



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Oceanografia

Hidrodinâmica e fluxo de sedimentos suspensos sob influência de maré no bairro dos pescadores no estuário dos bons sinais, Zambézia - Quelimane.

Autor:

Moisés Elias Muholove

Quelimane, Setembro de 2019



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Oceanografia

Hidrodinâmica e fluxo de sedimentos suspensos sob influência de maré no bairro dos pescadores no estuário dos bons sinais, Zambézia - Quelimane.

Autor:

Moisés Elias Muholove

Supervisor:

MSc. Fernando Victor Saíde

Quelimane, Setembro 2019

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, força e proteção nesta jornada.

A família Muholove e em especial a minha mãe pela vida, cuidados e acima de tudo a fé em mim e o acompanhamento durante os meus estudos.

Aos meus irmãos: Argentina E. Muholove, Verónica E. Muholove, Rabeca E. Muholove, Arsénia E. Muholove, Florencia E. Muholove, Anita E. Muholove e Francelino E. Muholove pela força, apoio, encorajamento e pela confiança de transformar este sonho em uma realidade.

Aos meus sobrinhos (as), primos (as) e cunhadas, tios (as) pelos melhores e maus momentos juntos compartilhados durante esta longa jornada.

Ao meu supervisor MSc. Victor Fernando Saíde pelo apoio e acompanhamento durante a realização deste trabalho.

Ao MSc Noca Furaca da Silva, Sr. Maquina, Domingos Boana, pelo apoio e orientação durante a coleta e compilação dos dados.

A Universidade Eduardo Mondlane, em particular a Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras pela oportunidade que me foi concedida.

A todos docentes e funcionários da ESCMC que diretamente ou indiretamente contribuíram na minha formação.

A família por mim criada, e em especial ao Hilário Tamele, Domingos Boana, Segredo Saima, Elias Sengo, Célia Novela, Aida Matsinhe, Almiro Monjane, Carlinha Tiroso, Laura Macuácuá, Felizardo Langa, Felex Chaves, Abudo Izaque, Sérgio Muthemba e a todos que de forma directa ou indireta fizeram parte na minha vida académica.

E a todas turmas do ano 2014 e em particular a turma da Oceanografia.

DEDICATÓRIA

O presente trabalho é dedicado aos meus pais Elias José Muholove e Ana Ant3nio Jalane, aos meus irm3os (3s) e sobrinhos (as) que apesar da dist3ncia e dificuldades sempre garantiram o seu apoio incondicional.

(Prov3rbios 3:1-7).

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro eu esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e que 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.

(Assinatura)

(Moisés Elías Muholove)

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviaturas	Significado
DP	Desvio padrão
X	Média
m	Metro
mg	Miligrama
s	Segundos
g	Gramas
°C	Graus celsius
ArcGis	Sistema de informação geográfica
ESCMC	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras
m ²	Metros quadrados
l	Litros
Ai	Área inundada da maré da secção transversal
Css	Concentração de sedimentos em suspensão
Flx	Fluxo de sedimentos
L	Largura da secção transversal
pfs	Peso do filtro com a amostra de sedimentos secos
H	Profundidade media
Q	Descarga solida ou Vazão
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
Vc	Volume de amostra coletado
Δx	Variação;
Prof	Altura da maré
V	Velocidade da corrente
Pf	Peso do filtro seco sem sedimentos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Movimento das partículas.	5
Figura 2: Perfil longitudinal dos sedimentos depositados ao longo de um rio.....	7
Figura 3: Exemplificação dos tipos de maré	9
Figura 4: Estuário dos bons sinais na zona das Gazelas.	11
Figura 5: Instrumentos usados no campo.....	13
Figura 6: Perfil batimétrico da zona de bairro dos pescadores.....	18
Figura 7: Altura da maré, velocidade das correntes em função do tempo.	19
Figura 8: Concentração de sedimentos com maré em função Do tempo.....	20
Figura 9: Comportamento do fluxo de sedimentos com maré em função de tempo.	20
Figura 10: Quantidade da concentração de sedimentos na maré morta.....	21
Figura 11: Variação do fluxo de sedimentos com o tempo em relação a altura da maré.	22
Figura 12: Concentração e fluxo dos sedimentos com a maré.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Alguns instrumentos referentes a serie e a precisão	13
Tabela 2: Interpretação dos coeficientes de correlação e determinação de Pearson..	17
Tabela 3: Variação da média e desvio padrão da concentração, fluxo e altura da maré.	23
Tabela 4: Taxas de fluxo de sedimentos em suspenso para cada campanha do campo.....	23

Resumo

O presente estudo tem como objectivo estudar as características da hidrodinâmica e de fluxo de sedimentos suspensos no estuário dos Bons Sinais no bairro dos pescadores. Este trabalho foi realizado em três fases, a primeira fase foi de recolha de dados no campo durante a maré viva e morta do dia 15 de junho e 10 de julho de 2018 na estação seca, onde foi realizado o perfil batimétrico de uma margem a outra numa área correspondente a $237m^2$. Com a profundidade media de 11,9 metros no período da maré viva, segunda fase consistiu nas análises laboratoriais e terceira no processamento de dados. As análises laboratoriais foram feitas na no laboratório de química marinha na Escmc, onde fez-se análise das amostras colectadas e obteve-se os resultados da concentração dos sedimentos suspensos. O processamento de dados foi feito no programa Matlab r2007b, onde foi processados os dados da maré, Concentração de sedimentos suspensos, Fluxo dos sedimentos suspensos, corrente, topografia e cálculos de parâmetros estatísticos. Onde na maré viva altura de maré atingiu o seu pico máximo de 4 metros e na maré morta atingiu pico de 3 metros, Na maré viva os valores máximos do fluxo de sedimentos suspensos foi de 27,316 [kg/s] (vazante) e 53,555 [kg/s] (enchente), com um balanço correspondente 26,239 [kg/s] neste período. Durante a maré morta os valores de fluxo de sedimentos foi de 30,846 [kg/s] (enchente) e 25,839 [kg/s] (vazante), com um balanço dos sedimentos foi de 5,007 [kg/s]. Comparando as duas fases da maré observou-se que na maré viva houve maior fluxo de sedimentos para o Estuário. A correlação da altura da maré com a concentração e o fluxo de sedimentos notou-se que a relação é muito forte com coeficiente de variação de ($R^2=0.97$ e $R^2 =0,9086$), durante a maré viva e ($R^2 = 0.9086$ e $R^2 = 0.9567$), durante a maré morta. O maior fluxo de sedimentos na maré viva e morta é de origem marinho.

Palavras-chaves: balanço sedimentar, hidrodinâmica, Estuário dos bons sinais.

Abstract

This study aims to study the hydrodynamic and flow characteristics of suspended sediments in the Bons Sinais estuary in the fishermen's neighborhood. This work was carried out in three phases, the first phase was field data collection during the live and dead tide of June 15 and July 10, 2018 in the dry season, where the bathymetric profile was carried from one bank to another. In an area corresponding to $237m^2$, with an average depth of 11.9 meters in the tidal period, the second phase consisted of laboratory analysis and third in data processing. Laboratory analyzes were carried out at the marine chemistry laboratory at Escmc, where the collected samples were analyzed and the suspended sediment concentration results were obtained. Data processing was performed using the Matlab r2007b software, where the tide data, Suspended sediment concentration, Suspended sediment flow, current, topography and statistical parameter calculations were processed. Where at high tide tidal height reached its maximum peak of 4 meters and at low tide peaked at 3 meters, At high tide the maximum suspended sediment flow values were 27,316 [kg / s] (ebb) and 53,555 [kg / s] (flood), with a corresponding balance 26,239 [kg / s] in this period. During the ebb tide the sediment flow values were 30,846 [kg / s] (flood) and 25,839 [kg / s] (ebb), with a sediment balance of 5,007 [kg / s]. Comparing the two phases of the tide it was observed that in the living tide there was greater sediment flow to the Estuary. Correlation of tidal heights with sediment concentration and flow showed that the relationship is very strong with coefficient of variation ($R^2 = 0.97$ and $R^2 = 0.9086$) during the live tide. and ($R^2 = 0.9086$ and $R^2 = 0.9567$) during the ebb tide. The largest sediment flow in the live and dead tide is of marine origin.

