



ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Monografia para a obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha

**ESTUDO DE SEDIMENTOS TRANSPORTADOS EM SUSPENSÃO NA
DESEMBOCADURA DO RIO LAVA PARA O ESTUÁRIO BONS SINAIS NO BAIRRO
CHUABO DEMBE NA CIDADE QUELIMANE**

Autor:

Moisés Ratisso António Sairosse



ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Monografia para a obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha

**ESTUDO DE SEDIMENTOS TRANSPORTADOS EM SUSPENSÃO NA
DESEMBOCADURA DO RIO LAVA PARA O ESTUÁRIO BONS SINAIS NO BAIRRO
CHUABO DEMBE NA CIDADE QUELIMANE**

Autor:
Moisés Ratisso A. Sairosse
Moisés Ratisso António Sairosse

Supervisor:
Nélio das Neves Clivio Siteo
Mestre Nélio das Neves Siteo

Avaliador:
Stelio Safo Mangue
Licenciado Stelio Mangue

Presidente de Júri
Paula Milice
Mestre Paula Milice

Quelimane, Junho de 2025

Dedicatória

Dedico esse trabalho primeiramente aos meus pais António Sairosse e Berta Diquissone, aos meus irmãos Felizardo Abrão António Sairosse, Sara António Sairosse, Mateus António Sairosse, Josué António Sairosse, Ernesto Jeremias António Sairosse e a toda família Sairosse pelo apoio incondicional e a fé que depositaram em mim.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida, saúde e bênção que proporcionou durante esta longa jornada, e por ajudar-me a ultrapassar todas as dificuldades e obstáculos que surgiram, o meu muito obrigado por me permitir chegar até aqui e alcançar o meu objectivo.

Agradeço aos meus pais e irmãos pelo incentivo com amor incondicional e pelo apoio financeiro durante toda essa caminhada, e por sempre torcerem pelo meu sucesso.

O meu profundo e imensurável agradecimento vai para o meu supervisor o doutor Nélio das Neves Siteo pela atenção prestada em todos os momentos que solicitei, pela contribuição, comentários e incentivo para a melhoria deste trabalho, pela paciência e prontidão na transmissão dos seus conhecimentos desde ao trabalho de campo, análises laboratoriais até a redação do trabalho.

Agradeço a todos os docentes da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras pelo seu fundamental papel que desempenharam durante a minha formação, ao longo desse curso de licenciatura.

Agradeço também a todos os meus amigos que fiz durante essa longa e aventureira caminhada, ao Élio Belito Luís, Jorge Goncalves, Lucas Valente, Chande Amade, Biamine Aboo Bacar, a toda turma de Química Marinha de 2021 pelos momentos de desespero e risadas e pela família da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras e da cidade de Quelimane que ganhei no decorrer do o curso. E agradeço a todos por transformar essa jornada académica em uma emocionante e magica aventura, foi um privilégio enorme vos conhecer, estar com todos vocês e dividir essa jornada com vocês.

Declaração e compromisso de honra

Eu Moisés Ratisso António Sairosse, filho de António Sairosse e de Berta Diquissone, nascido aos 31 de Março de 2002, natural de Sussundenga, província de Manica, portador do BI nº 060105984524A, emitido pelo Arquivo de Identificação Civil da cidade de Chimoio, em 04/05/2021, declaro sob o meu compromisso de honra que esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau académico e que é da minha inteira responsabilidade, as informações contidas no trabalho espelham a realidade dos dados obtidos. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de Licenciatura em Química Marinha, pela Universidade Eduardo Mondlane.

Assinatura:

(Moisés Ratisso António Sairosse)

Resumo

O presente trabalho visa estudar a variação de concentrações de sedimentos em suspensão ao longo do rio Lava no bairro Chuabo Dembe na cidade de Quelimane. As actividades de campo foram realizadas durante os ciclos das marés viva e morta ao longo do rio Lava. Foi feita a colheita de amostras durante um período de 12 horas, concretamente das 6 às 17 horas e as amostras de água foram armazenadas em garrafas plásticas contendo 500 ml de volume. As amostras foram colhidas em dois pontos do canal, concretamente na foz do canal (ponto A) e na ponte de Inhangome (ponto B). Em seguida as amostras foram conservadas e transportadas para o laboratório da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras para a análise e determinação de Sedimentos suspensos, em seguida foram feitas as análises e processamento de dados no Microsoft Excel. De acordo com os resultados observados, durante os ciclos das marés registou-se um valor máximo de concentração de sedimentos suspensos correspondente a 800 mg/L durante a enchente da maré viva e valor mínimo de 200 mg/L durante a vazante da maré viva assim como a maré morta. Os resultados mostraram não haver diferenças significativas entre as médias de sedimentos suspensos nos pontos A (na foz do canal) e B (na ponte de Inhangome). Os resultados mostraram ainda que o fluxo de sedimentos suspensos é maior durante a maré viva em relação a maré morta ao longo do canal.

Palavras-chave: Rio Lava, Estuário Bons Sinais, Concentração de sedimentos suspensos.

Abstract

The present work aims to study the variation of suspended sediment concentrations along the Lava River in the Chuabo Dembe neighbourhood in the city of Quelimane. Field activities were conducted during spring and neap tide cycles along the Lava River. Water samples were stored in plastic bottles containing 500 ml of volume and collected over a period of 12 hours, specifically from 6 am to 5 pm. Samples were collected at two points in the channel, specifically at the mouth of the channel (point A) and at the Inhangome bridge (point B). The samples were then preserved and transported to the laboratory of the Higher School of Marine and Coastal Sciences for analysis and determination of suspended sediments, and then the analyses and data processing were carried out in Microsoft Excel. According to the observed results, during the tidal cycles, the maximum value of suspended sediment concentration corresponding to 800 mg/L was recorded during the spring tide and the minimum value of 200 mg/L during the spring tide and neap tide. The results showed no significant differences between the means of suspended sediments at points A (at the mouth of the channel) and B (at the Inhangome bridge). The results also showed that the flux of suspended sediment is greater during spring tide compared to neap tide along the channel.

Keywords: Lava River, Bons Sinais estuary, Suspended sediment concentration.

Lista de Figuras

Figura 1: Fluxo de água mostrando os diferentes tipos de transporte sedimentar: tração por rolamento ou deslizamento (arrasto), saltação e suspensão.	8
Figura 2: Mapa de Moçambique (a esquerda) e o estuário dos Bons Sinais (a direita) em conexão com o Oceano Índico e abaixo encontra-se o rio lava em conexão com o estuário dos bons sinais.	12
Figura 3: Ilustração do perfil batimétrico da área de estudo respectivamente nos pontos amostrais. ...	14
Figure 4: Ilustração dos materiais de análises laboratoriais. a). Papel de filtro; b). Balança analítica de precisão $d=0.1$ g; c). Dessecador.....	16
Figura 5: A figura mostra a concentração de sedimentos suspensos durante os ciclos da maré viva e morta no ponto A.....	19
Figura 6: A figura mostra a concentração de sedimentos suspensos durante os ciclos da maré viva e morta no ponto B.....	20
Figura 7: Comparação da concentração de sedimentos suspensos nos pontos A e B.....	21

Lista de Tabelas

Tabela 1: Parâmetros utilizados para a análise das concentrações de sedimentos em suspensão (C _{ss}). Fonte: (Lima et, al. 2004).....	11
Tabela 2: Materiais utilizados na amostragem e processamento dos dados.	13
Tabela 3: Período de colecta de amostras de água para a determinação da concentração de sedimentos em suspensão.....	15
Tabela 4: A tabela ilustra o fluxo de sedimentos suspensos em diferentes pontos ao longo do rio Lava.	22

Lista de Equações

Equação 1	14
Equação 2	16
Equação 3	17

Lista de Abreviaturas

°C	Graus Celsius
µm	Micrómetro
G	Gramma
g/L	Gramma por Litro
mg/L	Miligramma por Litro
m/s	Metro por segundo
L	Litro
M	Metro
Km	Quilómetro
S	Sul
E	Este
SS	Sedimentos em Suspensão
C _{ss}	Concentração dos sedimentos em suspensão
ESCMC	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras
V	Velocidade das correntes
q _{s, c}	Fluxo de sedimentos suspensos
A _i	Área inundada de secção transversal
P	Profundidade
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais

Índice

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.1.1. Problematização.....	3
1.1.2. Justificativa.....	3
1.2. Objectivos.....	4
CAPÍTULO II	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Rios tributários	5
2.2. Estuário.....	5
2.2.1. Classificação dos estuários	5
2.3. Sedimento.....	6
2.4. Erosão.....	6
2.5. Transporte de sedimentos.....	7
2.6. Sedimentos em suspensão	9
2.6.1. Transporte de sedimentos suspensos	9
2.6.2. Classificação da concentração de sedimentos suspensos	10
2.6.3. Impactos dos sedimentos suspensos.....	11
CAPÍTULO III	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1. Metodologia	12
3.1.1. Localização e caracterização da área de estudo.....	12
3.1.2. Materiais	13
3.1.3. Determinação da área da secção transversal do rio Lava	13
3.1.4. Medição <i>in situ</i>	15

3.1.5.	Determinação das concentrações dos sedimentos em suspensão	15
3.1.6.	Comparação das concentrações de sedimentos suspensos ao longo dos pontos amostrais	16
3.1.7.	Calculo do fluxo de sedimentos em suspensão	17
CAPÍTULO IV		18
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1.	Resultados	18
4.1.1.1.	Concentração de sedimentos suspensos no ponto A.....	18
4.1.1.2.	Concentração de sedimentos suspensos no ponto B.....	19
4.1.1.3.	Comparação de sedimentos suspensos no ponto A e B	21
4.1.1.4	Fluxo de sedimentos suspensos durante a maré viva e morta ao longo do rio lava	21
4.2.	Discussão.....	22
4.2.1.	Variações das concentrações de sedimentos suspensos ao longo do rio lava durante os ciclos da maré viva e morta	22
4.2.2.	Comparação de sedimentos suspensos no ponto A e B.....	23
4.2.3.	Fluxo de sedimentos suspensos	23
4.2.4.	Classificação da Concentração de Sedimentos Suspensos.....	23
CAPÍTULO V		25
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	25
5.1.	Conclusões	25
5.2.	Recomendações	25
6.	Referencias bibliográficas.....	26
ANEXOS.....		30

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

1.1. Introdução

Os estuários são compreendidos como ambientes sedimentares costeiros localizados na interface continente-oceano, influenciados fortemente pela acção das marés (Machado, 2011). A sua evolução depende da interacção entre parâmetros geomorfológicos, sedimentares e hidrodinâmicos, sendo a actividade biológica uma condicionante fundamental na manutenção do sistema. São por excelência criadouros naturais de vários organismos aquáticos, os quais dependem da qualidade da água como um dos factores importantes para a manutenção do ciclo vital (Ramos & Castro, 2004), pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem e podem vir a receber aportes significativos por acção antrópica.

O estuário Bons sinais é caracterizado por apresentar várias bacias tributárias que tem contribuindo bastante na disponibilidade de nutrientes e sedimentos suspensos no estuário, podendo contribuir na produtividade primária e desenvolvimento do ecossistema estuarino (Miguel, 2022). É um estuário que sofre influência das marés que por sua vez afectam a dinâmica de sedimentos suspensos contribuindo no seu aumento (Muholove 2019). As correntes originadas pelas marés desempenham um papel importante no transporte de sedimentos nas praias, principalmente nas zonas estuarinas e lagunares e nas desembocaduras dos rios (Folha, 2011).

Por sua vez, o estuário Bons Sinais é considerado de extrema importância na produtividade primária, devido às elevadas concentrações de nutrientes, além de constituírem o habitat natural dos peixes, sendo ambientes de desova de muitas espécies de peixes de valor comercial, pelo que os estudos relacionados a qualidade de água e as suas características hidrodinâmicas são de extrema importância (Andarusse, 2023).

Compreende-se por rio tributário um pequeno canal de drenagem, onde as águas das chuvas escoam superficialmente para as partes mais baixas do terreno, aumentando o volume da água e formando rios maiores até desembocarem no oceano (Teodoro et al., 2007). Por sua vez, o rio Lava é um importante canal tributário de drenagem que supre o estuário Bons Sinais de água fluvial contribuindo assim no

transporte de sedimentos e nutrientes para o estuário Bons sinais que depois desembocam no Oceano Índico (Miguel, 2022).

No decorrer do tempo, tem se registado um intenso transporte de sedimentos suspensos nos estuários através da actividade humana. As acções irracionais do homem tais como o desmatamento, a poluição, a degradação excessiva da mata, do solo e da água têm intensificado os impactos ambientais de forma negativa trazendo grandes prejuízos (Brito et al., 2009). Por sua vez, o conhecimento da qualidade de água de uma bacia hidrográfica é de extrema importância, uma vez que fornece informações sobre as condições dos factores limnológicos da bacia e as actividades antrópicas, que apresentam potenciais riscos aos recursos presente nestes ecossistemas (Ferreira et al., 2013).

Portanto, o presente trabalho visa na determinação das concentrações de sedimentos transportados em suspensão no rio Lava, afim de avaliar a variação das concentrações desses sedimentos suspensos. E esse trabalho poderá contribuir na compreensão e transmissão de conhecimentos sobre a dinâmica desses sedimentos em suspensão no rio Lava, tendo um contributo importante na compreensão e no monitoramento dos impactos ambientais de sedimentos suspensos ao ecossistema aquático.

1.1.1. Problematização

A intensificação de actividades antrópicas constitui um problema na alteração das concentrações de sedimentos em suspensão nos estuários, podendo causar desequilíbrio do ecossistema como, a alteração da qualidade da água dos ambientes estuarinos, a morte e migração das espécies (Castro & Almeida, 2012).

Portanto, o rio Lava bem como o estuário Bons sinais, vêm sofrendo erosão nas suas margens e este problema tem se intensificado a cada dia tendo uma contribuição antrópica através do embargue e desembargue dos barcos de pesca, e também pela acção natural como as correntes de maré que fazem parte do conjunto de factores que contribuem para a erosão através do arrastamento de partículas que ficam retidas nas margens do estuário provenientes da erosão costeira (Muholove, 2019). A erosão costeira, tem influenciado o aumento dos sedimentos em suspensão que consequentemente afectam a qualidade da água dificultando a penetração da luz na coluna de água podendo limitar a produção primária no canal e no estuário dos bons sinais (Xieo, 2017). Além disso, as actividades humanas como a construção de pontes também tem um impacto directo na dinâmica de transporte de sedimentos, tanto de fundo como em suspensão (Queiroz *et al.*, 2024), como é o caso da ponte de Inhangome. E altas concentrações de sedimentos suspensos podem obstruir as brânquias de peixes e outros organismos aquáticos, dificultando a respiração e, em casos extremos, levando à morte por asfixia (Wood, 1991).

Mediante a relevância e escassez de informações e estudos realizados acerca do fluxo de sedimentos em suspensão ao longo do rio Lava, surge a seguinte questão:

Qual é a concentração de sedimentos transportados em suspensão ao longo do rio Lava em direcção ao estuário dos Bons Sinais?

1.1.2. Justificativa

O estudo das concentrações dos sedimentos em suspensão pode ser vital para sobrevivência e bem estar dos seres vivos que dependem deste ambiente, pois quando presentes em excesso na coluna de água podem causar morte de animais, prejudicando a respiração, estruturas de alimentação e reduzir a fotossíntese devido a diminuição da penetração da luz solar (Clark, 2001).

Estudar a concentração de sedimentos em suspensão é, portanto, essencial para entender e gerir os impactos ambientais associados à sedimentação. Esse conhecimento é vital para proteger a saúde dos

ecossistemas aquáticos, garantir a qualidade da água e desenvolver estratégias de gestão e conservação eficazes. No entanto, é evidente a necessidade de fazer-se estudos relacionados transporte de sedimentos suspensos, pois os sedimentos suspensos estão directamente ligados a qualidade da água.

Portanto são escassas as informações sobre o fluxo das concentrações de sedimentos em suspensão ao longo do rio Lava, e é nessa perspectiva que surgiu a necessidade de se realizar este estudo que irá contribuir nas diversas investigações científicas decorrentes no estuário dos Bons Sinais, além de ser fundamental na compreensão de ambientes aquáticos de modo a garantir o monitoramento e a preservação dos processos biológicos nos ecossistemas, buscando o equilíbrio entre a produtividade das espécies e o desenvolvimento social.

