazonais de temperatura no Rio Mansoa.
- Analisar as variações sazonais de salinidade e condutividade no Rio Mansoa.
- Analisar tecnologias, características, princípios de operação e instrumentação dos marégrafos do projecto Malmon.

#### **4 PROBLEMÁTICA**

As variações de parâmetros ambientais costeiros e marinhos são muito pouco estudadas na Guiné-Bissau. As suas consequências podem afetar a vida dos organismos que habitam esses meios e em alguns casos afetar a vida das populações que vivem e desenvolvem atividades agrícolas perto do rio. Podem resultar nas inundações e uma alteração nas condições ambientais destas zonas húmidas pela salinização dos solos.

Em Mansoa, os impactos de subida do nível do mar e as variações de salinidade e temperatura na bacia são ainda desconhecidas. Assim, este estudo será uma primeira resposta a este problema. De facto, as inundações devidas às alterações súbitas do nível do mar já têm um impacto negativo na região costeira do rio Mansoa onde na sua porção a montante algumas comunidades não conseguem realizar atividades de rizicultura devido à inundação das águas pluviais, devido à obstrução dos canais por causa da sedimentação.

Obstruções dos canais podem estar relacionadas com os dois fatores tais como fraca força da elevação do nível do mar e de correntes pluviais para transportar sedimentos oriundos de diversos fatores do intemperismo e ações antrópicas. Todo conjunto desses fatores torna-se fundamental para compreender a sua influência no sistema marinho da bacia do rio Mansoa.

Que impactos são produzidas pela variação dos parâmetros ambientais marinhos no sector agrícola em Mansoa?

## **5 HIPÓTESE**

No estuário do rio Mansoa o avanço do nível do mar refletida na salinização dos solos e destruição de diques de cintura é a principal causa de diminuição da agricultura dos solos de mangal na zona costeira.

## 6 METODOLOGIA E PROCESSAMENTO DE DADOS

As séries temporais do nível do mar, temperatura e condutividade são coletadas na estação do braço do rio Mansoa. As coordenadas da estação são 15° 19 '09" W e 12° 03' 09"N. O sensor de pressão de tipo OTT Ecolog 800 3G foi utilizado. OTT ECOLOG 800 consiste em três componentes principais: unidade de comunicação, cabo da sonda de pressão e sonda de pressão com registrador de dados, sendo inserido num tubo em contato com superfície da água do rio. Foram coletados os registros de dados de 26 de março de 2021 a 11 de janeiro de 2022, num total de 11 meses.



*Figura 2. Marégrafo (Ecolog 800) em Mansoa*

Fonte: autor

Os dados foram extraídos através do software de configuração do Programa Operacional OTT Water Logger, com conexão do cabeçote de leitura USB OTT IrDA-Link a uma porta USB no PC. O software de configuração exibe os sensores disponíveis e o tempo de leitura possível. Com apertar no botão "Ler" - o software de configuração copia as medições do OTT ecoLog 800 (3G) para o PC. Os dados estão localizados no diretório de dados brutos do software de configuração e foram exportados em diferentes formatos para aplicativos externos: CSV – arquivo de texto estruturado no formato CSV (Comma-Separated Values) e Excel – planilha do Microsoft Excel.

A salinidade foi então calculada com os dados de temperatura e condutividade recolhidos. De facto, de acordo com Noblet (2012) e Descroix (2020), a salinidade é calculada da seguinte forma:

$$S = (0,72 \times C - 3,06) \times (1 + 0,02 (T - 25)) \quad (1)$$

Onde, S é salinidade em psu; C é condutividade (mS/cm) e T é a temperatura em °C.

## 7 REFERENCIAL TEORICO

### 7.1 Fenómeno de marés

As marés são oscilações periódicas do nível do mar resultantes da força centrífuga do sistema Terra-Lua e um sistema de forças gravitacionais geradas pela atração entre o Sol, a Lua e a Terra (RIBEIRO, 2014). O efeito de maré é uma das perturbações que pode afetar significativamente zonas costeiras e determinadas zonas húmidas com potencial agrícola (SAMPAIO, 2009). Esse fluxo e refluxo são vitais para a vida marinha nessas regiões e são separados por períodos de calma, sem correntes (SOARES, 2019).

O movimento periódico que obedece a força do campo gravitacional no sistema Terra-Sol-Lua pode provocar variação do nível do mar na zona costeira e consequente inundação de zonas húmidas causando alterações hidrológicas e solos (PUGH, 1987 *apud* RIBEIRO, 2014). A maré meteorológica pode também ser responsável pelo aumento ou diminuição do nível do mar num dado local, se os registos da sua amplitude são maiores do que aqueles previstos, o que implica a intrusão de água do mar em zonas húmidas, que pode favorecer as situações extremas a ocorrência de ondas com grande poder destrutivo que se quebram ao longo da praia (MARONE e CAMARGO, 1993).

Os movimentos de maré são afetados pelo atrito do assoalho costeiro, as ilhas barreiras, a restinga. A forma e tamanho das bacias dos rios acentuam ou diminuem vários componentes das forças geradoras de maré. Inundações devido às marés altas ou tempestades têm sido um dos principais fatores de insucesso produtivo agrícola em zonas húmidas costeiras (MARSHALL e REINERT 1990; SIDLE *et. al.*, 1992; BAYARD e ELPHICK 2011 *apud* PRADO, 2022). Na maré alta há uma elevação do nível do mar que gera corrente de enchente para o interior do estuário, aumentando a salinidade do mesmo e, por conseguinte, o estresse salino afetam o crescimento da flora e sua capacidade fotossintética (SANTOS, 2013). Os fluxos dos rios através dos estuários desempenham papel significativo na distribuição local de nutrientes, introduzindo diferentes formas de nitrogênio orgânico e inorgânico na zona eufótica em áreas de plataforma continental (METZLER *et. al.*, 1997 *apud* SANTOS, 2013).

Devido aos efeitos da crosta terrestre somado com efeitos da atração entre Lua, Sol e a Terra, a restrição das águas nos seus reservatórios oceânicos, produz variações na ocorrência de marés diária com diferentes intervalos de tempos no mesmo local, podem ser divididas em marés diurnas, semidiurnas e mistas.

As marés diurnas constitui um padrão de ocorrência uma preamar e uma baixa-mar por dia lunar, as marés semidiurnas ocorre duas preamares e duas baixa-mares e marés mistas é a diferença entre duas preamares e duas baixa-mares consecutivas, sendo preamar é maior altura alcançada pelas águas em elevação de maré e baixa-mar é menor altura alcançada pelas águas em declinação de maré (MIGUENS, 1996 *apud* CALADO, 2019).

A posição relativa do sistema Lua-Terra-Sol produz amplitudes de marés diferentes devido ao movimento da terra, declinação da Lua e do Sol, quando a Lua, a terra e o Sol estão alinhados às forças de atração somam-se gerando marés altas (preamares) e marés baixas (baixa-mares). Esse alinhamento acontece duas vezes por mês na fase de Lua nova e Lua cheia produzindo as marés de sizígia, ou seja, maior amplitude de marés. (MCCORMICK e THIRUVATHUKAL, 1981; MIGUENS, 1996 *apud* CALADO, 2019).

Quando a Lua, Terra e Sol formam um ângulo de 90° entre si na fase de quarto crescente e quarto minguante da Lua as forças de atração do Sol e da Lua produz marés de quadratura, ou seja, menor amplitude de marés (MCCORMICK e THIRUVATHUKAL, 1981; MIGUENS 1996 *apud* CALADO, 2019).

O conhecimento das variações das alturas do nível do mar é importante do ponto de vista de engenharia porque afeta dinâmica costeira e transporte de sedimentos, influência na escolha das cotas de implantação de estruturas portuárias e de proteção costeira (PICKERING, 2012 *apud* COELHO, 2016).

Nos estuários ocorrem oscilações harmônicas provenientes das forças astronômicas a onda de maré sofre oscilações harmônicas de curto período provenientes da morfologia estuarina. A convergência das margens do estuário faz com que a onda de maré seja comprimida, o que produz aumento de amplitude.

O avanço do estuário no a montante, o atrito do fundo dissipa energia de onda de maré contribuindo na redução de amplitude (DIER, 2000 *apud* COELHO, 2016). Os movimentos horizontais associados aos ciclos de maré no estuário são denominados correntes de maré. Essas correntes são condicionadas pela morfologia do sistema estuarino, pela profundidade local e pela vorticidade relativa devido ao atrito com o fundo. (COELHO, 2016).