Key words: Sedimentary balance, hydrodynamics, Bons Sinais estuary

CAPITULO I.....	1
Introdução & Objectivos.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Problematização.....	2
1.3. Justificativa.....	3
1.4. Objectivos.....	3
1.4.1. Objectivo Geral.....	3
1.4.2. Objectivos Específicos.....	3
1.5. Hipótese.....	3
CAPITULO II.....	4
2.0. Revisão Bibliográfica.....	4
2.1. Processos hidrodinâmicos.....	4
2.2. Balanço dos sedimentos e Transporte de sedimentos.....	4
2.3. Hidrodinâmica e Morfodinâmica dos Estuários.....	5
2.4. Circulação estuarina.....	5
2.5. Sedimentos.....	6
2.6. Sedimentação.....	6
2.7. Estuário.....	7
2.8. Marés, estuário e embocaduras.....	8
2.9. Maré.....	9
2.9.1. Tipos de marés.....	9
2.9.2. Principais aspectos da maré em regiões estuarinas.....	9
2.10. Processo de erosão.....	10

2.10.1. Tipos de erosão	10
CAPITULO III	11
3.0. Metodologia.....	11
3.1. Área de Estudo.....	11
3.2. Material	12
3.3. Métodos.....	14
3.3.1. Medição das amplitudes das marés	14
3.3.2. Medição da velocidade da corrente das marés.....	14
3.3.3. Determinação da topografia.....	14
3.3.4. A área da secção transversal	15
3.3.5. Amostragem.....	15
3.3.6. Concentração dos sedimentos suspensos.....	15
3.3.7. Descarga Sólida.....	16
3.3.8. Fluxo de sedimentos suspensos	16
3.3.9. Correlação entre o fluxo de sedimentos e a altura da maré	17
CAPITULO IV	18
4.0. Resultados e Discussão	18
4.1. Resultados.....	18
4.2. Trabalho de campo durante a maré viva de (15 de Junho de 2018).....	18
4.3. Altúra da maré e correntes em função de tempo na maré de sizígia e quadratura.....	19
4.4. Determinação concentração de sedimentos.....	20
4.5. Determinação fluxo de sedimentos suspensos.....	20
4.6. Maré morta: (10 de julho de 2018)	21
4.6.1. Determinação a concentração de sedimentos com a maré.	21
4.6.2. Determinação fluxo de sedimentos no bairro dos pescadores.	21

4.6.3. Correlação da concentração, fluxo dos sedimentos em função da maré.	22
4.7. Média e desvio padrão da concentração, fluxo e altura da maré durante a maré de quadratura e sizígia.	22
4.8. Balanço de fluxo de sedimentos suspensos na maré viva e morta.	23
4.9. Discussão.	24
4.9.1. A concentração de sedimentos em suspensão maré de sizígia e de quadratura.	24
4.9.2. O fluxo sedimentos na maré morta e viva.	24
4.9.3. Balanço dos sedimentos no estuário dos bons sinais no bairro dos pescadores.	25
CAPITULO V.	27
5.0. Conclusão.	27
Capitulo VI.	28
6.0. Recomendações.	28
7.0. Referências bibliográficas.	29

CAPITULO I

Introdução & Objectivos

1.1. Introdução

As áreas costeiras são de extrema importância para as populações, tanto no que diz respeito à economia, desempenhando o papel fundamental como via de troca entre mercados, como por oferecer uma gama de recursos naturais e serviços vitais aos seres humanos. Além disso, as zonas costeiras apresentam uma alta biodiversidade, principalmente nos trópicos, estando entre os mais ricos repositórios da biodiversidade marinha (Freitas, 2015).

No aspecto físico, a plataforma continental e a zona costeira são ambientes bastante energéticos, nos quais as variações de temperatura da água, salinidade, nível do mar e correntes são mais expressivos do que no oceano aberto. As condicionantes hidrodinâmicas que regem a circulação da plataforma podem ser ranqueadas por vento, marés astronómicas, marés meteorológicas, campo de densidade, contribuição continental e ondas (Freitas, 2015).

Estes ambientes costeiros podem ser caracterizados pela sua morfologia e padrão de estratificação. Vários factores físicos, tais como, o caudal escoado pelo rio, as correntes e alturas de maré, a composição dos sedimentos, a agitação marítima e o vento, contribuem para a complexidade destes ambientes costeiros. A interação do caudal dos rios, correntes de maré e a morfologia da bacia produz o tipo de circulação e Estratificação De Um Determinado Estuário, Afectando A Composição E Distribuição Da Flora E Fauna Locais (Delgado, 2011).

O estudo da sedimentologia estuarina tem um importante papel na compreensão da ecologia desse ecossistema. Material que se encontra em suspensão pode afetar a fotossíntese pela limitação da penetração de luz, ocasionando a morte de espécies por eutrofização (Alves, 2018).

Estuários são ambientes costeiros de enorme importância ambiental, social e económica. No que diz respeito a hidrodinâmica e fluxo sedimentar, estes ambientes desempenham um papel fundamental no transporte de sedimento em direcção ao mar ou para dentro do mesmo sistema.

A circulação estuarina é essencialmente governada pelas variações horizontais no gradiente de pressão, causadas pelas diferenças de densidade da água (componente baroclínica) e pela oscilação periódica da maré (componente barotrópica), criando complexo padrão de fluxos ao longo desses sistemas (Dyer, 1997). (Alves, 2018)

Estudos sobre transporte sedimentar estuarino ajudam a avaliar as contribuições marinha e continental, permitindo entender melhor o papel da circulação no processo de transferência de materiais para a zona costeira, além de auxiliar na compreensão da evolução da linha de costa e plataforma continental adjacente. Além disso, também dão subsídios para estudos de navegação, poluição, ciclos biogeoquímicos, dentre outros. (Alves, 2018)

Portanto, o objetivo do presente trabalho e as características da hidrodinâmica e de fluxo de sedimentos suspensos no estuário, que causa a alteração morfológica no bairro dos pescadores, portanto este conhecimento vai contribuir na compreensão dos processos hidrodinâmicos que-a controlam, no planejamento de medidas de gestão costeira, na dinâmica de ecossistema, processos ecológicos principalmente a produtividade primária, distribuição de nutrientes, e abundância das pescarias no estuário dos bons sinais. Para tal, foi necessário analisar o comportamento hidrodinâmico dentro do sistema estuarino, bem como quantificar a carga total de sedimento transportado através de equação de carga suspensa, utilizando dados coletados de corrente, marés, e sedimentos em suspensão.

1.2. Problematização

O estuário dos Bons Sinais sofre uma mudança morfológica constantemente e que vem se agravando nos dias atuais devido a ação hidrodinâmica e sedimentológica sob influência de mares, como consequência das mudanças morfológicas regista-se o desgaste da terra (erosão) que culmina com o desmoronamento das obras de engenharia instaladas para proteção costeira, ocorre maior descarga dos sedimentos que causam bancos de areia, a turbidez da água que demonstra sinal de maior concentração dos sedimentos que influencia de forma negativa a produtividade primária no estuário, este estuário é de grande afinidade com as comunidades locais, pois e aonde são realizadas atividades de pesca pela população de baixa renda e serve como via de comunicação que contribui nas divisas locais, face a esses problemas a base de rendimento mensal da população circunvizinha assim com as atividades portuárias estão ameaçadas.

1.3. Justificativa

A região do estuário dos Bons Sinais é alvo de muitos estudos devido a sua extrema importância científica e socioeconômica para o país, o entendimento do comportamento das condições hidrodinâmicas e sedimentológicas locais, é de essencial importância para os estudos de contaminantes no ambiente aquático. Portanto este conhecimento que vai contribuir na compreensão dos processos hidrodinâmicos que a controlam, no planejamento de medidas de gestão costeira, na biodinâmica do ecossistema, processos ecológicos principalmente a produtividade primária, distribuição de nutrientes, e abundância das pescarias no Estuário.

1.4. Objectivos

1.4.1. Objectivo Geral

Estudar as características hidrodinâmicas e fluxo de sedimentos suspenso sob influência de marés no bairro dos pescadores no estuário dos bons sinais.

1.4.2. Objectivos Específicos

- Determinar concentração de sedimentos durante maré viva e morta;
- Determinar fluxo de sedimentos durante maré viva e morta;
- Identificar a fase de maré que proporciona maior concentração e fluxo dos sedimentos;
- Identificar a origem dos sedimentos que são transportado pela corrente de maré;
- Relacionar a concentração e fluxo dos sedimentos com maré viva e morta.

1.5. Hipótese

As Marés são responsáveis no fluxo de sedimentos em suspensão no Estuário dos Bons Sinais.

CAPITULO II

2.0.Revisão Bibliográfica

2.1. Processos hidrodinâmicos

Os processos hidrodinâmicos são determinantes principais na distribuição das matérias ao longo do estuário, bem como na caracterização de um sistema retentor ou exportador para a zona costeira. A caracterização hidrodinâmica de um estuário em particular é importante para entendimento dos processos físicos, químicos, geológicos e biológicos os quais dão bases para conservação e uso sustentável desses ambientes (Aquino, 2010).

A hidrodinâmica de um estuário é o resultado da interação da morfologia da bacia estuarina, descargas fluviais e o regime dos mares. A grande variabilidade temporal e espacial desses forçantes e dos processos a eles associados torna o estudo de padrões de circulação e distribuição de propriedades nos sistemas estuarinos bastante complexo. Durante um ciclo de maré ocorre uma forte relação entre as velocidades das correntes, o transporte e as concentrações de sedimentos em suspensão (Aquino, 2010).

2.2. Balanço dos sedimentos e Transporte de sedimentos

O cálculo de balanço de massas para um ambiente estuarino fornece estimativas de valores de exportação ou importação de matérias em um ciclo de maré com os quais é possível detectar variações no aporte de sedimentos, na ciclagem interna e nos padrões de erosão e sedimentação associados aos ciclos de mares (Aquino, 2010).

O transporte sedimentar e o transporte de partículas com tamanhos na faixa de 0,05 a 2 mm, como as encontradas em leitos de rios, estuários e águas costeiras. O transporte de sedimento no estuário pode ocorrer como carga de fundo ou em suspensão. Os modos de transporte diferem de acordo com a forma de transmissão da energia das partículas.

O transporte de carga de fundo ocorre numa fina camada com espessura equivalente ao diâmetro do grão ou em contato próximo ao fundo. A energia é transmitida no contato entre os grãos através de movimentos de rastejamento, rolamento e saltação.

Transporte de carga em suspensão, a energia é transmitida pela turbulência da água, movendo-se mais rápido do que a carga de fundo.