1.2. Objectivos

Geral

- ❖ Estudar a variação de concentrações de sedimentos transportados em suspensão na desembocadura do rio Lava para o estuário Bons sinais.

Específicos

- ✓ Determinar as concentrações de sedimentos em suspensão durante a maré viva e morta nos pontos A (na foz do rio) e ponto B (na ponte de Imhangome);
- ✓ Determinar o fluxo de sedimentos suspensos durante a maré viva e morta.

CAPÍTULO II

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Rios tributários

Rios tributários são cursos de água menores que drenam sua água em rios principais, formado nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas escoam superficialmente formando rios maiores (Barrella, 2001).

Rio tributário é um canal que possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de um rio, vários tributários formam um rio principal (Faustino, 1996). Os rios são as principais vias de entrada de materiais dos continentes para os oceanos.

O material de origem no intemperismo de rochas e solos é transportado pelo fluxo de água drenado em bacias hidrográficas. As zonas costeiras e suas bacias hidrográficas interagem funcionalmente por meio de fluxos hidrológicos, transportando sedimentos e substâncias dissolvidas (Crossland *et al.*, 2005).

2.2. Estuário

Estuário é um corpo de água costeiro, parcialmente fechado, com uma ligação livre ao oceano, situado na parte terminal de uma bacia hidrográfica, onde no seu interior a água salgada marinha se dilui de forma mensurável com a água doce fluvial (Pritchard, 1967). Dado que muitas vezes os estuários se encontram a uma curta distância das cidades, esta proximidade contribui para que nas margens estuarinas se desenvolvam diversas actividades urbanas, industriais e agropecuárias, sendo os estuários utilizados como meio receptor dos efluentes destas actividades, o que poderá afetar a sua qualidade ecológica, particularmente quando o tratamento dos efluentes descarregados é insuficiente (Belkin & Colwell, 2005).

2.2.1. Classificação dos estuários

Segundo Pritchard (1967) os estuários quanto à sua origem podem ser classificados em:

1. **Estuários de planície costeira:** estão amplamente distribuídos ao redor do mundo apresentando uma forma irregular. São típicos de regiões de planície costeira e formaram-se durante a elevação Holocénica, que inundou os vales dos rios. O ritmo da inundação foi mais acentuado do que a

sedimentação tornando a sua forma actual muito semelhante ao vale do rio. Estes estuários são relativamente rasos, raramente excedendo 30 m de profundidade e orientam-se perpendicularmente à linha de costa;

2. **Estuários barrados por restingas:** estes estuários são distinguidos pela presença de uma barreira arenosa formada por processos de deposição costeira restringindo as embocaduras do estuário. Estes estuários são geralmente mais rasos que os anteriores, e devido a restrição ao fluxo de maré imposta pela barreira arenosa, a ação das correntes e ondas é restrita a embocadura. Esta sofre mudanças sazonais de posição e morfologia devido a variação da vazão fluvial, intensidade e frequência de tempestades.
3. **Estuário de pântanos salgados:** são normalmente caracterizados pela ausência de uma vazão fluvial significativa e por extensas áreas de entre marés colonizadas por vegetação. O estuário propriamente dito consiste de canais de drenagem, onde a circulação de água é dominada pelas correntes de maré. A rede bem definida de canais de maré conecta-se ao oceano através de uma ou mais aberturas na restinga, com profundidades em torno de 10 m.
4. **Fiordes** são vales profundos (até 800 m) entalhados no gelo, com secção transversal em "U", com depósitos de Moriana localizados junto a embocadura e onde a profundidade varia de 10 a 90 metros.

2.3. Sedimento

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 (Melo, V.F *et al.*, 2002).

2.4. Erosão

A erosão é o fenômeno de desgaste dos solos e rochas, com desagregação, deslocamento ou arrasto das partículas. Os processos erosivos são muito complexos e dependentes de diversos fatores, como: água,

temperatura, topografia, tipo de solo, cobertura vegetal, entre outros. Além de aspectos naturais, reconhece que as ações antrópicas intensificam significativamente a erosão nas bacias hidrográficas (Wan *et al.*, 2015). Esses fatores são chamados de agentes erosivos e correspondem aos elementos do meio físico que causam, ou afetam diretamente a erosão (Carvalho, 2008).

A erosão é um problema que atinge áreas sociais, técnicas e ambientais. 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 (Carvalho, 2008). 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.

Nem todo material sólido removido pelo processo erosivo dentro de uma bacia hidrográfica rompe as fronteiras destas, devido ao grau de seletividade dos grãos de cada modalidade de erosão e à dinâmica hidrológica dos canais de drenagem. A totalidade do material removido é chamada de erosão total; enquanto que a quantidade de sedimento removido carregado para fora da área de drenagem constitui a erosão efetiva. (Silva, et al, 2003).

2.5. Transporte de sedimentos

O transporte sedimentar pode ser definido como o deslocamento de material na superfície terrestre, ocasionado por variados agentes de transporte (água, vento, gravidade e homem) (Felix & Horn, 2020).

Os mecanismos envolvidos no transporte de partículas em ambientes glacial, fluvial, eólico, marinho e litorâneo serão abordados de forma pormenorizada em capítulos específicos posteriormente. No entanto, cabe destacar que, de acordo com a granulometria, a massa e coesão entre partículas, relacionadas com a força tangencial e o tipo de agente envolvido, o transporte pode ocorrer por tração, saltação, suspensão, dissolução e queda (Felix & Horn, 2020).

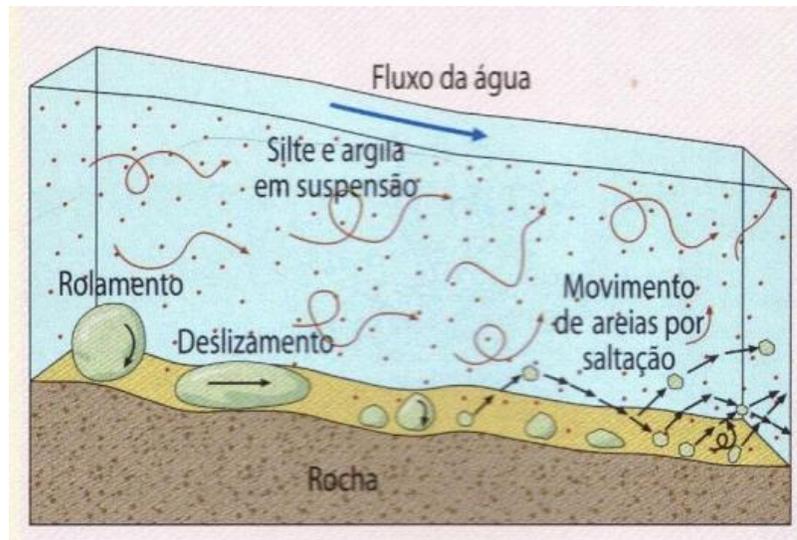


Figura 1: Fluxo de água mostrando os diferentes tipos de transporte sedimentar: tração por rolamento ou deslizamento (arrastro), saltação e suspensão. <http://supercraniosdageologia.blogspot.com/2008/02/modos-de-transporte.html>.

- a) **Tração** - pode ocorrer em meios subaéreos e subaquosos e refere-se à carga de fundo ou de base, composta por partículas de granulometria a partir de seixo, que são arrastadas ou roladas pelo agente transportador.
- b) **Saltacção** - refere-se às partículas arenosas e granulosas que deslizam e saltam ao longo do fluxo, podendo ocorrer em meios subaéreos e subaquosos, tocando ciclicamente a superfície de fundo ou de base.
- c) **Suspensão** - refere-se às partículas de tamanho silte e argila, que são carreadas pelos agentes, podendo ocorrer em meios subaéreos e subaquosos, sem tocar na superfície de fundo ou de base, permanecendo em suspensão pelo turbilhonamento da corrente.
- d) **Dissolução** - ocorre quando a carga sedimentar entra em solução química com o agente aquoso, tornando-se parte constituinte dos fluxos em meios subaquosos.
- e) **Queda** - refere-se a partícula que se desprende da matriz por força externa (gravidade), ocasionando as correntes de turbidez, quedas de blocos e avalanches. Quando a queda da partícula ocorre em meio aquoso, denomina-se decantação.