## 7.2 DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS E SEUS IMPACTOS

### 7.2.1 Nível do mar

O termo sobre elevação do nível do mar ou "*storm surge*" refere-se à subida temporária do nível do mar resultante da existência de condições meteorológicas anômalas, nomeadamente de variações no campo da pressão atmosférica e/ou da ação de ventos fortes e prolongados (DIAS e TABORDA, 1992). De acordo com o relatório do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (IPCC, 2018), as atividades humanas já provocaram um aumento global médio da temperatura de aproximadamente 1° C e devem provocar um aumento de 1,5°C entre os anos de 2030 e 2052 (CALADO, 2019). Para encontrar padrões dessas mudanças foram desenvolvidas técnicas de monitoramento pontuais e regionais utilizando marégrafos, sensores flutuantes (NASA, 2018 e GGOS, 2018 *apud* CALADO *et. al.*, 2019).

Nas zonas costeiras, o monitoramento do nível do mar tem se tornado cada vez mais importante para prever e alertar riscos de inundações e tsunamis, e também para determinar os impactos do aumento, ou declínio, do nível do mar nas populações costeiras e no ecossistema local (MARCOS *et. al.*, 2019 *apud* CALADO *et. al.*, 2019).

As consequências da elevação do nível do mar no século XXI têm afetado as infraestruturas, os ecossistemas costeiros e as vidas das pessoas no mundo, de maneira que o nível médio dos mares serve como um indicador do impacto social (CALADO *et. al.*, 2019), as mudanças do nível do mar despertaram o interesse da população atual, assim como o derretimento do gelo que ocorrem nos pólos afetando o clima e consequente subida do nível do mar (HAHN, 2020).

Dois processos primários que contribuem para a subida do nível do mar são a expansão térmica com o aumento no volume de água como resultado da absorção de calor e a transferência de terras para o oceano (HOUGHTON *et. al.*, 2001 *apud* GOMES, 2009), o aumento de emissão de gases de efeito estufa no planeta consequente das ações das sociedades humanas e que resulta num fenômeno de aquecimento global, com um conjunto de impacto, dentre as quais as alterações dos padrões regionais de precipitação, alterações de zonas agrícolas (GOMES, 2009).

Os relatórios (IPCC in COSTA, 2007 *apud* GOMES, 2009) do IPCC conclui que os impactos serão maioritariamente negativos provocarão severos alagamentos de zonas húmidas, aumento da erosão costeira, intensificação das inundações, aumento da salinidade

dos rios e lençóis freáticos fato que já está sendo observada em muitas partes do mundo inclusive no litoral Oeste África, uma região onde grande partes de comunidades humanas dependem da rizicultura do arroz para sobreviverem.

Já os fatores meteorológicos ligados ao estado local do tempo e à propagação da agitação marítima, a ondulação e o vento colaboram para o acúmulo das águas, o que no a montante provoca elevação do nível do mar ou declínio quando os ventos sopram na terra para o mar. (NETO, 2009). A pressão atmosférica provoca uma subida do nível do mar nas zonas de baixa pressão e descida em zonas de alta pressão que se associa ao desequilíbrio hidrostático da coluna da água e atmosfera face às áreas circundantes. Na ocorrência desordenada de pressões nas grandes imediações tal como as tempestades, o efeito de pressão pode contribuir na elevação do nível do mar (MESQUITA, 2003 *apud* NETO, 2009). Os fatores astronômicos também influenciam o nível do mar em escala temporal.

Na região costeira da Guiné-Bissau, a rede maregráfica instalada em diferentes localidades no país permitiu acessibilidade de dados via aplicativo externo CSV, possibilitando um conjunto de análises sobre a variação do nível do mar (ANTUNES, 2010). O diretório de dados brutos no software de configuração permitiu a análise de dados em tempo real e que estão sendo usados para estudo de variação do nível do mar na Guiné-Bissau.

O processamento de dados em tempo real é usado para avaliar num certo intervalo do tempo, elevação do nível do mar causado pelas passagens de depressões atmosféricas e consequentes riscos naturais, nomeadamente, erosão costeira, inundação e destruição de infraestruturas na zona costeira (ANTUNES, 2010). Diversos estudos efetuados recentemente demonstram que a taxa de subida do nível do mar (NM) tem tendência crescente (JEVREJEVA *et. al.*, 2014 *apud* MADEIRA e ANTUNES, 2018). Dada à situação de galgamentos, erosão, inundação costeira torna-se necessária aplicação de um conjunto de medidas que visam a monitorização do nível do mar (MADEIRA e ANTUNES, 2018).

A taxa de aumento global do nível do mar no século XXI é cerca de 3,7mm/ano. Com o aumento da temperatura global e eventos extremos com maior frequência tais como precipitação e ciclones (IPCC, 2021 *apud* PRADO, 2022). Os riscos de alagamentos causados pelo aumento do nível do mar em zonas costeiras devido ao aquecimento global ameaçam seriamente atividades agrícolas. A maré alta desencadeada pela variação de tempestade tem sido uma das principais causas de insucesso agrícola devido a intrusão salina que foi confirmada nas últimas décadas porque se verificou que a variação do nível do mar apresenta amplitudes

elevadas com aumento da erosão costeira verificadas a nível global que são atribuídas a elevação do nível do mar (DIAS e TABORDA, 1988).

### 7.2.2 Temperatura

É uma grandeza que está relacionada com a intensidade de calor, transferido por radiação, condução ou convecção (entre o corpo d'água, a atmosfera e o solo). A temperatura é o parâmetro mais influenciado pela sazonalidade, devido à localização e às estações do ano (JUST, 2010). O aumento da temperatura média global no século passado foi de 1°C, as áreas mais vulneráveis são zonas costeiras, pântanos, lagos e zonas húmidas, ainda indica que as temperaturas médias globais podem aumentar entre 1 e 3,5°C até 2100. (IPPC, 2007 *apud* GOMES, 2009). Os impactos de variação sazonal de temperatura poderá vir afetar a distribuição de recursos hídricos ou produção agrícola em zonas húmidas. Atualmente a temperatura média da superfície da terra sofreu um aumento de 0,6°C desde o início do século XXI. Esse aumento de temperatura pode resultar em insolação e erupções vulcânicas decorrentes na crosta terrestre. A emissão de radiação infravermelha pela crosta pode provocar aumento da temperatura na atmosfera influenciando a distribuição sazonal de precipitação (DESSAI e TRIGO, 2001).

A temperatura das águas estuarinas em função das condições meteorológicas constitui um fator controlador nos processos bioquímicos dos organismos, e na solubilidade dos gases na coluna da água. As trocas gasosas entre águas pluviais e marinhas produzem variações de temperatura no estuário induzidas pelo vento e correntes de maré (CUNHA, 1982 *apud* SANTOS, 2013).

As consequências do aumento da temperatura já provocaram o desequilíbrio ecológico nas regiões costeiras, o derretimento das placas de gelo no polo norte e sul e inundações em zonas costeiras abaixo do nível do mar (GOMES, 2009). Espécies inteiras de animais marinhos e peixes estão sob risco de extinção com o aumento da temperatura e eles unicamente não conseguem resistir às alterações das condições ambientais que determinam o desenvolvimento dos organismos no ambiente marinho (ONG GREEN PEACE *apud* NETO, 2009).

As correntes marinhas comprometem as temperaturas e salinidade por meio do efeito geostrofico, elevando localmente o nível das águas (NETO, 2009). A temperatura das águas em zonas húmidas varia em função das condições meteorológicas e da profundidade, constituindo um fator limitante da flora e fauna, controla o processo bioquímico dos

organismos e a solubilidade do oxigênio na coluna da água. As águas superficiais em zonas húmidas são aquecidas pela radiação solar que pode resultar no processo de evaporação acentuada e, conseqüente aumento da densidade e a concentração do sal, uma das razões, do abandono de atividades agrícola do solo do mangal (PAES, *et al*, 2018).

A temperatura da água é também um parâmetro de grande importância para o desenvolvimento do cultivo de arroz, pois afeta os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nas plantas do arroz, a sua variação funciona como resposta ao processo de troca de calor entre a superfície da água e a atmosfera. (COSTA, 2007). As temperaturas altas são prejudiciais às raízes e o caule, as baixas temperaturas diminuem a viscosidade da água e a velocidade de absorção das raízes das plantas do arroz (COSTA, 2007).

O calor absorvido pelas águas no estuário provém da radiação solar, as águas estuarinas são aquecidas *in situ*, mas trocas de calor são processadas através do fluxo da água salgada que penetra no ambiente estuário na preamar e pela descarga da água doce do rio (LIRA, *et. al.*, 1978).

As variações de temperatura no estuário são induzidas pela precipitação pluviométrica, fluxo da água doce e ressurgência da água salgada na bacia do Rio Mansoa (LIRA, *et. al.*, 1978).

IPCC apresentou dados de variações de temperatura do último século que indicam uma mudança considerável e rápida em várias partes do planeta, ainda indica que os resultados de pesquisa apresentados por várias instituições de pesquisa ao redor do mundo apontam um aumento gradual na temperatura da terra. O mesmo relatório avisa um aumento da temperatura média global da crosta terrestre de 0,3 °C a 4,8 °C até o fim deste século, dados projetados a partir dos anos de 1986 a 2005 (IPCC, 2013 *apud* GOMES, 2009).