Estes dois tipos de transporte são controlados e modificados por processos gravitacionais, difusivos e advectivos, tais como a velocidade das correntes, a densidade do fluido, a granulometria do sedimento, além de formas de fundo e das influências biológicas (Alves, 2018)

O transporte sólido total corresponde ao conjunto do material transportado pelo escoamento de um curso hídrico, quer em suspensão, quer por arrastamento. Estes dois modos de transporte são em geral analisados separadamente, no entanto, não é possível definir isoladamente as duas parcelas de transporte, nem considerar que estas são independentes (Oliveira, 2010)

O transporte sedimentar pode ser definido como o transporte de partículas com tamanhos na faixa de 0,05 a 2 mm, como as encontradas em leitos de rios, estuários e águas costeiras (van Rijn, 1993). De acordo com Nichols e Biggs (1985), o transporte de sedimento no estuário pode ocorrer como carga de fundo ou em suspensão. Os modos de transporte diferem de acordo com a forma de transmissão da energia das partículas. (Alves, 2018)

O transporte de carga de fundo ocorre numa fina camada com espessura equivalente ao diâmetro do grão ou em contato próximo ao fundo. A energia é transmitida no contato entre os grãos através de movimentos de rastejamento, rolamento e saltação. No transporte de carga em suspensão, a energia é transmitida pela turbulência da água, movendo-se mais rápido do que a carga de fundo.

Nittrouer e Wright (1994) acrescentam que estes dois tipos de transporte são controlados e modificados por processos gravitacionais, difusivos e advectivos, tais como a velocidade das correntes, a densidade do fluido, a granulometria do sedimento, além de formas de fundo e das influências biológicas. (Alves, 2018).

Quando se objetiva estudar as características da circulação estuarina e avaliar a contribuição dos processos e mecanismos a ela relacionados, as análises se baseiam principalmente na estratificação de densidade da água e nos regimes de fluxo das correntes. A definição do local de origem das partículas e a quantificação da contribuição das fontes marinha e/ou continental são essenciais para o entendimento do papel da circulação estuarina, bem como a caracterização de um sistema como retentor ou exportador para a zona costeira (Dyer, 1995; Zem, 2008). Portanto, a hidrodinâmica de um estuário é o resultado da interação entre a morfologia da bacia estuarina, o aporte fluvial e o regime de marés (Alves, 2018).



Figura 1: Movimento das partículas.

2.3. Hidrodinâmica e Morfodinâmica dos Estuários

Hidrodinâmica e Morfodinâmica dos Estuários é efetuada uma caracterização geral dos estuários, nomeadamente são descritos os processos sedimentares e hidrodinâmicos desenvolvidos nos estuários, como também se referem algumas definições destes sistemas costeiros (Delgado, 2011).

2.4. Circulação estuarina

A circulação estuarina é essencialmente governada pelas variações horizontais no gradiente de pressão, causadas pelas diferenças de densidade da água (componente baroclínica) e pela oscilação periódica da maré (componente barotrópica), criando complexo padrão de fluxos ao longo desses sistemas. Quando se objetiva estudar as características da circulação estuarina e avaliar a contribuição dos processos e mecanismos a ela relacionados, as análises se baseiam principalmente na estratificação de densidade da água e nos regimes de fluxo das correntes. A definição do local de origem das partículas e a quantificação da contribuição das fontes marinha e/ou continental são essenciais para o entendimento do papel da circulação estuarina, bem como a caracterização de um sistema como retentor ou exportador para a zona costeira. (Alves, 2018)

Portanto, a hidrodinâmica de um estuário é o resultado da interação entre a morfologia da bacia estuarina, o aporte fluvial e o regime de marés (Alves, 2018)

2.5. Sedimentos

Segundo (Aprile, Darwich, & Raposo, 2009), os sedimentos refletem a actuação dos parâmetros ambientais por um longo período de tempo, constituindo um registro da dinâmica local. Os sedimentos se caracterizam a partir da sua granulometria, morfometria, análise textural e composição mineralógica.

Os sedimentos são matérias originadas da destruição de qualquer tipo de rocha ou material de origem biológica, formando substrato não consolidado, geralmente depositado no leito dos sistemas hídricos. Os sedimentos podem ser classificados quanto à composição química em sedimentos orgânicos e inorgânicos.

Os sedimentos orgânicos estão normalmente localizados nas camadas mais superficiais do leito, são sedimentos recentes, com grande quantidade de componentes animais e vegetais em processo de decomposição. Os sedimentos inorgânicos são caracterizados pelo predomínio de sílica, quartzito, argila e elementos (Comunale et al., 2015)

2.6. Sedimentação

O processo de sedimentação acontece quando as forças exercidas pelo ação do escoamento das águas já não conseguem manter o transporte do sedimento em suspensão ou rolando pelo leito, então estas partículas depositam-se no leito, nas margens ou em outros locais específicos. Pode ser entendida como a etapa final da movimentação do sedimento, que se iniciou com o processo erosivo.

A sedimentação também tem destaque importante para outra área: a saúde pública. Como já foi dito anteriormente, os sedimentos configuram-se como poluentes ou carreadores e fixadores de outros poluentes; assim, em áreas onde há depósito de sedimentos em contato com a população humana, corre-se o risco de haver contaminação e agravamento de doenças.

A poluição e eutrofização dos corpos de água causados pela erosão e as formações de áreas pantanosas originadas pela sedimentação são os principais obstáculos para o efetivo controle de doenças como a malária, encefalite e outras doenças transmitidas por vetores que necessitam de água parada para se desenvolver. O movimento de poluentes para açudes, tanques, rios, lagos e reservatórios geram problemas de saúde pública na medida em que a água reservada nestes locais for destinada ao consumo humano. (Couceiro et al, 2010).

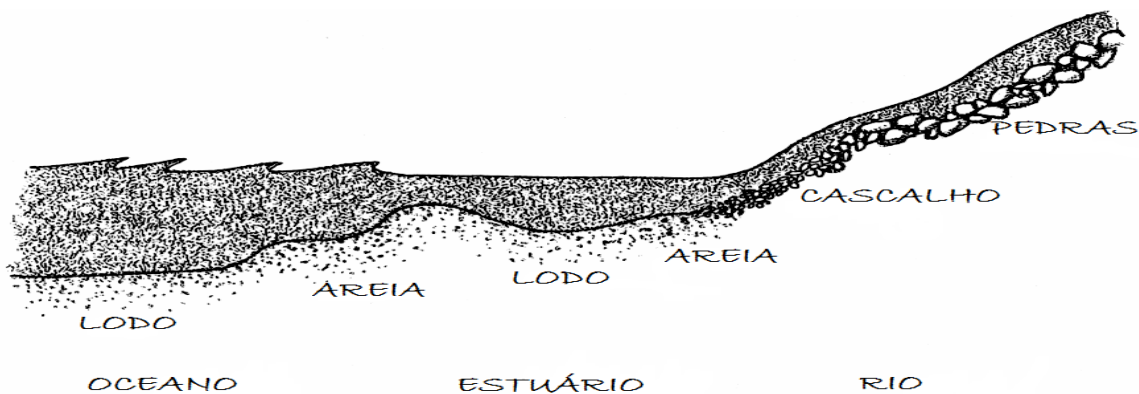


Figura 2: Perfil longitudinal dos sedimentos depositados ao longo de um rio.

2.7. Estuário

Os estuários são as principais vias de transferência de água, sedimento, nutrientes e poluentes dos continentes para os oceanos. Grande parte do material sedimentar estuarino é proveniente da erosão da bacia de drenagem, cujos principais constituintes são silte e argila, que constituem partículas inferiores a 60 μm (Couceiro et al, 2010).

Os estuários funcionam como um filtro para materiais particulados e dissolvidos na água carregados pelos rios na descarga continental com destino final o mar. Dessa forma, eles também têm uma importante função no transporte e distribuição de propriedades nas regiões costeiras (Alves, 2018).

Para os oceanógrafos, engenheiros, geógrafos e ecologistas, o termo estuário é utilizado para indicar a região interior de um ambiente costeiro, onde ocorre o encontro de águas fluviais com a do mar transportada pelas correntes da maré e pelas ondas. Alguns pesquisadores também incluem a região da plataforma continental adjacente, que recebe a chamada pluma estuarina, como parte integrante do sistema estuarino (Delgado,2011)

Esses ambientes podem ser subdivididos em três zonas distintas (Souza, 2013):

- Zona de Maré do Rio (ZR) – parte fluvial com salinidade praticamente igual a zero, mas ainda sujeita à influência da maré;
- Zona de Mistura (ZM) – região onde ocorre a mistura da água doce da drenagem continental com a água do mar;

- Zona Costeira (ZC) – região costeira adjacente que se estende até à frente da pluma estuarina que delimita a camada limite costeira.

O transporte dos sedimentos através do estuário até que alcancem a região costeira é controlado pelo aporte fluvial de sedimentos e pelo padrão de circulação estuarino. Essa circulação é gerada pelas variações do nível do mar, pela descarga de água doce, pelo gradiente de densidade, pela circulação da plataforma continental e pela ação do vento na superfície livre (Couceiro et al, 2010).

2.8. Marés, estuário e embocaduras

O sistema estuarino é um corpo de água semifechado no qual há mistura de processos fluviais e marinhos. Sua formação se dá por inundação de vales fluviais, causada pelo aumento do nível relativo do mar, devido às correntes de maré. O seu limite, indo em direção ao continente, é determinado pela zona onde as correntes de maré têm maior influência (Venâncio, 2018)

Prisma de maré e o volume de água resultante, dentro de um estuário, compreendido entre uma maré de enchente e uma maré de vazante. Os efeitos das correntes de maré em um estuário promovem uma dinâmica que afeta a salinidade, o transporte de sedimentos, e podem retardar os tempos de enchente e acelerar os períodos de vazante, devido à influência da vazão fluvial contra ou a favor do fluxo, respectivamente (Venâncio, 2018).