2.6. Sedimentos em suspensão

Todas as bacias hidrográficas naturais contêm uma carga de material em suspensão, que é composto por materiais orgânicos e inorgânicos. Esse material em suspensão é diverso tanto em origem quanto em composição e inclui partículas minerais de origem terrígena, plâncton, detritos, cinza vulcânica, partículas autogênicas resultantes de reações químicas e partículas de origem antropogênicas. O material particulado é todo material retido por um filtro de malha 0,4 µm na filtragem de uma amostra de água. Esse limite é determinado mais pela capacidade de distinguir visualmente o material retido no filtro do que por propriedades químicas (Carvalho, 2013).

A concentração dos sedimentos em suspensão em águas costeiras é geralmente maior do que no oceano aberto, isso se deve principalmente ao aporte terrígeno e a ressuspensão do leito marinho por ondas e correntes. O destino dos sedimentos em suspensão é controlado pela dinâmica do estuário, principalmente através da hidrodinâmica forçada pelas marés (Cancino & Neves, 1999). As maiores concentrações dos sedimentos em suspensão são encontradas nas áreas em que há mais degradação da vegetação, prática de actividades agrícolas e descarga dos rios (Cabral *et al.*, 2005).

2.6.1. Transporte de sedimentos suspensos

O transporte de sedimentos nos estuários é bastante diferente em relação ao que se passa no rio, nestes ambientes, a descarga fluvial encontra a maré, e a corrente desta assume um papel gerador de turbulência. A partir deste momento existe apenas um pequeno período de tempo entre a subida e a descida da maré cuja turbulência é mínima, nesse intervalo de tempo, os sedimentos mais pesados têm a possibilidade de se depositarem no leito do estuário (Delgado, 2011). O transporte de sedimentos em suspensão se dá de maneira bastante heterogênea no tempo, variando rapidamente em resposta a eventos hidrológicos de curta duração, Schettini (2000), as marés e as ondas também alimentam o estuário com sedimentos, geralmente mais grossos, provenientes dos oceanos (Bell *et al.*, 2000).

O transporte de sedimentos em um rio é um processo transitório, devido a mudanças no escoamento (Wang *et al.*, 2008). “As partículas dentro de um escoamento qualquer são erodidas ou sedimentam-se. A situação intermediária é o transporte para jusante (Medeiros & Cordero, 2008). Com estas palavras permite-se entender que o transporte de sedimentos engloba todo o processo situado entre a erosão e a deposição do sedimento. Os sedimentos têm origem na erosão da bacia, na erosão do leito e margens dos rios. As partículas erodidas que chegam ao rio podem ser transportadas em suspensão no meio líquido

ou pelo leito. Os sedimentos em suspensão se movimentam com a velocidade da corrente de água (Marcelino, 2009). O comportamento fluvial em relação à concentração dos sedimentos em suspensão nos rios obedece a uma tendência de aumento da concentração de sedimentos em suspensão conforme aumenta a vazão (Stevaux & Latrubesse, 2017).

Segundo Carvalho (2008), o transporte de sedimentos ocorre principalmente em época chuvosa ou durante fortes precipitações, correspondendo cerca de 80% de todo sedimento transportado no curso de água. Além de fatores como a precipitação, Mohammad *et al.* (2016) e Silva *et al.* (2005), expõem que a carga de sedimentos nos rios é influenciada pelo tipo de solo, cobertura vegetal, uso da terra e topografia da bacia hidrográfica. No rio, devido a grande energia de fluxo de corrente os sedimentos são transportados, porém quando essa corrente chega a um determinado reservatório o fluxo diminui e o sedimento é depositado (Peixoto 2019).

O transporte de sedimentos na água é governado pela relação entre a capacidade de carregamento do escoamento e a força necessária para deslocar as partículas. As partículas mais finas e leves precisam de menos quantidade de energia que as partículas mais pesadas para serem carregadas. Escoamentos muito velozes e turbulentos possuem grande capacidade de carregamento, deslocando partículas finas e grossas, já com a diminuição da velocidade, o transporte de sedimentos se torna mais seletivo. Assim, os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos são dependentes da granulometria do material particulado presente na bacia (Rocha, 2016)

No canal tributário do Chuabo dembe (rio Lava), verifica-se uma ocorrência da velocidade das correntes maior durante a vazante, tendo maior velocidade nas marés vivas em relação as mortas. O balanço do fluxo total entre os dois tipos de maré mostra que os sedimentos fluem mais em direção ao canal à dentro com um valor estimado de cerca de +553,965 g/s (Xieo, 2017).

2.6.2. Classificação da concentração de sedimentos suspensos

A classificação das concentrações de sedimentos suspensos, foi feita com base no método descrito por (Lima *et al.* 2004), que classifica as concentrações de sedimentos suspensos em cinco (5) categorias (muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta) de acordo com a sua quantidade, como pode-se observar na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros utilizados para a análise das concentrações de sedimentos em suspensão (C_{ss}).

Fonte: (Lima *et, al.* 2004)

Classificação	C_{ss} (mg/L)
Muito baixa	< 50
Baixa	50 – 100
Moderada	100 – 150
Alta	150 – 300
Muito alta	> 300

2.6.3. Impactos dos sedimentos suspensos

Dentre muitos distúrbios causados pelos sedimentos em suspensão, destaca-se o aumento da turbidez da água em decorrência do aporte de sedimentos aos mananciais e consequente aumento de partículas em suspensão. Tais partículas, além de comprometer a produção primária aquática, pela dificuldade que oferece à penetração da radiação solar, podem afetar drasticamente a dinâmica de populações de moluscos que utilizam a filtração como seu mecanismo de alimentação (Neves, 2010).

3.1.2. Materiais

Tabela 2: Materiais utilizados na amostragem e processamento dos dados.

MATERIAL	DESCRIÇÃO
Garrafas plásticas	Volume de 500 ml
Barco a motor	-
Lápis	HB
Folhas A4	-
Esferográfica	-
Papel de filtro	Serie de 934-AH, 47 μ m de porosidade e 0,45 mm de diâmetro
Balança analítica	Precisão d = 0.1 g
Estufa	Serie 6000 e precisão de 250 °C
Funil	-

3.1.3. Determinação da área da secção transversal do rio Lava

A área da secção transversal foi obtida a partir de dados da distância entre as margens do canal e profundidade nos pontos A (na foz do canal) e ponto B (na ponte de Inhangome). Primeiramente, mediu-se a distancia entre as margens do canal (Largura), obtendo 64 metros de largura no ponto A e 68 metros de largura no ponto B, e posteriormente mediu-se a profundidade em cada ponto. Nos pontos amostrais, as áreas da secção transversal do canal foram obtidas através de medições feitas com ajuda de uma corda de modo a ter-se um alinhamento das áreas como no caso do ponto B (na ponte de Inhangome) a corda foi amarrada nas duas extremidades da ponte. Depois a corda foi dividida em secções com o distanciamento de 2 metros de uma secção para a outra. No ponto A, a corda foi dividida em 32 secções e no ponto B a corda foi dividida em 34 secções. Após feita a divisão da corda em secções, fez-se a

medição da profundidade em cada secção. E com ajuda do software Matlab R13a, foi possível o plot da topografia das áreas da secção transversal do canal nos pontos selecionados (figura 3).

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:

$$A_i = P \times L \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

A_i → Área inundada da maré da secção transversal (m^2); P → Profundidade (m); L → Largura da secção transversal (m).

A figura 3 ilustra o perfil batimétrico da área de estudo respectivamente nos pontos amostrais, onde no ponto A o canal apresenta 64 metros de largura e 10.8 metros de profundidade, podendo ocupar uma área correspondente a 174,04 m^2 . No ponto B, o canal apresenta 68 metros de largura e 7,11 metros de profundidade, podendo também ocupar uma área correspondente a 179,03 m^2 .