Também são esperadas temperaturas extremas, tanto de frio quanto de calor na maioria das áreas do planeta, podendo também haver um aumento de ondas de calor com duração prolongada em algumas localidades, assim como ondas de frio extremo em pontos do globo durante o inverno. Além disso, os dados apontam para um aumento na acidificação dos oceanos, o que configura uma ameaça à biodiversidade, interrupção no ciclo global e disponibilidade de água doce em diversas localidades, devido a alterações nos índices de precipitação, o que causaria mudanças ecológicas substanciais em escala global (IPCC 2013 *apud* Neill *et al.* 2017).

O sexto relatório (IPCC, 2021) apontou que entre os anos 2081 e 2100 poderá haver um aumento global de temperatura até 5,7 °C em relação ao período entre 1850 a 1900, sendo

um cenário crítico de emissões de gases do efeito estufa mais elevadas. Já que o outro cenário apontou baixo nível de emissões de gases, a temperatura poderá atingir os valores de 1,0 a 1,8 °C. O relatório indica intensificação de precipitações com maior frequência com aquecimento global. (PRADO, 2022). Em escala global, projecta-se que eventos extremos diários de precipitação se intensifiquem em cerca de 7% para 1°C de aquecimento global (PRADO, 2022).

### 7.2.3 Salinidade

A salinização é o acúmulo de sais, geralmente, dominado pelo cloreto de sódio no solo e na água, a níveis que podem afetar sociedades humanas, ao exemplo de abastecimento hídrico na agricultura, e recursos naturais, como plantas, animais, entre outros. Os rios se constituem em depósitos naturais de sais, que são arrastados pelas correntes pluviais da superfície terrestre até os pontos mais baixos do relevo, acumulando-se progressivamente e constituindo elementos da dinâmica costeira. As inundações periódicas pelas águas do mar, devido ao fenômeno de marés altas, constituem a principal fonte de sais em áreas de cota baixa (COSTA, 2007).

A salinidade de terras aráveis é um problema crescente na Guiné-Bissau, principalmente, nas regiões de árido e semi-árido onde a precipitação de chuvas é insuficiente para lixiviar os sais presentes na zona radicular e, esse é um fator que reduz, significativamente, a produção agrícola. (COSTA, 2007). O estresse salino afeta a maioria dos processos, assim como o crescimento das plantas, relações de água, a fotossíntese e reposição de sais minerais (COSTA, 2007).

A salinização dos solos apresenta impactos ambientais e socioeconômicos, visto que reduz a produção agrícola, causando geralmente o abandono da área afetada, podendo levar prejuízos à economia de escala comunitária a regional (MELO *et. al.*, 2008).

Os problemas de salinização em solos aráveis são conhecidos há muito tempo, mas sua magnitude e intensidade têm aumentado nos últimos 30 anos, resultando na expansão alarmante da área de solos degradados por salinidade, os efeitos da salinidade nos solos podem afetar adversamente o balanço ecológico de uma área, ao exemplo da zona costeira de Guiné- Bissau, onde avanço do nível do mar vem provocando a substituição das espécies de plantas e animais nos solos inundados pelas águas do mar nesse cenário de transgressão do nível do mar global ( SANTOS, 2013).

Dentre os impactos oriundos da consequência de salinização dos solos pode-se citar: baixa produtividade agrícola, altos custos de produção, aumento do escoamento superficial;

pequena recarga dos aquíferos; balanço ecológico; piora nos índices de saúde pública; dentre outros (RIBEIRO *et. al.*, 2009).

Mudanças de salinidade influenciam diretamente a densidade das águas oceânicas. Uma diminuição da densidade da água implica em um aumento do seu nível que pode, por sua vez, equilibrar as pressões hidrostáticas com as regiões adjacentes (KALIL, 1999). Variações ligadas ao ciclo hidrológico provocam a subida e descida das águas em respostas às anomalias gravimétricas (PIRAZOLLI, 1986 *apud* NETO, 2009).

A degradação do solo afeta diretamente a produção agrícola e o ambiente, causa instabilidade social e política, reduz a área de remanescentes florestais, acelera a exploração de terras marginais e frágeis aumento a poluição dos mananciais e emissão de gases que provocam efeito estufa.

A atividade agrícola pode estar na origem de degradação do ambiente, perda de biodiversidade e poluição de zonas húmidas devido ao uso de fertilizantes e pesticidas nas lavouras. (FAO, 2011 *apud* PRETROTTE *et. al.*, 2015)

Sendo problema ambiental a elevada concentração dos sais no solo causa perdas significativas para agricultura mundial em particular na Guiné-Bissau, inviabiliza a exploração de novas áreas de cultivo. (FLOWERS, 2004; MUNNS *et. al.*, 2006 *apud* PETROTTE *et. al.*, 2015). As regiões com baixa precipitação reduz a atividade bioclimática, menor grau de intemperização, drenagem deficiente e a utilização de água má qualidade conduzem a formação de solos com alta concentração de sais. (HOLANDA *et. al.*, 2007 *apud* PETROTTE *et. al.*, 2015).

Oscilação sul (ENOS) é um fenómeno que interfere nas circulações atmosféricas causando anomalias nos registos de principais parâmetros físico-químicos, nomeadamente salinidade, temperatura, nível do mar e condutividade no estuário. Salinidade no estuário afecta directamente flora e fauna, afecta potenciais usos humanos do corpo da água, afecta a solubilidade dos gases no estuário (SILVA, 2017). Os solos estuarinos apresentam quantidades variáveis de sais solúveis em água, com menor e maior quantidade carregados pelas correntes da água do rio (SILVA, 2017).

Sais podem ser encontrados no solo na forma de íons absorvidos às partículas do solo e na forma de sal precipitado. A salinização de um solo pode ocorrer quando possui material com influência de sedimentos como é o caso dos solos das aluviões (SILVA, 2017). A salinidade ocorre em geral em solos situados em zonas baixas como sendo zonas de concentração

das águas pluviais provenientes do escoamento superficial e subterrâneo, a baixa precipitação pluviométrica favorece o aumento de salinização nos solos (SILVA, 2017).

#### 7.2.4 Condutividade

A Condutividade Elétrica é a medida da facilidade de uma água conduzir a corrente elétrica e está diretamente ligada com o teor de sais dissolvidos sob a forma de íons (SANTOS 2008 *apud* LUIZ e SILVA, 2013). A condutividade elétrica indica o nível de solubilidade de sais ou outros compostos no ambiente aquático, fornecendo informações sobre as condições do sistema desde a disponibilidade de nutrientes até possíveis fontes poluidoras (PITTOL, 2010 *apud* SCHEER, 2015,). A concentração elevada de sais solúveis pode afetar seriamente o desenvolvimento e a produção de arroz no solo do mangal. A medida que a concentração de sais aumenta na solução do solo de mangal pode reduzir o potencial osmótico, razão pela qual as plantas de arroz requerem maior quantidade de energia na absorção de água e sais minerais (FERREIRA, 2007 *apud* SILVA, *et. al.*, 2012).

O estresse hídrico pode comprometer o desenvolvimento de plantas, os efeitos imediatos da salinidade sobre a plantação do arroz são a seca fisiológica, resultante do decréscimo do potencial osmótico no solo; a concentração de íons pode provocar o desequilíbrio nutricional impedindo absorção de outros nutrientes, a concentração elevada de certos íons podem provocar efeitos tóxicos sobre plantação. (FERREIRA, 2007 *apud* SILVA, *et. al.*, 2012).

A qualidade da água no solo de mangal é influenciada pela variação sazonal, pelo efeito da diluição dos sais pela recarga pluviométrica, efeito de evaporação acentuada entre outros fatores podem provocar a propagação da solubilidade dos sais na zona húmida e consequente aumento de densidade das águas (ANDRADE, *et. al.*, 2012).

## 8 CARACTERIZAÇÃO DE ÁREA DE ESTUDO E MATERIAIS UTILIZADOS

O estuário do rio Mansôa fica situado a 61,8 km de capital Bissau, apresenta características ecológicas importantes pela sua enorme biodiversidades composta pela sua variedade de flora e fauna aquática dependentes das suas condições ambientais, em particular das marés, que pela primeira vez foram objeto de estudo científico para avaliar os seus efeitos na agricultura em face aumento do nível do mar consequente das mudanças climáticas reconhecidas globalmente.

Os marégrafos, ou indicadores de maré, se originaram da proposta de Moray, datada de 1665, de usar um poço, tubo vertical no qual uma bóia, ou flutuador, se move para cima e para baixo à medida que o nível de água no seu interior varia, para medir as mudanças no nível do mar (CALADO, 2019 P.22).