As correntes de maré são determinadas pelo gradiente horizontal do nível de água e não pelo valor absoluto deste nível em determinado local. Portanto, em 10 um estuário não é possível, nem de forma aproximada, obter uma relação unívoca entre o nível d'água e a velocidade média do escoamento, como realizado para rios. À combinação do fluxo de sedimentos com as correntes de maré, há duas formações típicas: delta de maré enchente e um alto fundo arenoso, formado pela captura do transporte sedimentar litorâneo pelas correntes de enchente (Venâncio, 2018).

Delta de maré vazante e um alto fundo de barras compostas de areia, que se formam pelo processo de captura do transporte litorâneo de sedimentos, devido ao efeito de “molhe hidráulico” e difusão das correntes exercida pela descarga da embocadura. Movimentação das correntes de maré pode causar impactos nas praias adjacentes às embocaduras, interferindo no transporte sedimentar ou alterando a intensidade das correntes. Tais mudanças na hidrodinâmica podem resultar na intensificação de processos erosivos (Venâncio, 2018).

2.9. Maré

Marés são variações periódicas do nível do mar sobre influências de forças astronômicas. A formação das marés se dá pela ação combinada de forças de atração gravitacional entre a Terra, Lua e Sol, e por forças centrífugas geradas pelos movimentos de rotação em torno do centro de massa do sistema Sol-Terra-Lua localizado no interior da terra (Marques, 2005).

2.9.1. Tipos de marés

- Maré semi-diurna: Constituem um padrão no qual apresentam duas preamares e duas baixa-mares no dia lunar
- Maré diurna: Seu padrão é composto pelo aparecimento de apenas uma preamar (PM) e uma baixa-mar (BM) no dia lunar. Normalmente, os níveis de duas PM ou BM sucessivas não variam muito
- Maré mista: É caracterizada por grandes diferenças de altura entre duas PM ou duas BM consecutivas. As oscilações diurnas e semidiurnas são ambas importantes. Ocasionalmente podem se tornar diurnas.

2.9.2. Principais aspectos da maré em regiões estuarinas

Ao propagar-se do oceano para regiões estuarinas a maré sofre distorções, devido à interação das mesmas com a geometria de ambientes costeiros e com a profundidade em águas rasas, além da superposição de seus constituintes, acarretando em diferenças na duração dos tempos e nas magnitudes de enchente e vazante (assimetrias de maré). Nos casos em que a duração da vazante é mais longa que a enchente, as maiores velocidades ocorrem na enchente e é denominado de “enchente dominante”. Para os casos opostos chama-se de “vazante dominante” (Marques, 2005).

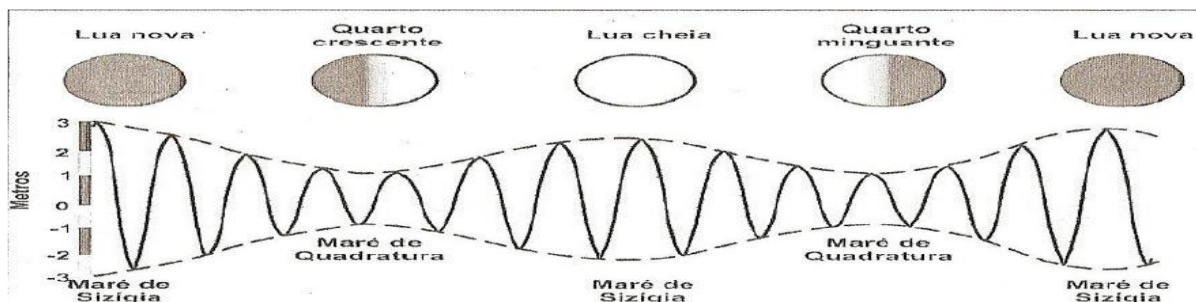


Figura 3: Exemplificação dos tipos de maré

Fonte: <http://www.labec.com.br>

2.10. Processo de erosão

A erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela ação da água e vento. A água é o mais importante agente de erosão; chuvas, córregos, rios, todos carregam solo, as ondas erosionam as costas dos mares e lagos, de facto, onde há água em movimento, ela está erodindo os seus limites (Luciana, 2009).

A erosão é um problema que atinge diversas áreas: social, técnica e ambiental. Mesmo sendo um processo natural, a ação antrópica acelera-o de maneira negativa. O principal actor no processo de erosão são os sedimentos, portanto o estudo do transporte de sedimentos é importante para melhor compreensão do quadro atual de erosão hídrica e para tomada de decisões visando a solução dos problemas a ela relacionados. Na forma como ocorrem na natureza, a erosão e o transporte dos sedimentos apresentam uma enorme complexidade (Luciana, 2009). Outro aspecto de grande relevância é que o aporte de sedimentos oriundos de áreas que sofrem erosão promove o assoreamento de rios e lagos, comprometendo a qualidade da água e alterando a vida aquática, principalmente pela eutrofização (Aprile, Darwich, & Raposo, 2009).

2.10.1. Tipos de erosão

- Erosão geológica ou natural ocorre sobre condição natural, ou seja, sem interferência do homem. Sua principal característica é que sua intensidade é sempre menor do que a intensidade com que os solos se formam.
- Erosão acelerada ocorre sobre condições de interferência do homem. Neste caso, quase sempre a intensidade da erosão é muito grande e acelerada, sendo muito prejudicial por ocorrer num período de tempo muito curto.

CAPITULO III

3.0. Metodologia

3.1. Área de Estudo

Estuário dos Bons Sinais, localiza-se na região Sul da província da Zambézia. Possui aproximadamente 26 km de extensão, e está situado nas coordenadas 18°52' Latitude Sul e 36°52' Longitude Este da costa moçambicana. A Boca do Estuário está ligada ao mar aberto (praia de Zalala). O Estuário dos Bons Sinais resulta da junção dos rios Cuácua e Licuar, que se encontram na região denominada confluência. Possui uma largura média de 2 km e cerca de 30 km de comprimento, o que perfaz uma área estimada em cerca de 60 km² Limitada pela vegetação de floresta do mangal ao longo das margens do canal principal e secundários. O estuário é maioritariamente de fundo argiloso e de baixa profundidade, com ocorrência frequente de bancos de areia e ilhas (Timba, 2014).

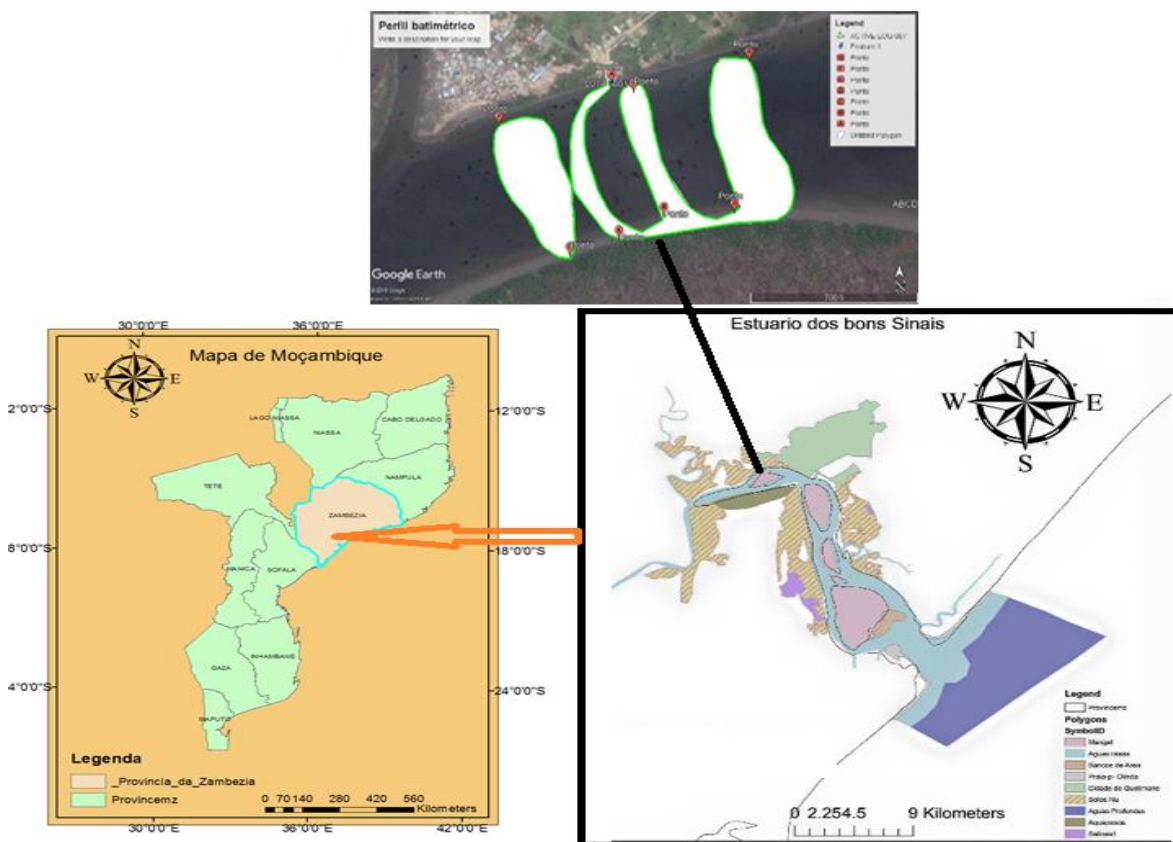


Figura 4: Estuário dos bons sinais na zona das Gazelas.