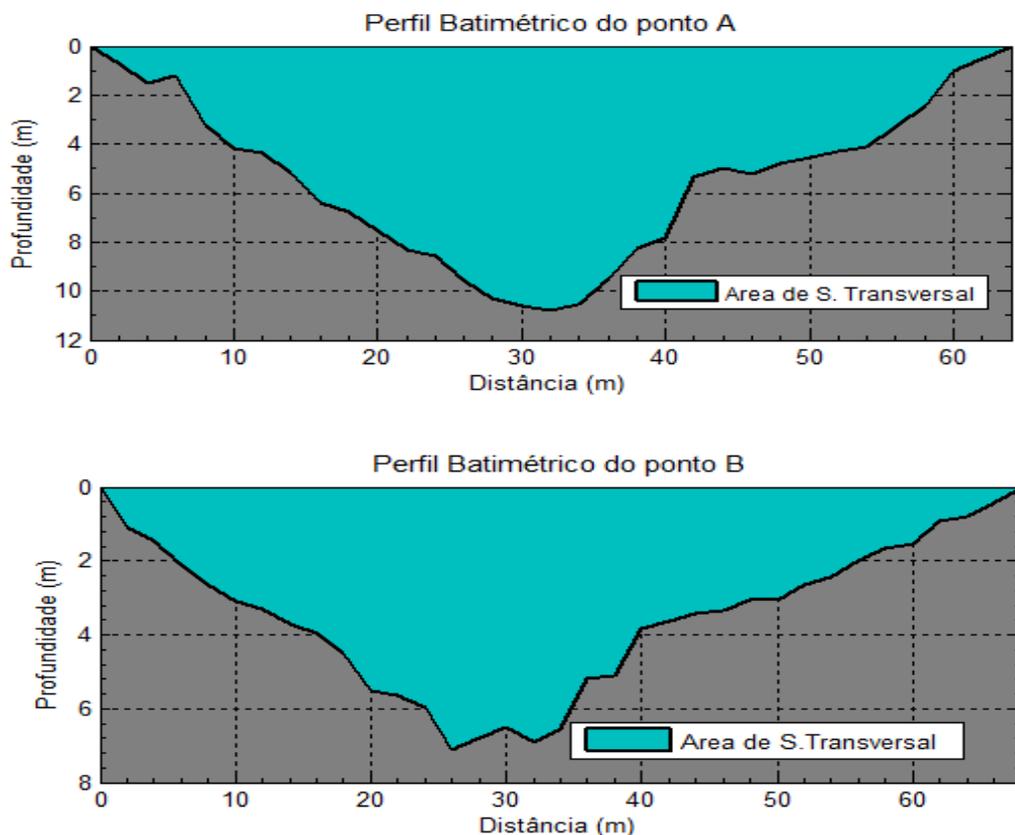


Figura 3: Ilustração do perfil batimétrico da área de estudo respectivamente nos pontos amostrais.

3.1.4. Medição *in situ*

As actividades de campo foram realizadas durante os ciclos das marés viva e morta ao longo do rio Lava, e as amostras foram colhidas em dois pontos concretamente, no **ponto A** (na Foz do canal) e **ponto B** (na ponte de Inhangome). Foi feita a colheita de amostras durante um período de 12 horas, concretamente das 6 às 17 horas, com intervalo de 1 hora, e em seguida as amostras de água foram armazenadas em garrafas plásticas contendo 500 ml de volume.

Tabela 3: Período de colheita de amostras de água para a determinação da concentração de sedimentos em suspensão.

Data	Horas	Actividade	Tipo de maré
06/06/2024	6:10 ás 17:10	Coleta de amostras de água para determinação de Css.	Maré viva
13/06/2024	6:10 ás 17:10	Coleta de amostras de água para determinação de Css.	Maré morta
Coordenadas	Ponto A	Latitude: 17°52'21.59"S; Longitude: 36°51'22.00"E	
	Ponto B	Latitude:17°52'42.61"S; Longitude: 36°51'25.05"E	

3.1.5. Determinação das concentrações dos sedimentos em suspensão

Para determinar as concentrações dos sedimentos em suspensão, numa primeira fase foi feita a pesagem dos filtros secos de 0.45µm na balança analítica com precisão de d=0.1g e o peso do papel do filtro de 0.45µm foi considerado como peso inicial (P1). Em seguida, o papel de filtro foi introduzido num Funil de vidro fixado a um Erlenmeyer e depois foi feita a filtração de cada amostra de água. Após realizada a filtração de cada amostra de água, os filtros com sedimentos foram colocados nas placas de vidro previamente catalogados e levados a uma Estufa de série 6000 e com uma precisão de 250 °C, e colocados a uma temperatura igual a 100°C para a secagem dos mesmos por um período de 1 hora com o objetivo de obter os sedimentos em suspensão. Após o período de secagem, as amostras foram retiradas da Estufa e resfriadas até atingir a temperatura ambiente, e posteriormente foi feita a pesagem final (P2) do papel de filtro contendo sedimentos.

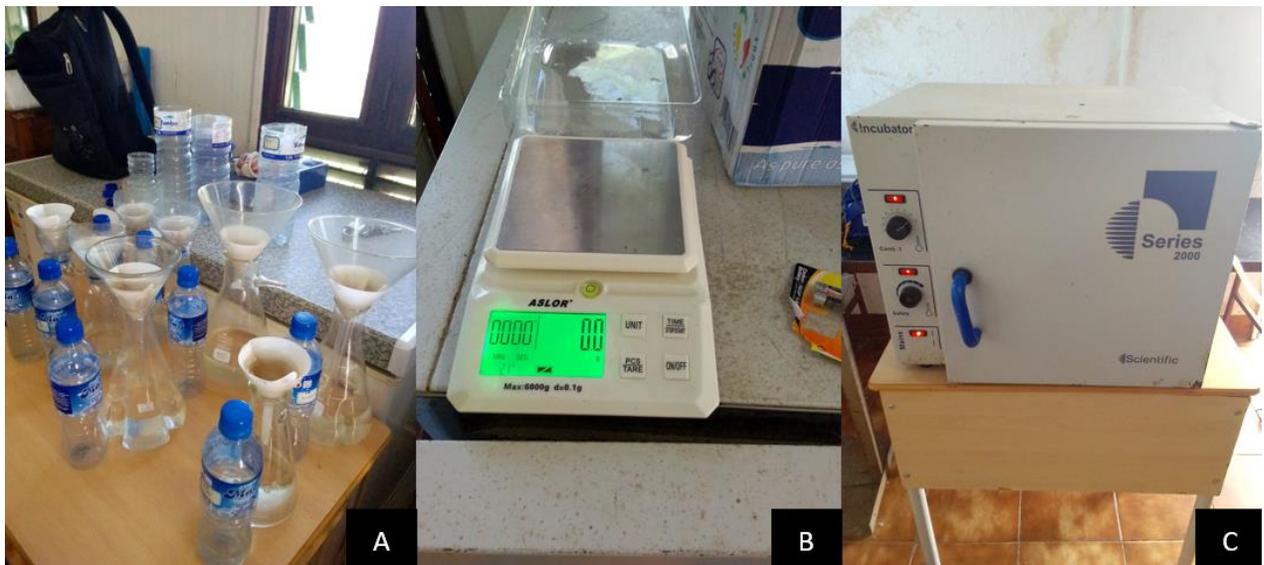


Figura 4: Ilustração dos materiais de análises laboratoriais. a). Papel de filtro; b). Balança analítica; c). Estufa.

As concentrações dos sedimentos em suspensão foram determinadas a partir da equação, descrita por (Peixoto 2019).

$$C_{ss} = \frac{P_2 - P_1}{V} \quad \text{Equação 2}$$

C_{ss}: Concentração dos sedimentos em suspensão (mg/L);

P₁: corresponde ao peso do papel de filtro (mg);

P₂: corresponde ao peso da amostra após secagem (mg);

V: Volume da amostra de água coletada (L).

3.1.6. Comparação das concentrações de sedimentos suspensos ao longo dos pontos amostrais

A comparação de sedimentos suspensos ao longo dos pontos amostrais foi feita com base no teste estatístico (teste-t), para a comparação das médias com variâncias desiguais com nível de confiança de 95%.

Após a comparação das médias, usou-se o método descrito por Neto (2008) para a comparação de duas médias que diz que, se o P-value for menor que 0.05 há diferença significativa entre as médias e se for maior não há diferença significativa entre as médias.