Os marégrafos são as fontes de medições históricas do nível do mar com precisão. Os registros obtidos nas estações maregráficas têm sido tradicionalmente usados para avaliar o nível do mar para fins de navegação, para estudar e prever marés em um determinado local. Na Geodésia é utilizado para definir o nível médio do mar na definição do Datum de Sistemas Verticais de Referência Clássicos (CALADO *et. al.*, 2019 p.53-54).

Assim, os marégrafos são as principais fontes de observações costeiras do nível do mar, fornecendo medições pontuais no local do marégrafo em relação a uma referência fixa na superfície física da Terra, ou seja, propiciando o nível relativo do mar (CHELTON e ENFIELD, 1986 *apud* CALADO *et. al.*, 2019).

No projecto Malmon-DeSira temos principalmente quatro tipos de marégrafos:

- O registrador de águas subterrâneas OTT ecoLog 800 (3G) é usado para medir e registrar com precisão o nível, a temperatura da água e a condutividade elétrica específica nas águas subterrâneas e transmitir esses valores medidos via rede de telefonia móvel GSM. Além disso, com base na condutividade específica, o OTT ecoLog 800 (3G) determina a salinidade, bem como o valor de TDS (Total Dissolved Solids).

- O registrador de águas subterrâneas OTT Orpheus Mini é usado para medir e registrar com precisão o nível e a temperatura da água nas águas subterrâneas. Para determinar o nível de água, uma sonda determina a pressão hidrostática da coluna de água através de uma célula de medição de pressão relativa.

- O registrador de dados de águas subterrâneas OTT CTD fornece medição e registro precisos dos níveis e temperaturas das águas subterrâneas, bem como a condutividade elétrica específica das águas subterrâneas. O OTT CTD também calcula a salinidade e um valor TDS (Total Dissolved Solids) com base na condutividade específica. A sonda de pressão usa a pressão hidrostática da coluna de água acima de uma célula de medição de pressão relativa para determinar o nível de água.

- O sensor de radar OTT RLS é usado para medição sem contato dos níveis de água da superfície. A OTT fornece dois modelos de sensores de radar: modelo CE ou modelo FCC. Ambos os modelos apresentam o mesmo design geral.

Os marégrafos medem as mudanças do nível do mar na posição relativa entre a crosta e a superfície do oceano. Essas medições são influenciadas por vários fenômenos consequente de movimentos verticais da crosta terrestre afetando marégrafos, as tecnologias geodésicas como GPS e DORIS, fazem medições com maior precisão possibilitando a separação de movimentos da crosta terrestre com variações geocêntricas do nível do mar. (BLEWITT *et. al.*, 2010; WÖPPELMANN e MARCOS, 2016 *apud* CALADO, 2019).

Os medidores de radar são os que oferecem mais vantagens, facilidade de instalação e manutenção, não exigindo fixações extensas em uma parede do porto ou píer. Ao contrário dos sistemas acústicos, as medições por radar não são afetadas por gradiente de temperatura ou temperatura vertical.

Os medidores de radar tornaram-se uma opção econômica para as estações de nível do mar, porém com algumas ressalvas. Uma das suas desvantagens inclui sua exposição potencial a danos durante grandes tempestades e tsunamis, ou que fragmentos flutuantes ou barcos possam passar sob o feixe, resultando em falsas medições. (WOODWORTH *et. al.*, 2015 *apud* CALADO, 2019).

## **9 DESCRIÇÃO DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS MARÉGRAFICOS**

### **9.1 Marégrafos do tipo sensor de pressão**

Servem para medir variações em águas profundas, em alto-mar. Seu funcionamento consiste no registro da quantidade de coluna d'água que está acima dele e na variação dessa coluna. Ficam presos ao fundo de estuários em plataformas rígidas que evitam o movimento do aparelho.

### **9.2 Marégrafos de bóia**

Possuem um flutuador preso a um cabo ou a uma fita de aço que transmite o movimento decorrente da variação de nível de água, acoplado a um sistema que mobiliza um marcador do gráfico de papel em movimento.

### **9.3 Marégrafos digitais**

Marégrafos digitais, desenvolvidos mais recentemente, são medidores de nível de marés e consistem em uma régua montada em módulos onde ficam os sensores e uma unidade de controle. Os dados armazenados podem ser transferidos para um aparelho coletor de dados ou diretamente para um microcomputador, por meio de placa modem e linha telefônica, fazendo com que possam ser obtidos online.

### **9.4 Marégrafos radar**

Marégrafos de radar e de laser (emerso), cujo nível de água é medido, respectivamente, através da propagação de um sinal acústico ou um raio laser ao longo de um tubo ou poço.

### **9.5 Escalas de maré**

Réguas graduadas que se fixam verticalmente na costa e permitem a leitura do nível de maré ao longo do tempo.

### **9.6 Características do tipo sensor de pressão**

Para sensores de pressão, temos três tipos na rede de marégrafos do projecto Malmon: OTT CTD, Orpheus mini e Ecolog 800 3G.

### **9.7 Ott CTD**

O OTT CTD é um datalogger profissional para medição de nível de água, temperatura e condutividade. Além disso, também pode produzir salinidade e TDS (total de sólidos

dissolvidos). O CTD salva todas as medições no buffer de anel integrado e não volátil de 4 MB (aprox. 500.000 valores).

#### Características / Benefícios

- Para verificações ambientais em águas subterrâneas e superficiais.
- Corrosão e água salgada material de carcaça resistente.
- Condutividade de 4 eletrodos célula de medição.
- Software conveniente para todas etapas operacionais importantes.
- Pode ser equipado para controle remoto transferência com OTT ITC sem fiação adicional.
- Instalação simples em observação de poços de vaçao de 1".

#### Parâmetros

Parâmetros nível/pressão da água, temperatura, condutividade.

#### Dimensão

- Memória de dados Infravermelho (IrDA) 4MB/aprox. 500.000 valores.
- Dimensões da unidade de comunicação valores 400 mm x 22 mm (L x Ø) 317 mm x 22 mm (L x Ø).

#### Sensibilidade

Intervalo de sondagem/armazenamento 5 segundos ... 24 horas.

#### Campos de Leitura

- Medição do nível de água Alcance 0 ... 4 m, 0 ... 10 m, 0 ... 20 m, 0 ... 40 m, 0 ... 100 m, 0,001 m, 0,1 cm, 0,01 pés, 0,1 pol;
- Medição de temperatura Alcance  $-25^{\circ}\text{C}$  ...  $+70^{\circ}\text{C}$  ;
- Medição de condutividade Alcance 0,001 ... 2,000 mS/cm 0,001 mS/cm.

#### Erros de medição

Precisão (linearidade + histerese)  $\pm 0,05\%$  FS, Precisão  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ , Precisão  $\pm 0,5\%$  das medidas. valor (mín.  $\pm 0,001$  mS/cm).



*Figura 3. foto OTT CTD*  
(fonte: [www.ott.com](http://www.ott.com))

## 9.8 Orpheus Mini

### Características / Benefícios

- Pressão cerâmica capacitiva célula;
- Robusta, precisa e com estabilidade a longo prazo;
- Qualidade, resistente à água salgada, carcaça de aço inoxidável;
- Baixo consumo de energia;
- Troca rápida de bateria sem ferramentas;
- A sonda permanece na água;
- Fácil instalação;
- Adaptador placas para poços de 1“;
- Transferência remota via GSM/SMS/ GPRS com OTT ITC.



*Figura 4. foto Orpheus Mini*  
(fonte: [www.ott.com](http://www.ott.com))

### Parâmetros

O registrador de águas subterrâneas OTT Orpheus Mini é usado para medir e registrar com precisão o nível e a temperatura da água nas águas subterrâneas.

### Dimensão

Unidade de comunicação L x Ø 400mm x 22mm, Sonda de pressão L x Ø 195mm x 22mm, Comprimento do sistema (inclui unidade de comunicação/ comprimento do cabo da sonda de pressão) 1,5 a 200m  $\pm 1\%$   $\pm 5$ cm.

#### Campos de leitura

- Coluna de água 0 a 4 m (0 a 0,4 bar), Coluna de água 0 a 10 m (0 a 1 bar), Coluna de água 0 a 20m (0 a 2 bar), Coluna de água 0 a 40m (0 a 4 bar), Coluna de água 0 a 100 m (0 a 10 bar).
- Temperatura Faixa de medição – 25°C a +70°C.

#### Erros de medição

Precisão (linearidade + histerese) Estabilidade a longo prazo (linearidade + histerese) Ponto 0  $\pm 0,05\%FS$   $\pm 0,1\%/a$   $\pm 0,1\%FS$ . Precisão 0,1°C (calibração: 0,01°C)  $\pm 0,5^\circ C$  (calibração:  $\pm 0,1^\circ C$ )°C°F Valores limite EMC.