3.2. Material

Para a realização do presente estudo foram usados os seguintes equipamentos:

- Barco semi-industrial - Barco de 7m, motor 40 HP existente na Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras para as saídas do campo;
- Sonda – para nos dar o perfil topográfico da área do estudo e a localização;
- Marégrafo e ondógrafo TWR 2050 – para medição das amplitudes das marés;
- Correntómetro RCM - Para a determinação da velocidade das correntes de marés;
- Boias – para assegurar os instrumentos para não afundarem com ajuda das cordas;
- Peso – para ancorar os instrumentos no local;
- Cordas – para acorar os instrumentos nas boias;
- Garrafa de Naskin – para retirar as amostras de água no estuário;
- Garrafas plásticas de 500 ml - para conservação das amostras de água;
- Papel de filtro – para reter sedimentos para serem levados ao forno;
- Balança elétrica – para medir a quantidade de sedimentos;
- Bomba de sucção – para a filtragem de sedimentos no papel de filtro;
- Computador – para o processamento de dados e realização do relatório.

Material usado na recolha de dados no campo para a obtenção dos dados desejados



Figura 5: Ilustração de alguns instrumentos usados no campo e para o processamento dos dados.

Nome	Serie	Precisão
Correntómetro RCM	1385	1 Hz
Estufa	6000	250 °C
Papel de filtro	934-AH	47 µm de porosidade e 0,45 mm de diâmetro
Balança analítica		10-4 g
Eco-Sonda		50 Hz
Marégrafo TWR	27982	1 Hz

Tabela 1: Serie e precisão dos instrumentos usados no campo.

3.3. Métodos

O presente trabalho foi realizado durante o período da maré viva do dia 15 de junho e morta do dia 10 de julho de 2018 das 6:00h as 18:00h, antes da partida ao programou-se os instrumentos no laboratório de oceanografia da ESCMC-UEM. Para alcançar objetivo deste trabalho baseando-se no método Euleriano, onde foram realizadas as medições em um ponto fixo, de modo registrar as marés e correntes nas fases da maré viva e na maré morta.

3.3.1. Medição das amplitudes das marés

Com auxílio de barco ancorou-se marégrafo preso a um peso submerso e foi programado para a medição da maré a cada 10 minutos na frequência de 1 Hz no Estuário dos bons sinais no bairro dos pescadores numa profundidade de 11,9 metros durante pico máximo da maré viva e maré morta. Os dados foram extraídos através do Software ruskin e posteriormente foram convertidos e organizados na planilha de Microsoft Excel, em seguida foi empregue o pacote Matlab r2007b no processamento e na obtenção dos gráficos.

3.3.2. Medição da velocidade da corrente das marés

Para a obtenção da velocidade da corrente da maré foi através do auxílio de barco foi acorado correntómetro RCM preso nas boias uma profundidade de 1m. Este instrumento foi programado para colher dados a cada 10 minutos e a uma frequência de 1 Hz. Os dados foram extraídos através de programa Seaguard Studio e foram convertidos na planilha Microsoft Excel e pilotados os gráficos no programa Matlab r2007b.

No presente trabalho foram convertidos os valores da velocidade observados durante a enchente da maré como positivos e os da vazante da maré foram considerados negativos, de modo diferenciar o fluxo proveniente do rio ou da confluência para o estuário (entrada +) com o que sai veem da boca do estuário para a confluência até aos rios (Saída -).

3.3.3. Determinação da topografia

O levantamento do perfil topográfico foi usada um sensor de sonda acoplado a um monitor Garmin 420 programado na frequência de 50 Hz na medição automática. Dos dados obtidos foi adicionada a profundidade de 30 cm valor correspondente a profundidade da sonda em relação ao calado da embarcação

usada. A varredura foi de uma margem a outra de modo a obter o perfil topográfico do estuário no bairro dos pescadores.

3.3.4. A área da secção transversal

Para adquirir a área da secção transversal foi usado a planilha Microsoft Excel onde foi considerado os dados da maré viva e dados do perfil topográfico, onde foi calculado a área inundada pela maré de cada profundidade da área da secção transversal usando a seguinte equação:

$$A_i = P * L \quad (1)$$

Onde:

A_i → Área inundada da maré da secção transversal (m^2);

P → Profundidade (m);

L → Largura da secção transversal (m).

3.3.5. Amostragem

As amostras de água foram coletadas usando a garrafa de Naskin, seguida foram armazenados em garrafas de 500 ml para análises laboratoriais, onde cada amostra corresponde um período de 1h, no intervalo das 6h as 18h que totaliza 13h de tempo, que correspondem um ciclo completo da maré.

3.3.6. Concentração dos sedimentos suspensos

Para a determinação de concentração dos sedimentos suspensos usou-se o método de filtragem, onde os filtros foram enumerados e em seguida foram pesados numa balança eletrónica para se obter o peso de cada papel de filtro, depois foram agitadas as garrafas de amostras de modo que as partículas dos sedimentos não ficassem aderidas nas paredes feito isso foram colocado os filtros no aparelho de filtragem acoplado a uma bomba de vácuo. Após a filtragem, cada amostra de sedimentos foi armazenada numa prateleira de alumínio e em seguida foram secadas numa estufa a uma temperatura de 115 °C durante um período de 1h de tempo. Depois da secagem os filtros foram pesadas numa balança eletrónica com o objetivo de obter a concentração dos sedimentos, e a quantidade dos mesmos, foi feita através da abordagem do uso da seguinte fórmula:

$$C_{SS} = \frac{(pfs - pf)}{V_c} \quad (2)$$

Onde:

C_{SS} → Concentração de sedimentos suspensos (g/L);

pfs → Peso do filtro com a amostra de sedimentos secos (g);

pf → Peso do filtro seco sem sedimentos (g);

V_c → Volume das amostras coletadas (m/L).

3.3.7. Descarga Sólida

Para a determinação descarga sólida, foram efetuados alguns cálculos para a obtenção da área da secção transversal e foi calculado a velocidade média em (m/s) a cada intervalo de tempo de amostragem. Em seguida achou-se a descarga sólida como produto da velocidade média e a área da secção transversal num intervalo de 1 hora de tempo através da equação:

$$Q = V * A_i \quad (3)$$

Onde:

Q → Descarga solida (m^3/s);

V → Velocidade da corrente (m/s) e

A_i → Área inundada pela maré (m^2).

3.3.8. Fluxo de sedimentos suspensos

Para a obtenção da quantidade do fluxo dos sedimentos foi calculada a concentração de sedimentos suspensos e da descarga sólida, em seguida foram achados valores de fluxo de sedimentos como produto da descarga sólida e a concentração em cada intervalo de 1 hora de tempo através da seguinte equação:

$$Flx = C_{SS} * Q \quad (4)$$

Onde:

Flx → Fluxo de sedimentos (g/s ou Kg/s);

Css → Concentração de sedimentos suspensos (g/l);

Q → Descarga sólida (m^3/s).

3.3.9. Correlação entre o fluxo de sedimentos e a altura da maré

Para obter-se a correlação entre o fluxo de sedimentos e a altura da maré, recorreu-se ao coeficiente de correlação de Pearson que varia de -1 a 1, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 2: Interpretação dos coeficientes de correlação e determinação de Pearson.

Escala de Pearson		
Fraca	Moderada	Forte
$0,00 \leq R^2 \leq 0,50$	$0,50 \leq R^2 \leq 0,81$	$0,81 \leq R^2 \leq 1,00$

Fonte: Shimakura (2014).

CAPITULO IV

4.0. Resultados e Discussão

4.1. Resultados

4.2. Trabalho de campo durante a maré viva de (15 de Junho de 2018)

Na primeira campanha da maré viva foram realizadas as medições das alturas de marés, velocidades das correntes e levantado o perfil batimétrico da secção transversal, foram colectadas e analisadas as amostras de concentrações de sedimentos e calculado, e por fim foram calculados os volumes fluxos de sedimentos, cujos valores encontram-se representados na forma gráfica nas figuras abaixo:

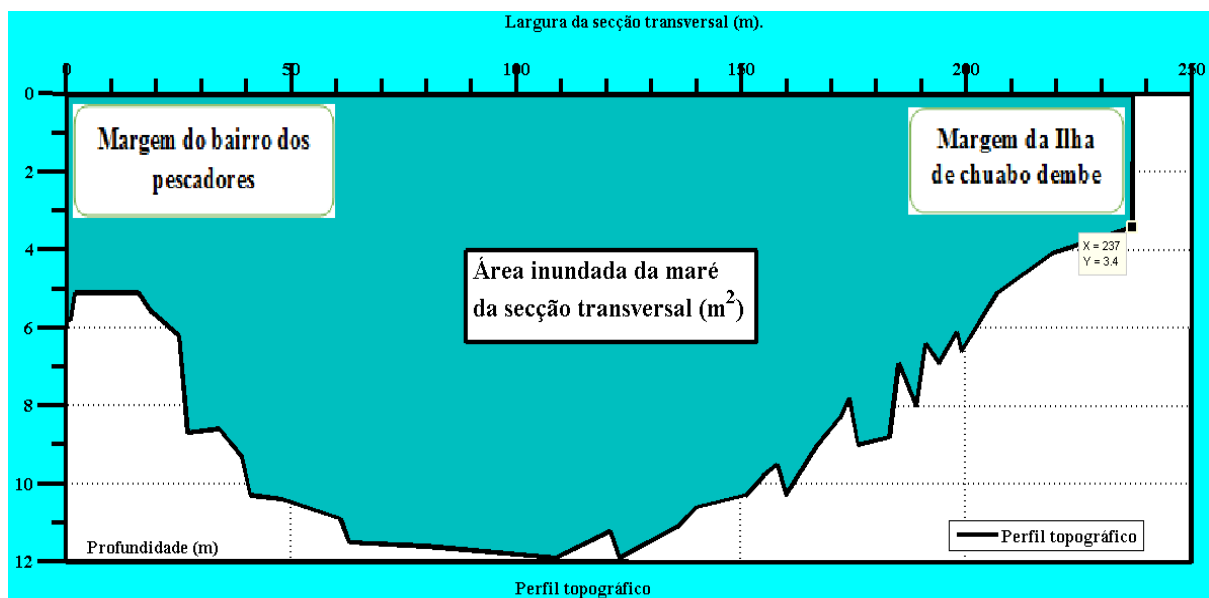


Figura 6: Perfil batimétrico da zona de chuabo dembe no bairro dos pescadores no estuário dos Bons sinais.