Calculo do fluxo de sedimentos em suspensão

Para o cálculo do fluxo de sedimentos suspensos, primeiramente foram adquiridos dados de velocidade das correntes a partir das literaturas, e usou-se dados de velocidade das correntes descritos por Xieo (2017) para estimar o fluxo de sedimentos suspensos. Em seguida usou-se a expressão abaixo que relaciona a vazão e a concentração de sedimentos em suspensão usada por Medeiros *et al*, (2007).

$$q_{s,c} = C_{ss} \times A \times v \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

$q_{s,c}$ - Fluxo de sedimentos suspensos (g/s);

C_{ss} – Concentração de sedimentos suspensos;

A – Área de secção transversal (m²);

V – Velocidade média das correntes.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados

4.1.1. Concentrações de sedimentos em suspensão ao longo do rio Lava

4.1.1.1. Concentração de sedimentos suspensos no ponto A

A figura 5 mostra a variação da concentração de sedimentos suspensos em função do tempo durante os ciclos da maré viva e morta no ponto A. Onde durante a maré viva a concentração de sedimentos suspensos, variou de 200 mg/l á 600 mg/l durante a vazante e variou de 200 mg/l á 600 mg/l durante a enchente respectivamente. O valor máximo da concentração de sedimentos suspensos registado foi de 600 mg/l durante a preia mar com elevação da maré de 4.7 metros concretamente no período das 16 horas e o mínimo valor de concentração de sedimentos suspensos registado foi de 200 mg/l durante a baixa mar com elevação da maré de 0.7 metros no período das 10 e 11 horas.

Durante a maré morta, a concentração de sedimentos suspensos variou de 200 mg/l a 600 mg/l na enchente e também de 200 mg/l à 600 mg/l durante a vazante respectivamente. O valor máximo de sedimentos suspensos registado foi de 600 mg/l durante a preia mar com elevação da maré de 3.2 metros pelas 8 horas e foi registado um valor mínimo de 200 mg/l durante a baixa mar com elevação da maré de 1.6 metros no período das 15 horas.

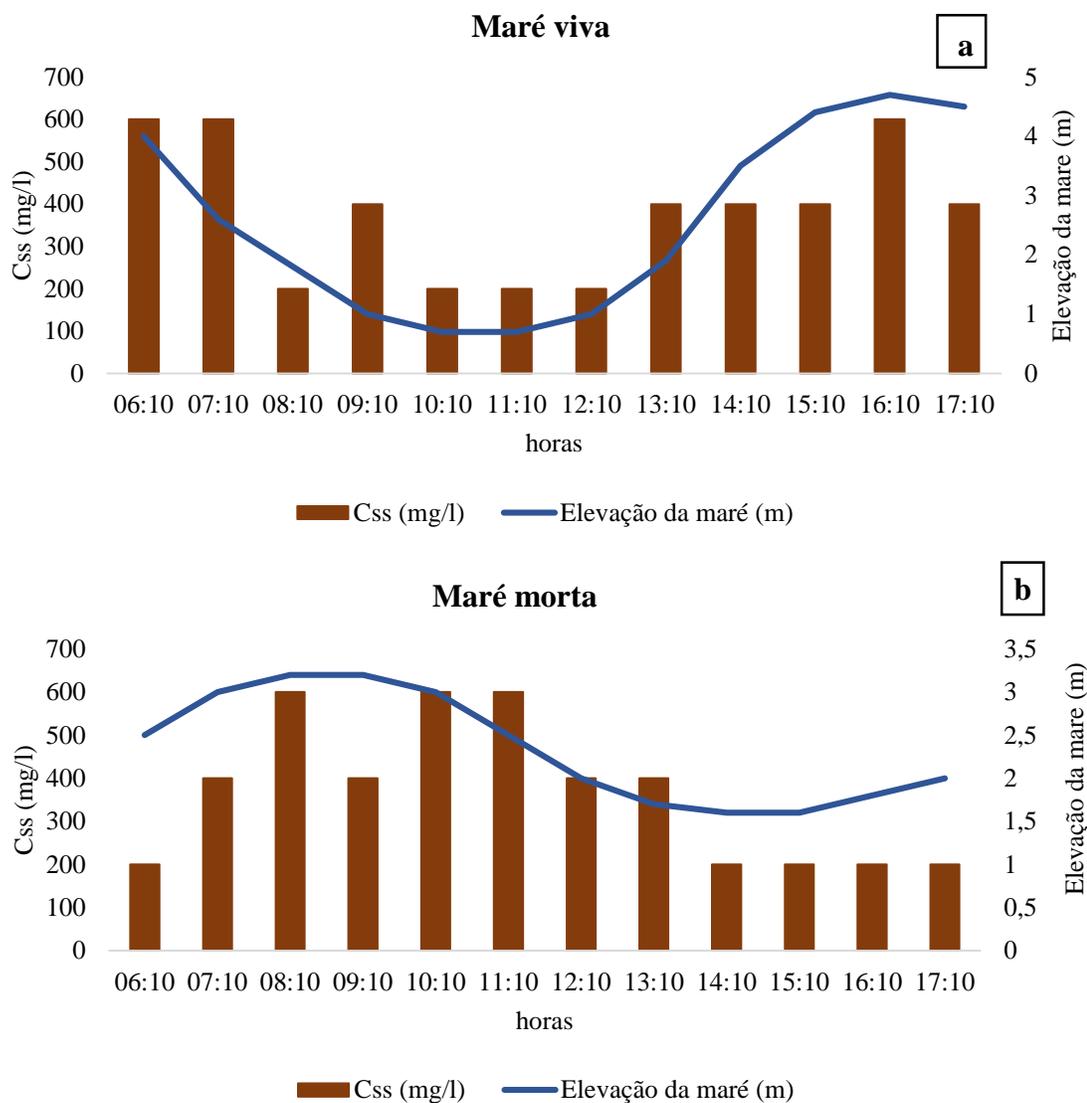


Figura 5: A figura mostra a concentração de sedimentos suspensos durante os ciclos da maré viva (figura 5.a) e morta (figura 5.b) no ponto A.

4.1.1.2. Concentração de sedimentos suspensos no ponto B

A figura 6 mostra a variação da concentração de sedimentos suspensos em função do tempo durante os ciclos da maré viva e morta no ponto B do rio Lava. Onde registou-se a variação de concentração de sedimentos suspensos de 200 mg/l à 600 mg/l durante a vazante e de 200 mg/l à 800 mg/l durante a enchente da maré viva. O valor máximo de sedimentos suspensos registado foi de 800 mg/l durante a enchente no período das 13 e 15 horas com elevação da maré de 1.9 metros e 4.4 metros, e o mínimo valor registado foi de 200 mg/l durante a baixa mar com elevação da maré de 0.7 metros no período das 11 horas.

Durante a maré morta, a concentração de sedimentos suspensos variou de 200 mg/l á 600 mg/l na enchente e registou-se um valor constante de 200 mg/l durante a vazante da maré morta no ponto B. E registou-se ainda, um valor máximo de sedimentos suspensos de 600 mg/l durante a preia mar com elevação da maré de 3.2 metros pelas 8 e 9 horas respetivamente, e um valor mínimo de 200 mg/l durante toda vazante até a baixa mar com elevação de 1.6 metros pelas 14 horas.