#### 9.9 OTT Ecolog 800 (3G)

O registrador de águas subterrâneas OTT ecoLog 800 (3G) é usado para medir e registrar com precisão o nível, a temperatura da água e a condutividade elétrica específica nas águas subterrâneas e transmitir esses valores medidos via rede de telefonia móvel GSM. Além disso, com base na condutividade específica, o OTT ecoLog 800 (3G) determina a salinidade, bem como o valor de TDS (Total Dissolved Solids).

#### Parâmetros

- Nível de água;
- Temperatura da água;
- Condutividade eléctrica;
- Salinidade e valor de TDS (Total Dissolved Solids).

#### Dimensão

- Unidade de comunicação L x Ø 520mm x 50mm;
- Sonda de pressão L x Ø 317 mm x 22 mm;
- Comprimento do sistema (comprimento do cabo incluindo unidade de comunicação/sensor de pressão 2 a 200m  $\pm 1\%$   $\pm 5cm$ ).

#### Campos de leitura

Coluna de água 0 a 4 m (0 a 0,4 bar); Coluna de água 0 a 10 m (0 a 1 bar); Coluna de água 0 a 20m (0 a 2 bar); Coluna de água 0 a 40m (0 a 4 bar); Coluna de água 0 a 100 m (0 a 10 bar).

#### Erros de medição

Precisão (linearidade + histerese) Estabilidade a longo prazo (linearidade + histerese) Ponto 0  $\pm 0,05\%FS$  ;  $\pm 0,1\%/a$   $\pm 0,1\%FS$ .



*Figura 5. foto Ecolog 800 3G*

(fonte: [www.ott.com](http://www.ott.com))

#### 9.10 Maregrafos do tipo Radar (OTT RLS)

O sensor de radar OTT RLS é usado para medição sem contato dos níveis de água da superfície.

Parâmetros

Nível de água.

Dimensão

Dimensões L x L x A ; 222 mm x 152 mm x 190 mm · 8,74" x 5,98" x 7,48".

Sensibilidade

Intervalo de sondagem/armazenamento 5 segundos ... 24 horas.

Campos de leitura

Distância OTT RLS – superfície da água e de 0,4 a 35m.

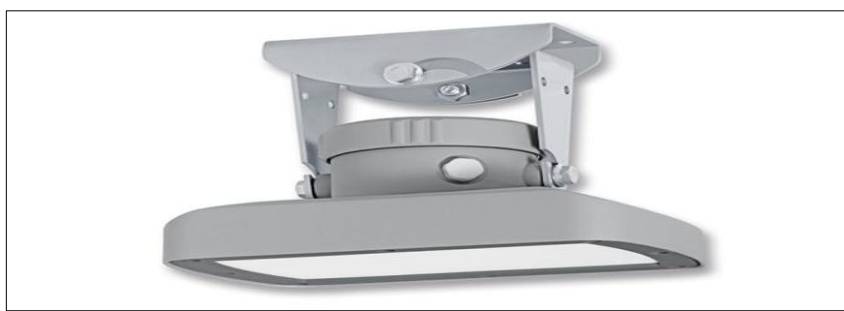
Erros de medição

O erro de medição para interface SDI-12 (SDI-12) é de 10mm para 1 a 2m; 3 mm para 2 a 30m e 10mm para 30 a 35m.

Vantagens

- Carcaça leve e compacta;
- Montagem giratória fácil de girar;
- Alinhamento fácil da placa frontal (lado da antena);
- O sensor está longe da água, tornando a instalação mais segura para alcançar;
- A influência das ondas é compensada matematicamente;
- Não há necessidade de uso de estruturas;
- Interfaces padrão para comunicação com registradores de dados e outros dispositivos periféricos (interface SDI-12 e RS-485 mais saída de sinal de 4 - 20 mA);
- Consumo de energia extremamente baixa;
- Pode ser facilmente usado em locais remotos;
- Dados de diagnóstico para QA/QC, incluindo relação sinal-ruído, número de alvos detectados e número de medições concluídas;

- Medição sem contato;
- Ideal para medição de inundação;
- Antena plana significa que a infestação de insectos e aranhas não é um problema;
- Design compacto e sólido;
- Longa vida útil do sensor com manutenção mínima;
- Interface RS-485;
- Permite um comprimento de cabo de conexão de até 1.000 m, permitindo que o registrador de dados e a fonte de alimentação fiquem mais distantes;
- Ampla faixa de alimentação de 5,4 - 28 V (normalmente 12 / 24 V);
- Permite diferentes fontes de alimentação, como painel solar, bateria ou rede.



*Figura 6. Foto OTT RLS*  
*fonte: [www.ott.com](http://www.ott.com)*

#### Precauções a ter durante a instalação

Possíveis locais de montagem são, por exemplo, pontes e construções auxiliares diretamente acima da seção do curso d'água a ser medida. A distância mínima entre a borda inferior do sensor e a superfície da água deve ser de 0,4 m 1,3 pés (área morta na qual nenhuma medição utilizável é possível). Selecione um ponto de montagem alto o suficiente para que a medição seja possível mesmo com altos níveis de água. O ponto de montagem deve ser estável.

As vibrações e o movimento do ponto de montagem devem ser evitados. As pontes são afetadas por movimentos de vários centímetros como resultado de mudanças de carga e movimentos de temperatura. Se houver pilares disponíveis, o sensor pode ser montado em um pilar posicionado estável com um espaçador adequado. A superfície da água deve ser o mais lisa possível na área do feixe do sensor. Evite áreas turbulentas, áreas onde a espuma é criada, áreas de surto e seções de cursos d'água onde obstruções ou pilares de pontes causam mudanças no nível da água.

O resultado da medição não pode ser usado se houver gelo ou neve na superfície da água! Escolha um local de montagem que não fique seco em baixos níveis de água. Estações sujeitas a mudanças muito rápidas no nível da água não são adequadas. O OTT RLS calcula a média de seu resultado de medição em um tempo de medição de aproximadamente 20 segundos.

Evite grandes superfícies metálicas próximas ao feixe do sensor (reflexos dessas superfícies podem distorcer o resultado da medição). As especificações climáticas nos dados técnicos devem ser mantidas no local de montagem. Os poços de acalmação não são adequados como local de montagem. O OTT RLS não pode ser usado para medir a altura da onda.

## 10 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMENTO

### 10.1 Maregrafos do tipo sensor de pressão

A sonda de pressão usa a pressão hidrostática da coluna de água acima de uma célula de medição de pressão relativa para determinar o nível de água. Um capilar de compensação de pressão no cabo da sonda de pressão fornece à célula de medição a pressão do ar ambiente atual como referência. Resultados de medição incorretos devido a flutuações da pressão atmosférica são assim eliminados.

Para a medição de condutividade elétrica específica usando um sensor de condutividade de 4 eletrodos com sensor de temperatura integrado. Os eletrodos de medição são feitos de grafite. O processo de compensação de temperatura para a medição de condutividade e a temperatura de referência utilizada podem ser escolhidos, bem como o método de cálculo para a salinidade.

De facto, para um marégrafo do tipo sensor de pressão instalado num ponto fixo na terra, a pressão total é igual à soma da pressão atmosférica e da pressão hidrostática.

$$P(t) = P_a(t) + \rho * g * [ H + h(t) ] \quad (2)$$

onde,

H é a profundidade do local de medição (imersão média do sensor);

h(t): a variação do nível do mar, em função do tempo t e da média zero h(t) = 0;

p(t) : a pressão medida pelo sensor;

P<sub>a</sub>(t): a pressão atmosférica ao nível do mar;

P<sub>a</sub>(t): a densidade média da água do mar (uma função da temperatura, salinidade, sendo o efeito da pressão negligenciado para imersões de menos de algumas centenas de metros) sobre a altura H + h(t);

g: a aceleração da gravidade.

Assim, a altura da água acima do sensor de pressão é dada por:

$$H = ([P(t) - P_a(t)] / \rho * g) - h(t) \quad (3)$$

### 10.2 Maregrafos do tipo radar

A operação do OTT RLS é baseada na tecnologia de radar de pulso. A antena transmissora emite pulsos de radar curtos em 24,1 GHz (modelo CE) ou 25,0 a 25,9 GHz (modelo FCC). A antena receptora separada recebe os pulsos refletidos da água e os utiliza para determinar a distância entre o sensor e a superfície da água: o tempo gasto pelos pulsos do radar desde a transmissão até a recepção é proporcional à distância entre o sensor e a superfície da água.

O nível de água real da via navegável é então calculado automaticamente, se necessário, pelo sensor de radar. Para fazer isso, na inicialização inicial existe a possibilidade de inserir o modo de medição relevante e um valor de referência.