Esta figura ilustra o perfil batimétrico onde foi verificada as profundidades máximas de 11,9 numa distância correspondente a 100m e de mínima de 3,4 m, com uma área correspondente a 237 metros quadrado de uma margem a outra.

4.3. Altura da maré e velocidade das correntes em função de tempo na maré de sizígia e quadratura.

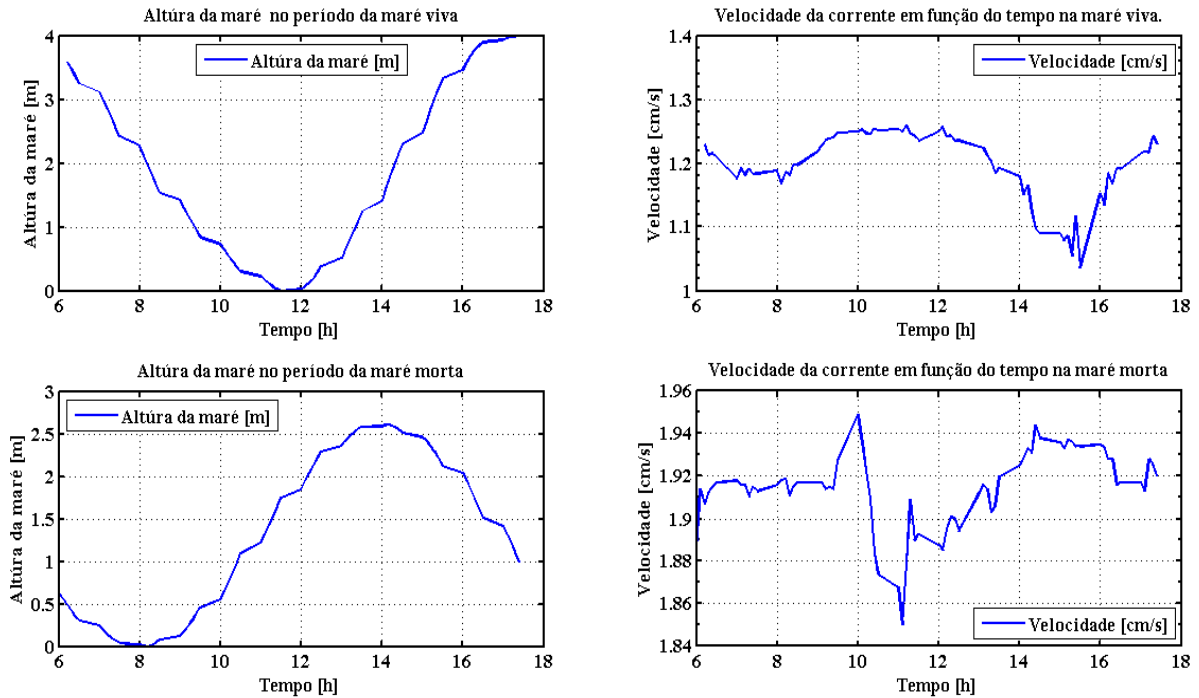


Figura 7: Altura da maré e velocidade das correntes em função do tempo.

A maré de quadratura apresentou menor amplitude de maré de (3 m) e (4 m) durante sizígia. Neste período a maré de sizígia foi 1,4 vezes maior do que as marés de quadratura. Em seguida houve maior velocidade durante a maré morta de 1,94 cm/s durante a enchente e 1,25 cm/s durante a maré viva durante a vazante. A velocidade na morta foi maior por volta de 0,69 vezes do que a maré de sizígia.

4.4. Determinação concentração de sedimentos.

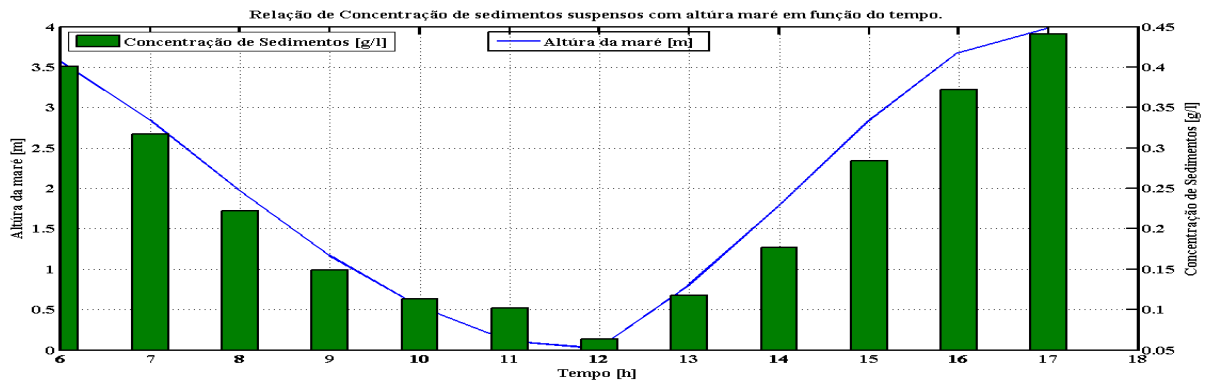


Figura 8: Taxa de concentração de sedimentos suspensos com o tempo em função da fase de maré no estuário dos Bons sinais.

A Figura 8 ilustra a variação da concentração dos sedimentos suspensos em função do tempo durante a da fase da maré viva. A concentração dos sedimentos suspensos variou de 0.0638 e 0.4412 [g/l] no período das 12h durante a baixa- mar e 17h durante a enchente respetivamente. Durante a enchente observou-se alta concentração de sedimentos em relação a vazante. A maré apresentou o pico máximo durante a enchente as 17h com cerca de 4 metros de altura e o pico mínimo durante o estofio das vazantes as 12h com cerca de 0.02 metros.

4.5. Determinação fluxo de sedimentos suspensos.

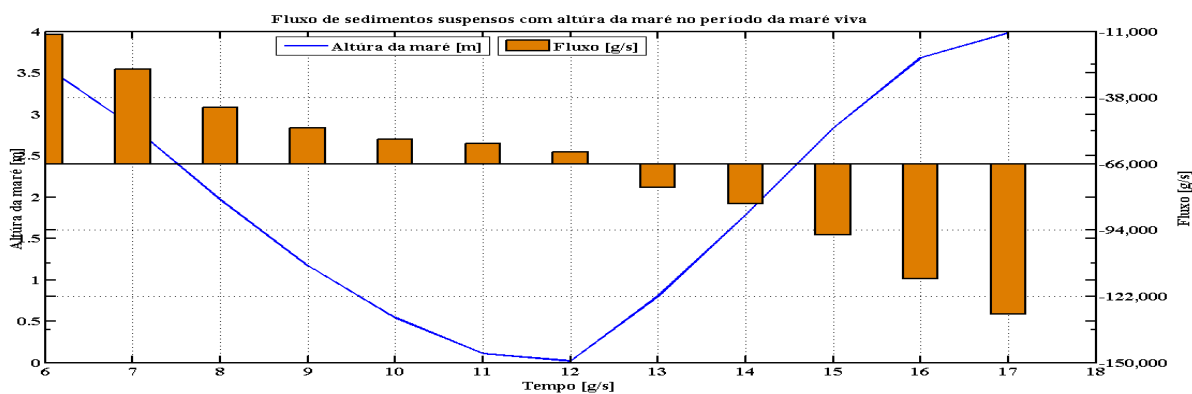


Figura 9: Comportamento do fluxo de sedimentos com maré em função de tempo.

A Figura 9 mostra o fluxo de sedimentos em função do tempo e da altura da maré no estuário de Bons Sinais. O fluxo da maré apresentou o pico máximo no período das 17h durante a preamar com cerca de

112,498 g/s e mínimo registado durante das 12h de 9,033 kg/s. No geral a maré apresentou o pico máximo durante a enchente de 4m e mínimo durante a o estofa da baixa-mar. O maior fluxo dos sedimentos foi verificado durante a preamar e menor fluxo na baixa-mar.

4.6. Maré morta: (10 de julho de 2018)

4.6.1. Determinação a concentração de sedimentos com a maré.

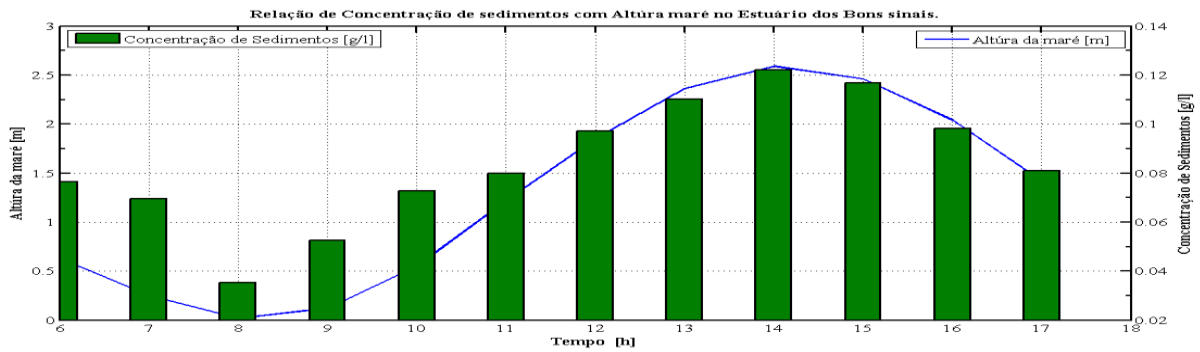


Figura 10: Quantidade da concentração de sedimentos na maré morta.