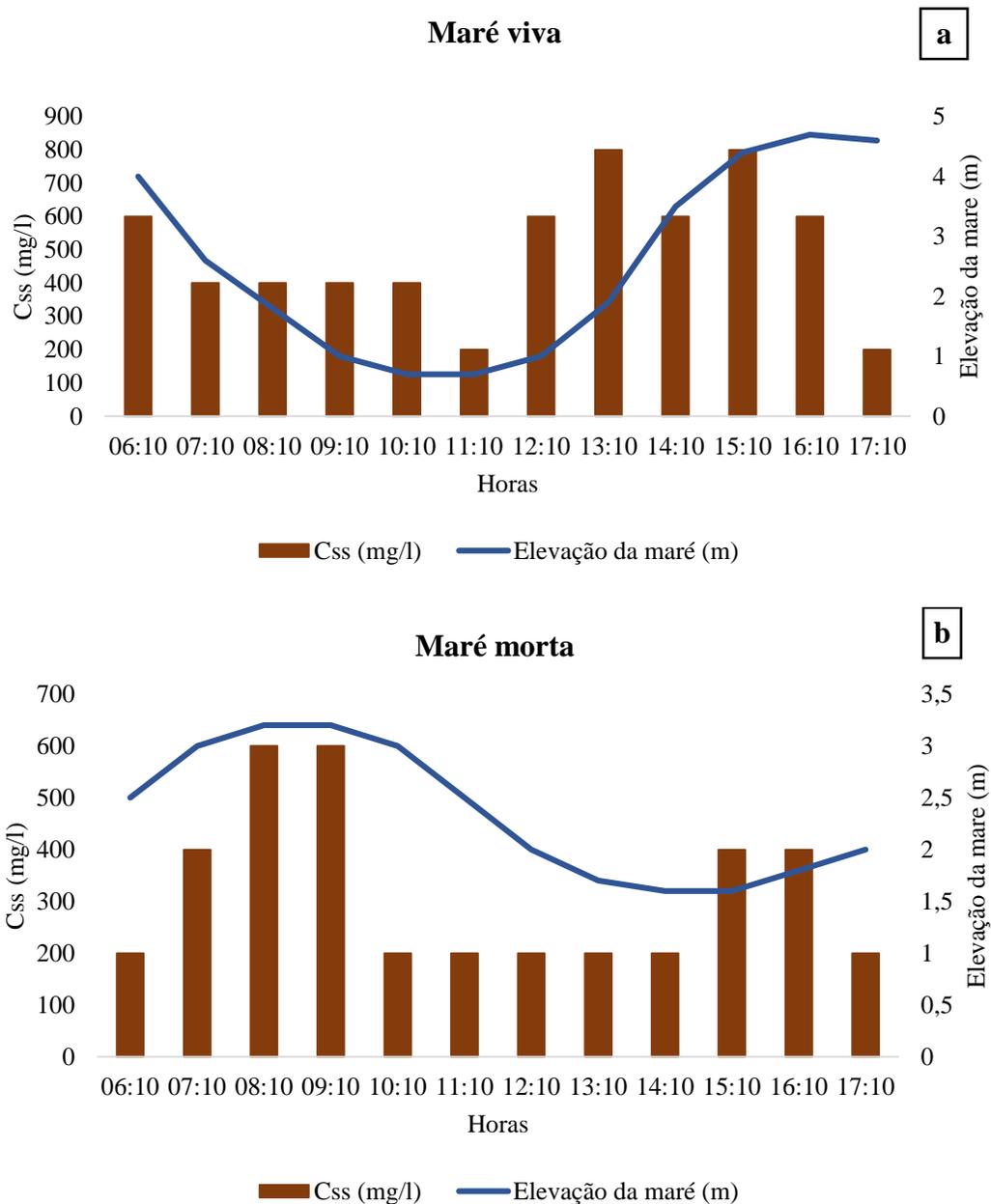


Figura 6: A figura mostra a concentração de sedimentos suspensos durante os ciclos da maré viva (figura 6.a) e morta (figura 6.b) no ponto B.

4.1.1.3. Comparação de sedimentos suspensos no ponto A e B

A figura 7 mostra as médias das concentrações de sedimentos suspensos transportados ao longo do rio Lava nos pontos A e B durante os ciclos da mare viva e morta respectivamente.

Registou-se médias correspondentes a 383.3 mg/l e 366.7 mg/l durante a mare viva e morta no ponto A, e médias correspondentes a 500 mg/l e 316.7 mg/l durante a mare viva e morta no ponto B. Portanto, as análises estatísticas mostraram não haver diferenças significativas entre as médias de sedimentos suspensos nos pontos A (na foz do canal) e B (na ponte de Inhangome) durante o ciclo da maré morta ($P > 0.05$).

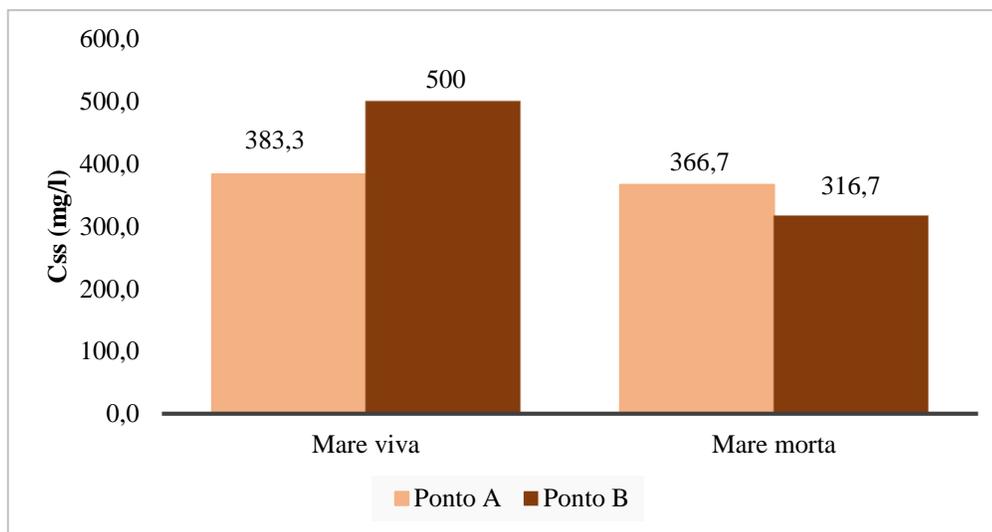


Figura 7: Comparação da concentração de sedimentos suspensos nos pontos A e B.

4.1.1.4 Fluxo de sedimentos suspensos durante a maré viva e morta ao longo do rio lava

A tabela 4 mostra o fluxo de sedimentos suspensos registados ao longo do canal. Onde registou-se um fluxo de sedimentos suspensos durante a maré viva no ponto A correspondente a 30019.29 mg/s e o ponto B com 40281.75 mg/s. Durante a maré morta, foi registado no ponto A um fluxo de 15955.12 mg/s e no ponto B um fluxo de 14174.70 mg/s.

Tabela 4: A tabela ilustra o fluxo de sedimentos suspensos em diferentes pontos ao longo do rio Lava.

Local	Tipo de maré	Fluxo de sedimentos (mg/s)
Ponto A	Maré viva	30 019.29
	Maré morta	15 955.12
Ponto B	Maré viva	40 281.75
	Maré morta	14 174.70

4.2. Discussão

4.2.1. Variações das concentrações de sedimentos suspensos ao longo do rio lava durante os ciclos da maré viva e morta

Apesar de ter se registado valores muito altos de concentrações de sedimentos suspensos, os resultados do presente estudo, mostram não haver uma variação significativa da concentração de sedimentos suspensos nos pontos A (na foz do canal) e ponto B (na ponte de Inhangome). Os valores máximos de concentração de sedimentos em suspensão foram observados no ponto B durante a maré viva no período da enchente. Por sua vez, Muholove (2019) encontrou em seu estudo resultados semelhantes que indicaram o registo de maiores valores de concentração de sedimentos suspensos durante a enchente da maré viva e ele salienta que esse facto pode estar relacionado a maior velocidade da corrente durante a enchente influenciada pela topografia do fundo.

Delgado (2011) afirma que nos estuários dominados pelas marés, regista-se um aumento na velocidade das correntes assim como o seu tamanho em escalas temporais, facilitando a dominância das marés. Por sua vez Xieo (2017) encontrou em seus resultados uma correlação positiva entre a velocidade das correntes de maré e o transporte de sedimentos suspensos indicando a influência das correntes de maré na concentração de sedimentos suspensos no rio Lava, e este facto pode estar associado a variação da concentração de sedimentos suspensos ao longo dos canais tributários em especial no rio Lava.

4.2.2. Comparação de sedimentos suspensos no ponto A e B

Os resultados do presente estudo mostraram não haver diferença entre sedimentos transportados em suspensão no ponto A (na foz do canal) e no ponto B (na ponte de Inhangome). As maiores concentrações dos sedimentos em suspensão são encontradas nas áreas em que há mais degradação da vegetação, prática de actividades agrícolas e descarga dos rios (Cabral *et al.*, 2005). Por sua vez, no ponto B (ponte de Inhangome) observou-se uma maior área de secção transversal em relação ao ponto A (na foz do canal), o que indica maior desgaste do solo naquela região causada pela acção antrópica como a construção de infraestruturas que tem culminado com o aumento da concentração de sedimentos suspensos nesse ponto.