Assim, a diferença de tempo entre as mesmas frequências transmitidas e recebidas é obtido da seguinte forma:

$$\Delta(t) = 2 * C / R \quad (4)$$

onde,

- $\Delta t$ -representa a diferença de tempo entre as mesmas frequências transmitidas e recebidas;
- R-a distância até ao alvo;
- C-representa a velocidade da luz no ar.

Para além disso, três interfaces elétricas padronizadas estão disponíveis para conectar o OTT RLS a um datalogger ou dispositivos periféricos: 4 ... 20 mA, SDI-12 e RS-485 (protocolo SDI-12). O sensor de radar pode ser configurado através do modo transparente SDI-12 de um datalogger ou através da interface OTT USB/SDI-12 (acessório - interface SDI-12/ RS-485). Ao usar a interface de 4 ... 20 mA, é possível dimensionar a saída de medição para uma faixa de medição menor.

### 10.3 Instrumentação (leitura de dados)

Utilizamos dois softwares diferentes para a configuração dos dispositivos e para a recolha de dados. Para o Radar, o software é OTT Dater Logger Operating Program e para os sensores de pressão que têm o mesmo software de funcionamento é OTT Water Logger Operating Program.

#### 10.3.1 Leitura de dados de marégrafos de tipo sensores de pressão

- Inicie o programa operacional OTT Water Logger Operating Program;
- Configure o link de comunicação PC/OTT CTD;
- Pressione o botão "Download Data" na janela inicial;

- O programa operacional mostra os sensores disponíveis e o período de leitura possível. Se esses parâmetros não estiverem visíveis: pressione o botão "Conectar";
- Selecione os sensores necessários ou "Todos os sensores";
- Selecione o período de leitura necessário ou "Todos";
- Clique no botão "Ler";
- O programa operacional copia os valores medidos do OTT CTD para o PC. Os dados ficam então disponíveis no diretório de programas do programa operacional;
- Se necessário: Exibir medições através da função "Visualizar/exportar dados" e/ou exportar para um aplicativo de software.

### 10.3.2 Leitura de dados de marégrafos de tipo radar

Em contraste com o sensor de pressão, desta vez a ligação é feita através do registador de dados externo Net DL 500.

1. Estabelecer a comunicação entre o PC e o gravador de DL da Net;
2. No menu "Ferramentas", seleccionar a função "Ler dados" (XML);
3. O software de parametrização abre a janela "netDL 500/1000 - Ler dados (XML)" WINDOW;
4. Seleccionar uma hora de leitura (data e hora de/para);
5. Se necessário: activar "Transmitir dados INFO (observador,)". Neste caso, para além das medições, o software de parametrização também lê os dados de informação relacionados;
6. Clicar no botão "Ler".

O software de configuração copia os dados da OTT netDL para o PC e abre outra janela para seleccionar o local de armazenamento.

6. Seleccionar o local de armazenamento e tipo de ficheiro ("\*.OML" ou " \*.XML"), se necessário, alterar o nome especificado e clicar no botão "Guardar". O software de configuração guarda as medidas e os dados de informação no local desejado como uma localização como ficheiro OML ou XML (dependendo se trata de um ficheiro para medições e para as medições e, opcionalmente, um ficheiro para os dados de informação).

7. Clicar no botão "Sair".

## **10.4 COMPARAÇÃO ENTRE MARÉGRAFOS TIPO SENSOR DE PRESSÃO E RADAR**

### 10.4.1 Maregrafos do tipo sensor de pressão

Os sensores de pressão são multiparâmetros. Medem níveis e temperaturas das águas subterrâneas, bem como a condutividade elétrica específica das águas subterrâneas. Também calcula a salinidade e um valor TDS (Total Dissolved Solids) com base na condutividade específica.

### 10.4.2 Maregrafos do tipo radar

O sensor de radar OTT RLS é usado para medição sem contato dos níveis de água de superfície. A OTT fornece dois modelos de sensores de radar: modelo CE ou modelo FCC. Ambos os modelos apresentam o mesmo design geral.

## 11 RESULTADOS

### 11.1 Parâmetros ambientais marinhos

Serão apresentados os resultados dos parâmetros: nível do mar, temperatura, salinidade e condutividade.

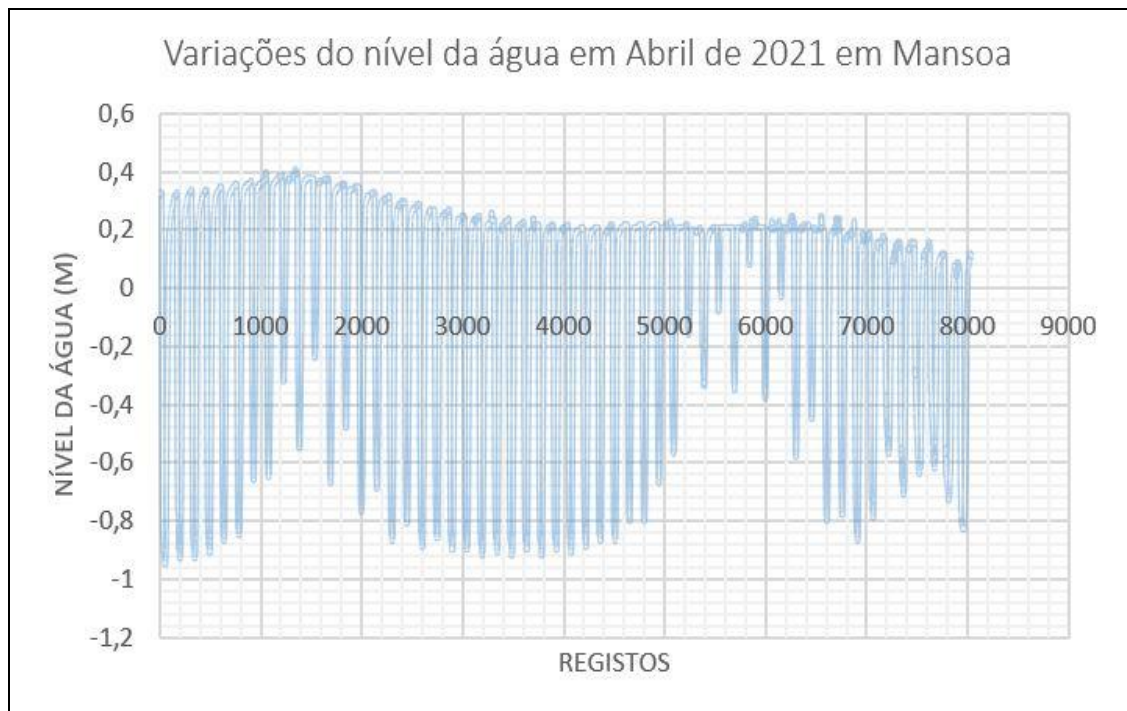
As Figuras 7 e 8 representam a variação do nível da água na bacia do rio Mansoa, apresentam dois preamares e dois baixas mares por dia. A maré é tipo semidiurno que pode ser influenciado pelas forças gravitacionais e a morfologia da bacia do rio.

Figura 7. *Variações do nível da água entre 1 e 3 de Abril de 2021*



Fonte: autor

Figura 7. Variações do nível da água em Abril de 2021 em Mansoa



Fonte: autor

Nos meses de março, abril, maio e junho foram observados baixo nível médio das águas no rio Mansoa, na época chuvosa a partir de julho o nível das águas teve uma progressão e atingiu maior altura em setembro e outubro, no período de transição chuvosa para seca entre novembro e dezembro houve diminuição do nível das águas atingindo o seu normal em janeiro.