A Figura 10 mostra a concentração dos sedimentos com a maré em função do tempo. A concentração dos sedimentos no bairro dos pescadores variou de 0.1222 a 0.0352 [g/l] respetivamente. A máxima concentração foi registada as 14h coincidindo com estofa da maré e o mínimo durante o período das 08h na vazante. A maré atingiu o pico máximo as 14h com amplitude de 2,6 metros e mínimas as 8h de 0,02 metros. Mostra ainda que durante a maré morta a concentração dos sedimentos é maior ma preamar, menor na baixa-mar.

4.6.2. Determinação fluxo de sedimentos no bairro dos pescadores.

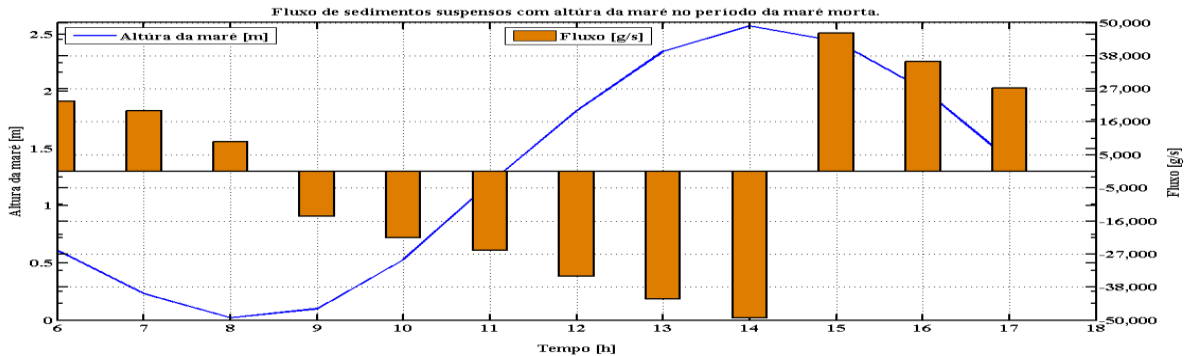


Figura 11: Variação do fluxo de sedimentos com o tempo em relação a altura da maré.

A Figura 11 ilustra o comportamento do fluxo dos sedimentos em função da maré. Durante a enchente da maré morta o fluxo de sedimentos é maior e atingiu o pico máximo as 14h de 49,499 [g/s] e menor as 08h de 9,942 [g/s]. A maré registou o pico máximo durante o período das 14h de 2,6 metros e mínimo durante as 8h no estófo da vazante de 0,02 metros.

4.6.3. Correlação da concentração, fluxo dos sedimentos em função da maré.

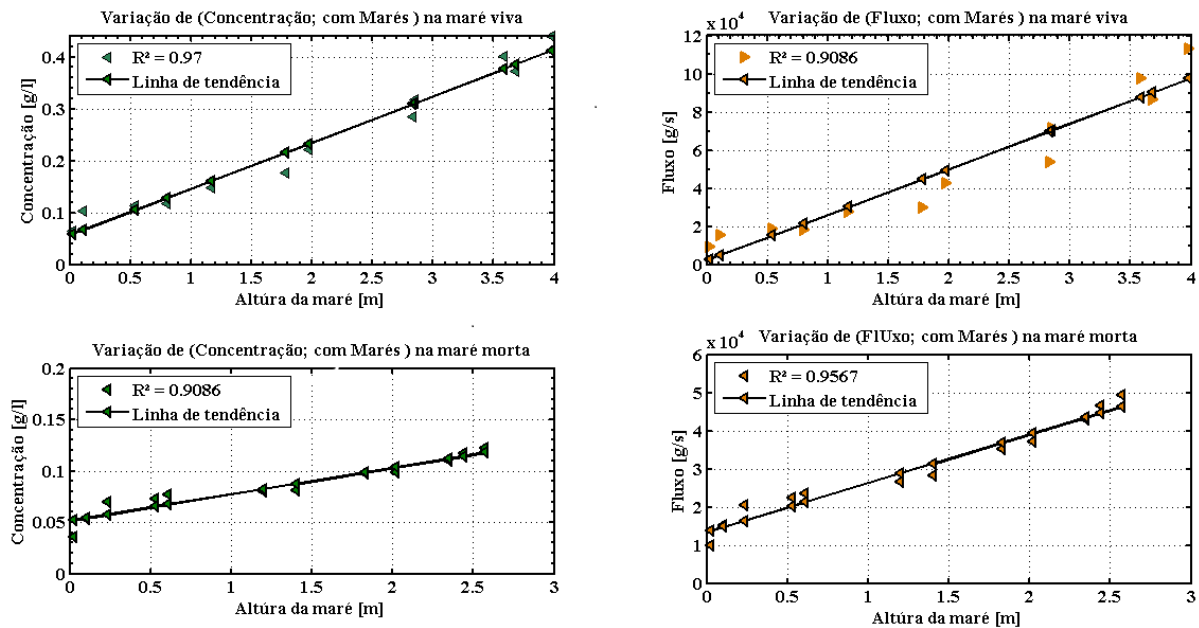


Figura 12: Correlação da concentração e fluxo dos sedimentos com a maré.

A correlação da concentração e fluxo dos sedimentos em função da maré ilustrada pela figura 12. Na maré viva a concentração e fluxo dos sedimentos correlacionaram-se positivamente com a altura da maré com coeficiente de variação de (0,97) para a concentração de sedimentos e (0,91) para o fluxo dos sedimentos. Na maré morta a concentração, e fluxo dos sedimentos com a maré apresentam uma correlação positiva muito forte com coeficiente de variação de (0,91 e 0,96) respetivamente.

4.7. Variação da média e desvio padrão da concentração, fluxo e altura da maré durante a maré de quadratura e sizígia.

A tabela 3 Variação da média, desvio padrão, valores máximos e mínimos da concentração, fluxo e altura da maré:

- Na maré de Sizígia e de quadratura a altura da maré teve valores médios variando de 1,78 e 1,20 metros, desvio padrão de 7,63 e 5,26 m, durante a viva e morta;
- O fluxo na maré de quadratura apresentou valores médios de 26,60 kg/s e desvio padrão de 104,80, valor máximo de 49,499 kg/s e 9,942 kg/s mínimo;
- E 29,163 kg/s na maré sizígia com desvio padrão de 193,37, com 112,498 kg/s máximo e mínimo de 9,033 kg/s;
- A concentração média na maré de quadratura foi de 0,08 g/L e desvio padrão de 0,7037 g/l com 0,1222 g/l de valor máximo e 0,0352 g/l do valor mínimo;
- Na maré sizígia foi de 0,1768 g/L e desvio padrão de 193,37 g/l, com valor máximo de 0,4412 g/l e mínimo de 0,0638 g/l.

Tabela 3: Variação da média e desvio padrão da concentração, fluxo e altura da maré.

Δx	Maré de Sizígia				Maré Quadratura			
	X	DP	Max	Min	X	DP	Max	Min
Css	0,1768	0,8153	0,4412	0,0638	0,08	0,7037	0,1222	0,0352
Flx	29,163	193,37	112,498	9,033	26,60	104,80	49,499	9,942
Prof	1,78	7,63	4,0	0,02	1,20	5,26	2,6	0,02

Onde:

Δx → Variação; X → média; DP → desvio padrão; Css → concentração dos sedimentos [g/l]; Flx → fluxo [kg/s]; e Prof → altura da maré [m].

4.8. Balanço de fluxo de sedimentos suspensos na maré viva e morta.

Taxas de fluxo em (kg/s)	Maré viva			Maré Morta		
	Vazante	Enchente	Balanço	Vazante	Enchente	Balanço
Fluxo	27,316	53,555	26,239	25,839	30,846	5,007
Fluxo total	80,871			56,685		

Tabela 4: Taxas de fluxo de sedimentos em suspenso para cada campanha do campo.

4.9. Discussão

4.9.1. A concentração de sedimentos em suspensão maré de sizígia e de quadratura.

Pode-se notar que houve uma variação significativa da concentração dos sedimentos no estuário dos bons sinais. Os maiores valores de concentração de sedimentos em suspensão foram observado na maré sizígia no período da enchente, isso pode estar associado a maior velocidade da corrente durante a enchente influenciado também pela topografia do fundo do estuário, esta área por sua vez sofre erosão principalmente na nesta margem do bairro dos pescadores, onde estão estalados as obras de engenharia que rentem os sedimentos durante a enchente e vazante da maré, portanto esta este período da maré de sizígia tem influenciado bastante na concentração de sedimentos em suspensão no interior do estuário.

Na maré de quadratura houve uma diminuição nos valores de concentração de sedimentos comparada com a maré viva, esta campanha de maré de quadratura houve maior concentração de sedimentos em suspensão na enchente na estufa de maré pelas 14h, este comportamento acontece devido principalmente aumento das correntes de maré no local de pesquisa, pode ter influenciado na menor concentração de sedimentos em suspensão nesta maré de quadratura.