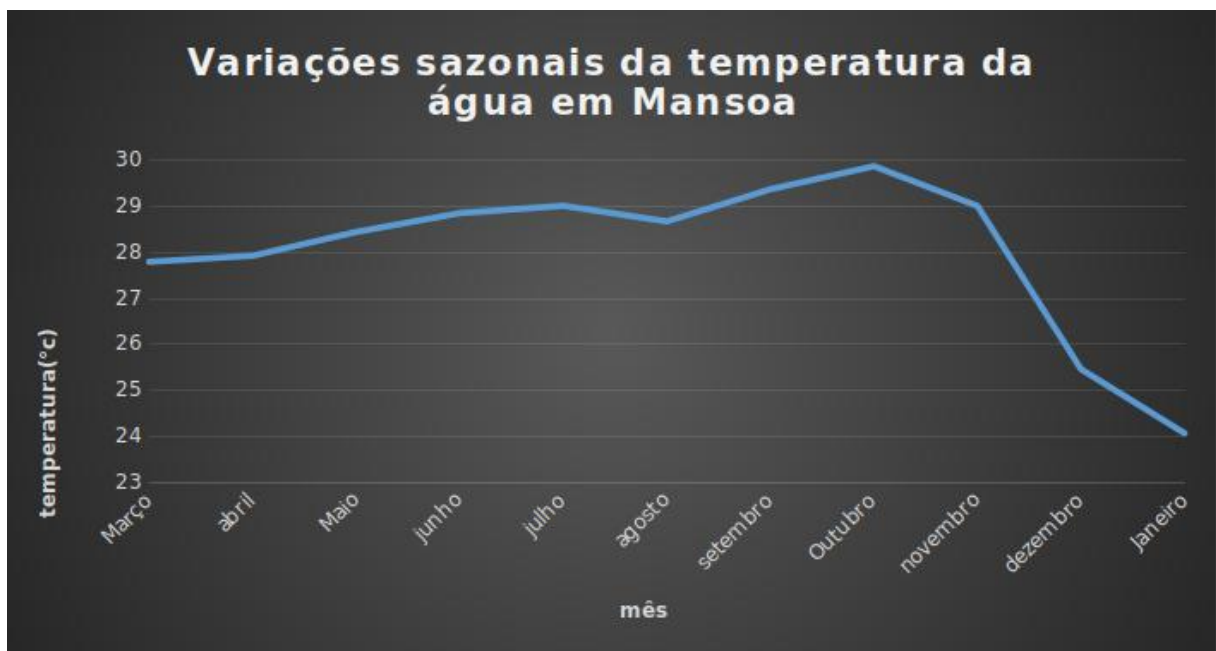
Figura 8. Variações sazonais do nível da água em Mansoa



Fonte: autor

As águas do rio Mansoa apresentam a temperatura média normal entre março e Abril, no início da época chuvosa em maio foi observado um aumento gradual da temperatura média das águas até setembro atingindo maior valor em Outubro. A partir de Novembro a Dezembro foi observado decréscimo de temperatura na água do rio, atingindo o menor valor em Janeiro.

Figura 9. Variações sazonais da temperatura da água em Mansoa



Fonte: autor

As águas do rio Mansoa apresentam a concentração normal dos sais no mês de março, entre abril a agosto foi observada a diminuição dos sais na água, a partir de setembro a concentração dos sais aumentou gradualmente e atingiu o valor máximo em novembro, em dezembro começou a diminuir e atingiu o valor mínimo em janeiro.

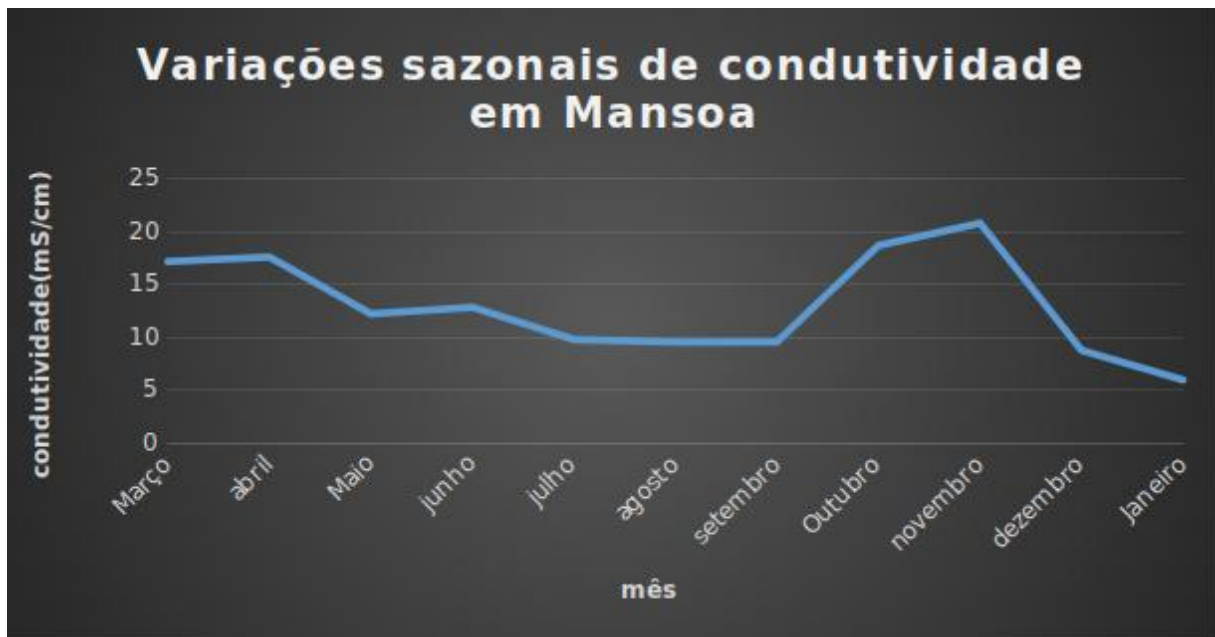
Figura 10. Variações sazonais de salinidade em Mansoa



Fonte: autor

A condutividade das águas teve o seu decréscimo entre março a agosto, em setembro a solubilidade dos sais nas águas aumentou e atingiu o pico em novembro, a partir de dezembro a solubilidade dos sais decresceu e atingiu o valor mínimo em janeiro.

Figura 11. Variações sazonais de condutividade em Mansoa



Fonte: autor

## 12 DISCUSSÃO

A variação diária da maré de 1 à 3 de Abril de 2021, as variações do nível da água devidas à maré de Abril de 2021 (registadas a cada cinco minutos) e as variações sazonais do nível da água entre Março de 2021 e Janeiro de 2022 em Mansoa são mostradas nas figuras 7, 8 e 9 acima.

A figura 7 demonstra seis marés altas e seis marés baixas durante três (3) dias, o que justifica que a maré é do tipo semidiurno. A figura 8 demonstra que a altura de maré é cerca de 1,4 m e o ciclo completo da maré no braço do Rio Mansoa. A figura 9 mostra uma marcada variabilidade sazonal do nível da água entre a estação seca e a estação chuvosa. Note-se que o nível da água no rio aumenta durante os meses de Julho, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro.

De fato, a partir de Julho (o início da estação das chuvas) o nível da água começa a subir, atingindo o seu máximo em Setembro e diminuindo depois para o seu nível normal por volta de Janeiro. Esta variação sazonal do nível da água na parte interior do rio Mansoa pode ser influenciada pela precipitação, evaporação ou por problemas de drenagem devido a sedimentação dos canais por sedimentos carregados pelas descargas pluviais.

A figura 10 mostra as variações sazonais de temperatura. As temperaturas máximas são registadas entre Setembro, Outubro e Novembro e as mínimas por volta de Janeiro. Os fatores que podem originar a variabilidade da temperatura na água do rio são precipitação, radiação solar e radiação infravermelha. A discrepância desses valores não representa ameaça no cultivo de arroz de mangal e zonas húmidas em particular. A variação de temperatura nesse período pode favorecer o crescimento do cultivo.

As figuras 11 e 12 abaixo mostram as variações sazonais de salinidade e condutividade. Estas duas quantidades são proporcionais e relacionadas. Quanto maior for a salinidade, maior será a condutividade, que através da qual a salinidade foi deduzida a partir das medições de temperatura e condutividade (SANTOS, 2013).

A salinidade mínima é observada durante os meses de Julho, Agosto e Setembro, caso contrário durante estação chuvosa, e salinidade máxima durante os meses de Março e Abril (estação seca) e Outubro e Novembro (perto do final da estação chuvosa).

As variações sazonais no teor de sal devido a variações sazonais na precipitação, temperatura e evaporação não constituem uma ameaça para o ecossistema dos mangais e para a produção de arroz de mangais. No entanto, a devida submersão marinha é uma ameaça muito séria. Essas variações de salinidade também podem ser influenciadas pela dinâmica costeira, precipitação, escoamento de águas superficiais e subterrâneas que fluem do continente para o mar por efeitos de declividade ou de zonas altas para baixas.

### **13 CONCLUSÃO**

A variação sazonal dos parâmetros mensurados no estuário do Rio Mansoa não apresentaram valores significativos, as análises desses parâmetros mostram que o nível do mar apresenta maior amplitude durante época chuvosa e menor amplitude na época seca.

A temperatura registada atingiu o valor máximo durante a transição do período chuvoso para seca e mínimo na época seca. Salinidade e condutividade como sendo variáveis proporcionais, atingiram os seus valores máximos na transição da época chuvosa para seca e mínimos na época seca.

A variação sazonal desses parâmetros no estuário do rio Mansoa, apresenta uma tendência baixa, o estudo foi realizado num período de 11 meses, não era suficiente para avaliar a progressão da tendência consequente de alterações climáticas que assola o mundo inteiro.

## **14 PERSPECTIVAS**

As condições meteorológicas anômalas terão influência contínua na dinâmica costeira e na progressão da tendência de subida do nível da água no rio causando inundações na época chuvosa, a intensificação de precipitação e obstrução de canais do escoamento para o mar poderá contribuir na elevação do nível do mar.