Alves (2018) também encontraram valores médios de concentração de sedimentos maiores no período da mare viva. Ele salientou dizendo que a maior concentração indica aumento das atividades biológicas e mobilização dos sedimentos. O mesmo autor sugerindo que as maiores concentrações na enchente estão relacionadas à entrada de água com maior turbidez e durante a vazante, atribuíram à ressuspensão do sedimento do fundo.

4.9.2. O fluxo sedimentos na maré morta e viva.

O fluxo suspenso de sedimento na sizígia foi maior do que na quadratura. A sizígia teve fluxo total de (80,871 kg/s) e morta com fluxo total de 56,685 kg/s. O estuário dos bons sinais apresentou comportamento de importador de sedimento na quadratura, e sizígias.

Durante a vazante o fluxo teve uma tendência de diminuir e durante a enchente teve uma tendência de aumentar respetivamente, na vazante (entrada) de sedimentos dependeu somente dos rios enquanto na enchente os rios como oceano colaboram cada um fornecendo sedimentos no estuário, e também as descargas município onde os seus drenos contribuem na maior concentração de sedimentos na enchente uma vez que na vazante só são transportado ao oceano e na enchente as águas vindo do oceano passam recolher todo o material drenado por município em direção a confluência, este comportamento de fluxo e influenciado pelas correntes da enchente por apresentar maiores velocidades durante estas campanhas.

De acordo Alves (2018), as planícies de maré podem se tornar regiões potencialmente fornecedoras de sedimento para o estuário, especialmente quando há inundação de uma maior área entre marés (nas preamares de maré de sizígia), associado à incidência de ventos e ondas, mecanismos que favorecem a erosão e ressuspensão de sedimentos.

4.9.3. Balanço dos sedimentos no estuário dos bons sinais no bairro dos pescadores

Os resultados indicam que o balanço de sedimentos suspensos maré viva foi de 27,316 [kg/s] (vazante) e 53,555 [kg/s] (enchente) e de 30,846 [kg/s] (enchente) e 25,839 [kg/s] (vazante) durante a maré morta. Comparando as duas fases da maré observou-se que na maré viva houve maior fluxo de sedimentos para o Estuário dos bons sinais.

Uma média de fluxo dos sedimentos suspensa total das duas campanhas indica um valor de 29,163 [kg/s] para viva e 26,60 [kg/s]. Estima-se, então, que diariamente esse balanço de fluxo de sedimentos seja de 26,239 [kg/s] na maré viva e de 5,007 [kg/s] na morta respetivamente, são transportado para a plataforma continental adjacente.

Estes resultados do fluxo demonstra a relevância da maré no ambiente estuarino com a dominância da enchente devido maiores velocidades provocado pela morfologia do estuário, portanto isso pode estar relacionado a própria localização da cidade de Quelimane eu esta abaixo do nível medio do mar por isso

que as mares das enchentes são de maior intensidade de acúmulo de sedimentos suspensos no bairro dos pescadores.

Estes resultados a semelha-se aos obtidos por (Cairo et al, 2018) onde devido às maiores amplitudes de maré, os fluxos durante as sizígias foram maiores que nas quadraturas, com máximos aproximadamente de -19950 (enchente) e 15327 m³/s (vazante) e -8230 (enchente) e 13462 m³/s (vazante), respectivamente.

Resultados similares obtido por (Hartmann *et al*, 2010) onde teve os dados da velocidade no período da enchente a indicar que a corrente tem capacidade suficiente para erodir e ao mesmo tempo transportar granulometria desde o fino até grânulos. E também achou maior fluxo durante enchente.

Estudo de Pereira *et al.* (2010), analisando a hidrodinâmica do estuário de Caravelas (BA), encontrou resultados de balanço semelhantes ao deste trabalho. Para o autor, tanto a hidrografia quanto o balanço sedimentar são principalmente modulados pela altura da maré, enquanto o aporte de água doce é irrelevante.

De acordo com este autor seus resultados permitiram identificar que o canal permaneceu alguns anos fechado sendo rompido durante a enchente de 1983, e novamente reconstruído. Atualmente o canal está aberto permitindo com que o Rio Ribeira de Iguape desague grandes volumes de água doce e também elevada carga de sedimentos finos em suspensão, no sistema. (Tessler, 1998)

(LESSA, 2006) No seu estudo sugeriu a existência de uma assimetria da onda de maré e fluxo de enchente com maior capacidade de transporte que o fluxo de vazante, proporcionando o entulhamento do canal com areias marinhas. Assimetria de maré assume um papel geológico importante, pois pode provocar um fluxo mais intenso, de menor duração e maior capacidade de transporte na maré enchente. O resultado deste processo é o assoreamento do estuário e a formação de deltas de enchente.

(OLIVEIRA, 2010) Teve mesmos resultados onde a velocidade máxima durante a enchente foi maior que durante a vazante, em todo o domínio. De acordo com o mesmo autor diz que um estuário de pequenas dimensões, com dominância de enchente, pode ser incapaz de liberar efetivamente sedimentos de dentro do estuário, enquanto um estuário com dominância de vazante pode manter uma configuração estável.

CAPITULO V

5.0. Conclusão

Ao longo do decorrer da presente pesquisa, da hidrodinâmica e fluxo de sedimentos suspensos sob influência de marés no estuário dos bons sinais, foi possível concluir que:

- Durante as duas campanhas foram observadas maiores velocidades da corrente, na vazante e enchente com 1,25 [cm/s] na maré viva e 1,94 [cm/s] na maré morta.
- Altura da maré foi maior na maré de sizígia com 4 metro e 2,6 metro na quadratura, tudo verificou-se na enchente.
- Durante as duas campanhas foram observadas maiores concentrações de sedimentos suspensos, na enchente com 0.4412 [g/L] na maré viva e 0.1222 [g/L] na maré morta.
- Durante a enchente registou-se maior fluxo de sedimentos com 53,555 e 25,839kg/s maré-viva e maré-morta respectivamente.
- Existe uma forte correlação na maré viva na concentração e fluxo também na maré morta apresentou uma correlação forte na concentração e no fluxo de sedimentos.
- Os sedimentos que estão retidas na margem de bairro dos pescadores são provenientes da erosão costeira e do mar.

Capítulo VI

6.0. Recomendações

O desafio de futuros trabalhos sobre o estudo do género recomenda-se identificar o alcance dos sedimentos suspensos na coluna de água que é exportada através do mangal do estuário no local de estudo para a região estuarina e costeira adjacente, o impacto que esta concentração dos sedimentos exerce nas comunidades de organismos aquáticos presentes nestes ecossistemas, composição e fluxo da matéria orgânica no estuário dos bons sinais, e estudados comparativos do fluxo de sedimentos em suspensão e de fundo em 3 estações na confluência, no banco e na zona da boca.

7.0. Referências bibliográficas

- Timba, I. L. (Novembro de 2013). Propagação da Onda de Maré no Estuário Dos Bons Sinais. Zambezia, Quelimane, Mocambique: UEM-ESCMC.
- FREITAS, P. P. (2015). Modelagem Hidrodinâmica Da Circulação Sobre A Plataforma Continental Do Ceará-Brasil. Ceará-Brasil: Universidade Federal Do Ceará Instituto De Ciências Do Mar.
- Aquino, C. d. (2010). Processos De Transporte E Retenção Dos Sedimentos Finos Em Estuários Dominados Por Rios. Porto De Alegre: UFRGS.
- Aprile, F. M., Darwich, A. J., & Raposo, J. C. P. (2009). Considerações sobre a Geoquímica e Dinâmica Sedimentar do Lago Tupé. Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural Do Baixo Rio Negro, Amazônia Central, 19–3
- Bayer, M., & Carvalho, T. M. (2014). Processos Morfológicos E Sedimentos No Canal Do Rio Araguaia. (August).
- Cairo, L. S., Buraschi, G., Fernandes, E., Pessoa, L., Echeverría, C., & Gallo, M. N. (2018). A Valiação Dos Fluxos De Material Sólido Na Região Interna Da Bacia De Guanabara, Rio De Janeiro (Brasil).
- Comunale, V., Islabão, C. A., Mendes, C. R. B., Russo, A. D. P. G., Odebrecht, C., Head, M. J., ... Defeo, O. (2015). 1. INTRODUÇÃO Os estuários são feições localizadas na interface continente-oceano, apresentando assim características de ambos os ambientes (HILL, 1963; MIRANDA. *Biota Neotropica*, 101(4), 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2012.10.006>
- Delgado, A. (2011). Caracterização Hidrodinâmica E Sedimentar Do Estuário Do Rio Minho.
- Erosão, deposição e transporte sedimentar na ria de Aveiro. (2010).
- Hartmann, C., & Fellini, B. D. (2010). Uso do ADCP na avaliação do fluxo e no transporte de sedimentos no baixo rio Jacuí, Charqueadas, RS / Brasil. 33–44.
- Lessa, G. C. (2006). Dinâmica De Maré E Transporte De Sedimentos No Canal De Itajuru - Laguna De Araruama (RJ). 21(4), 378–386.
- Samihra, K., & Oliveira, S. (2010). Kyssyanne samihra santos oliveira.
- Souza, V. F. D. E. (2013). Modelagem numérica da hidrodinâmica e do transporte de sedimentos no porto do rio de Janeiro.

- Tecnol, P., & Postal, C. (1998). Dinâmica sedimentar e feições sedimentares identificadas na superfície de fundo do sistema Cananéia-Iguape,. 46(1), 69–83.
- Valéria, O. (2018). Dinâmica Sedimentar no Sistema Estuarino do Piraquê-Açu - Aracruz / ES.
- Venancio, K. K. (2018). Evolução hidromorfodinâmica da região da Ponta da Praia em Santos – SP, no período entre 2009 e 2017.