Os impactos previstos no estuário do rio Mansoa em decorrência de alterações climáticas, inclusive zonas húmidas com potenciais agrícolas, são os seguintes: erosão costeira, assoreamento, danos de infraestruturas, obstrução dos canais de drenagem, subsidência, inundações, intrusão salina no estuário e aquíferos. (MUEHE e NEVES, 2008).

## **15 RECOMENDAÇÕES**

A Guiné-Bissau é um país vulnerável às alterações climáticas, para efeito é necessário planeamento de medidas de prevenção e monitoramento de variação do nível do mar na zona costeira. Neste sentido, o uso de redes maregráficas mais alargadas no território nacional irá possibilitar quantificação dos efeitos na terra firme para estabelecimento de medidas de adaptação e mitigação. Com o desenvolvimento dos estudos permanentes de variação sazonal dos parâmetros ambientais, viabilizará a correta avaliação dos riscos de inundação costeira em decorrência de alterações climáticas.

Sendo um país costeiro, os estudos de monitoramento do nível do mar irão permitir a criação de bases de dados e apoiar na tomada de decisão no plano urbanístico e de ocupação na zona costeira para minimizar os impactos ambientais no presente e no futuro. O governo através do IBAP (Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas) irá proceder o monitoramento de tecnologias de medição para garantir a segurança dos aparelhos de forma a reduzir ações dos malfeteiros e garantir registros permanente de dados.

## 16 REFERENCIAS

ANDRADE, T. S. *et. al.*. **Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.16, n.5, p.496–504, 2012.

ANTUNES, Carlos. **Monitorização da variação do nível médio do mar**. Lisboa, 21-22 de junho de 2010.

BATISTA, Rafael De Andrade Lima. **Variação sazonal da distribuição de salinidade, temperatura, turbidez, od e clorofila no estuário do rio capibaribe, PE-BR**. RECIFE, 2017

CADERNOS TÉCNICOS PROCIV. **Riscos Costeiros – Estratégias de prevenção, mitigação e proteção, no âmbito do planejamento de emergência e do ordenamento do território**. Edição: Autoridade Nacional de Protecção Civil juLho de 2010.

CALADO, L. G. L. P.; GARNÉS, S. J. Dos A.; JAMUR, K. P. **Estimativas do Nível do Mar na América do Sul a partir de Registros Maregráficos e Coordenadas SIRGAS-COM**. Recife, 2019.

CALADO, Luca Gonzales Lima Pereira; GARNÉS, Silvio Jacks dos Anjos; JAMUR, Karoline Paes. **O Nível do Mar na América do Sul por meio de Análise de Séries Temporais**. Recife 2019.

CALADO, Lucas Gonzales Lima Pereira. **Análise Do Nível Do Mar Na América Do Sul**. Recife, 2019.

COELHO, André De Lima. **Método de previsão de maré oceânica, utilizando análise harmônica em séries de 18,69 anos**. Campinas, 2016

COSTA, Djeson Mateus Alves Da. **Impactos do estresse salino e da cobertura morta nas características químicas do solo e no desenvolvimento do amaranto**. Natal/RN Novembro/ 2007.

CUNHA, Cleidnilson De Jesus. **Regularização Da Vazão E Sustentabilidade De Agroecossistemas No Estuário Do Rio São Francisco**. Fortaleza – Ceará 2015

DESCROIX, Luc. **Inverse Estuaries in West Africa: Evidence of the Rainfall Recovery?** *Water* 2020, 12, 647; doi:10.3390/w12030647, 2020.

DESSAI, Suraje; TRIGO, Ricardo. **A ciência das alterações climáticas.** Finisterra, XXXVI, 71, 2001, pp. 117-132.

DIAS, J. M. Alveirinho, TABORDA, Rui P. M. **Evolução recente do nível médio do mar :em portugal.** *Anais do Instituto Hidrográfico*, 9:83-97, Lisboa, Portugal. ISSN: 0870-3884.

DIENG *et al.*, **New estimate of the current rate of sea level rise from a sea level budget approach.** *Geophys.Res. Lett.*, 44, 3744–3751, doi:10.1002/2017GL073308, 2017.

DIEYE *et al.*, **Hausse et variabilité du niveau de la mer près des côtes ouest-africaines.** *Actes du Colloque international LMI-PATEO – UASZ*, p329-338, 2019.

GOMES, Pedro Miguel Pinheiro. **Impacte da subida do nível do mar sobre o turismo.** Lisboa, 2009.

HAHN, Ana Rita Oliveira. **Paleoníveis marinhos e paleolinhas de costa na bacia de pelotas: reconstruções do nível do mar durante o Quaternário Superior a partir de sismoestratigrafia e indicadores múltiplos.** Porto Alegre, 2020.

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. **Impactos, adaptação e vulnerabilidade — IPCC 2021.** Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixthassessment-report-working-group-ii/>

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. **The Physical Science Basis, Summary for Policy Makers.** IPCC Genebra, 2007.

JUST, Marcio Carlos. **Avaliação quantitativa e qualitativa da água de irrigação em lavouras de arroz: o caso estudo da associação de irrigação e drenagem santo isidoro na região sul de santa catarina.** Criciúma SC, 2010

LIRA, Luiz, *et al.* **Material Em Suspensão, Temperatura E Salinidade No Estuário Do Rio Mamucaba-Pe.** *Cad. Ômega Uniu. Fed. Rural Pe., Recife*, 2f1): 97-116, Juz. 1978

LUIZ, Thiago Boeno Patricio; SILVA, José Luiz Silvério Da. **Variabilidade Da Condutividade Elétrica Em Poços De Monitoramento No Campus Da Ufsm**. 17-22 de novembro de 2013. Bento Gonçalves/RS.

MADEIRA, F.; ANTUNES, C. **Análise da variabilidade relativa do nível do mar para a região do Algarve**. Lisboa, 19, 20 e 21 de junho de 2018.

MARONE, Eduardo; CAMARGO, Ricardo De. **Marés meteorológicas no litoral do estado do paraná: o evento de 18 de agosto de 1993**.

NETO, Gabriel Moisés De Sousa. **Impactos do aumento do nível médio do mar em algumas capitais do nordeste brasileiro, e suas consequências ambientais**. Campina Grande – PB Julho/2009

NEVES, Cláudio Freitas; MUEHE, Dieter. **Vulnerabilidade, impactos e adapta o a mudanças do clima: a zona costeira**. 218 Parcerias Estratégicas Brasília, Df N.27 Dezembro 2008.

NOBLET., J-P., 2012. <http://www.jf-noblet.fr/spe2012/2-eau/acti1-sel.pdf>

PAES, R. S.; MOREIRA, S. C.; ZAPPES, C. A. **Conhecimento tradicional e o impacto da saliniza o em comunidades agrícolas no norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Vol. 49, dezembro 2018. DOI: 10.5380/dma.v49i0.54278. e-ISSN 2176-9109

PEDROTTI, A. et al.. **Causas e consequências do processo de saliniza o dos solos**. Santa Maria, v. 19, n. 2, mai-ago. 2015, p. 1308-1324

PRADO, Renan de Paula Ramos Do. **Título: Modelando impactos da precipita o e maré em alagamentos de ninhos de bicudinho-do-brejo Formicivora acutirostris (Thamnophilidae)**. São vicente – sp 2022

RIBEIRO, Suzana Sales. **Contribui o atmosférica no nível residual da ilha da trindade, brasil**. Fortaleza, 2014.

SAMPAIO, Jarbas Cordeiro. **Efeitos de maré no movimento orbital de satélites artificiais**. Guaratinguetá – SP, 2009.

SANTOS, Arielly Siqueira Dos. **Influência Da Maré E Da Sazonalidade Na Distribui o Dos Parâmetros Abióticos E Clorofila A Do Estuário De Guajará-Mirim Vigia Nordeste Paraense**. Belém-Pa 2013.

SCHEER, Graziela Gonçalves. **Dinâmica temporal de comunidades planctônicas em lavouras de arroz**. Porto Alegre, Agosto de 2015.

SILVA, Adriano Magalhães Da Paixão E. **Estudo Dos Parâmetros Meteoceanográficos De Um Estuário Amazônico**. Belém 2017

SILVA, J. B. G. *et al.*. **Avaliação da condutividade elétrica e ph da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite**. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 250 - 263, 2012.

**sites consultados:** [www.otf.com](http://www.otf.com), [www.shom.fr](http://www.shom.fr)

SOARES, Rafael Guedes. **O Estudo Das Marés Em Uma Sequência Didática Investigativa Para O Ensino Médio**. Rio de Janeiro Fevereiro de 2019.

SOUZA, Larissa Messias De. **Análise das variações da topografia do nível “médio” do mar (tnmm) utilizando o cryosat-2 (cs2) e observações maregráficas**. VIÇOSA - Minas Gerais 2021.