4.2.3. Fluxo de sedimentos suspensos

Os resultados do presente trabalho, indicam que há registo da ocorrência de maior fluxo de sedimentos suspensos ao longo do rio Lava durante os ciclos de maré viva em relação a maré morta. Por sua vez, Xieo (2017) encontrou resultados parecidos que indicam maior fluxo de sedimentos suspensos durante a maré viva. E ele ainda afirma que os maiores valores do fluxo de sedimentos em suspensão na maré morta são verificados na enchente e nas marés vivas são verificadas na vazante.

O balanço de sedimentos em suspensão é positivo, isto é, a direcção dos sedimentos é do estuário para o canal, isto pode se dever ao facto de ser uma zona que está a sofrer erosão, causada pelas correntes de maré, acção antrópica logo na zona de entrada do canal e esta erosão está se estendendo mais para dentro do canal (Xieo, 2017).

Entretanto, Muholove (2019) afirma que os resultados do fluxo demonstram 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 que está abaixo do nível médio do mar por isso que as marés das enchentes são de maior intensidade de acumulo de sedimentos suspensos no bairro dos pescadores.

4.2.4. Classificação da Concentração de Sedimentos Suspensos

Segundo a classificação dos valores das concentrações de sedimentos suspensos descrito por Lima *et al.* (2004), Xieo (2017) encontrou em seus resultados valores das concentrações de sedimentos em suspensão baixos assim como altos, sendo esses valores inferiores a 50 mg/L e estando entre o intervalo de 150 mg/L á 300 mg/L respectivamente, e esses resultados foram verificados tanto nas marés mortas assim como nas marés vivas.

Por sua vez Miguel (2022), obteve concentrações de sedimentos em suspensão que variaram entre 137.6 mg/L á 424.4 mg/L com uma média de 230 mg/L, podendo serem classificadas segundo Lima et, al. (2004) como concentrações moderadas e altas.

No entanto, os resultados do presente trabalho mostraram valores de concentrações de sedimentos suspensos altos e muito altos, tendo registados valores entre o intervalo de 150-300 mg/L e valores maiores que 300 mg/L indicando que no decorrer do tempo houve um aumento da concentração de sedimentos suspensos ao longo do rio Lava. O comportamento fluvial em relação à concentração dos sedimentos em suspensão obedece a tendência de aumento da concentração conforme aumenta a vazão (Stevaux & Latrubesse, 2017). As maiores concentrações dos sedimentos em suspensão se encontram nas áreas de maior degradação da vegetação, actividades agrícolas e descarga dos rios (Cabral et al., 2005), tornando a concentração dos sedimentos em suspensão maior devido ao aporte terrígeno (Cancino & Neves, 1999).

No entanto, a região de Chuabo Dembe, vem sofrendo erosão das suas margens e este problema tem se intensificado a cada dia, tendo uma contribuição antrópica através do embargue e desembargue dos barcos de pesca, construção de infraestruturas como pontes e também pela ação natural como as correntes de maré que fazem parte do conjunto de factores que contribuem para a erosão através do arrastamento de partículas, podendo contribuir para o aumento da concentração de sedimentos suspensos. Portanto, os resultados do presente trabalho indicam que no geral, o rio Lava não contribui significativamente no transporte de sedimentos em suspensão para o estuário Bons Sinais tendo se registado maiores concentrações de sedimentos suspensos durante a enchentes em relação a vazantes mostrando que a direcção de sedimentos suspensos é do estuário Bons sinais para o rio Lava.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Ao longo do decorrer da presente pesquisa sobre o estudo da variação de concentrações de sedimentos em suspensão ao longo do rio Lava no bairro Chuabo Dembe na cidade de Quelimane, foi possível concluir que:

- Os resultados mostraram não haver diferenças significativas entre as médias de concentrações de sedimentos suspensos nos pontos A (na foz do canal) e B (na ponte de Inhangome);
- O fluxo de sedimentos suspensos mostrou ser maior durante a maré viva em relação a maré morta ao longo do canal;

5.2. Recomendações

Para próximos estudos recomenda-se:

- Que se faça um estudo semelhante considerando as duas principais estações do ano (chuvoso e seco), de modo a avaliar a influência das chuvas no transporte de sedimentos suspensos ao longo do canal;

6. Referencias bibliográficas

- Andarusse, S. C. (2023). Hidrodinâmica e mecanismos de transporte do sal no estuário dos bons sinais. Tese de licenciatura UEM-ESCMC.
- Barrella, W. (2001). As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. São Paulo: In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho; H.F. (Ed.). Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. Editora da Universidade de São Paulo.
- Belkin, S., & Colwell, R. R. (2005). Oceans and Health: Pathogens in the Marine Environment. New York: Springer, p. 464.
- Bell, R., Green, M., Hume, T., Gorman, R. (2000). What Regulates Sedimentation in Estuaries?. Water & Atmosphere, Pp.13-16.
- Beukema, J. J. (1991). Changes in Composition of Bottom Fauna of a Tidal – Flat Area During a Period of Eutrophication. Mar. Biol., 111: p. 293-301.
- Cabral, J., Becegato, V., Lopes, R., & Scopel, I. (2005). Estudo da erosividade e espacialização dos dados com técnicas de geoprocessamento na carta topográfica de Morrinhos-Goiás / Brasil para o período de 1971 a 2000. In: International Review of Geographical Information Science - GeoFocus.
- Cabral, S. L.; Reis, R. S. (2015). Influência do uso e ocupação do solo na produção de sedimentos na bacia do rio jacarecica. Revista de Geografia (UFPE), Pernambuco, v. 32, n. 2, p.147-157.
- Cancino, L., & Neves, R. (1999). “Hydrodynamic and sediment suspension modelling in estuarine systems, Part I: Description of the numerical models”. Journal of Marine Systems, 22, pp. 105- 116.
- Carvalho, D. O. (2013). Detecção Remota de Material Particulado em Suspensão na Região da Baía do Espírito Santo. Trabalho de Conclusão de Curso (p. 43). Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo.
- Carvalho, Newton de Oliveira. (2008). Hidrossedimentologia Prática. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 599 p.
- Castro, S. M., & Almeida, J. R. (2012). Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos. Uberlândia: Uma revisão. Soc. & Nat. Ano 24 n. 3, 519-534. 25 11.
- Chapman, D.(1992). Deborah Water quality Assessments. A guide to the use of Biota, Sediments and Water in environmental monitoring. London: Editora Chapman e Hall.

- Clark, R. B. (2001). *Marine Pollution*. Oxford: Univerty Press.: 5^a ed.
- Crossland, C. J., Baird, D., Ducrotoy, J. P., & Lindeboom, H. J. (2005). The coastal zone: a domain of global interations. Berlin: Springer, p. 1-37.
- Delgado, A. L. S. A. P. (2011). *Caracterização Hidrodinamica e Sedimentar do Estuário do Rio Minho*. Porto, Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto, p.18
- Faustino, J. (1996). *Planificación y gestión de manejo de cuencas*. Turrialba: CATIE, 90p.
- Felix, A. & Horn Filho, N. O. 2020. *Apostila Sedimentologia*. Florianópolis: Edições do Bosque, 177p. (E-ISBN 978-65-991949-8-6).
- Folha, R. M. R. Q. (2011). *Impactos naturais e antrópicos no Estuário do rio Mondego e litoral adjacente*. Coimbra, p.45
- Jeque, N. I. M.,(2017), *Estudo da Erosão na margem do estuário Bons Sinais no Bairro Chuabo Dembe em Quelimane-Zambézia*. Tese de licenciatura UEM-ESCMC.
- Lima, J. E. F. W., Dos Santos, P. M. C., Carvalho, N. O., & Da Silva, E. M. (2004). *Diagnóstico do Fluxo de Sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia Tocantins*. Brasil. Pp.23-24.
- Marcelino, L. (2009). *Transporte de sedimentos em suspensão nos rios Catarinenses*. Florianópolis, (SC) : Trabalho submetido como parte dos requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina.
- Medeiros, A. N. ; Costa, R. G. ; Santos, I. B. ; Carvalho, F. F. R. ; Vallecillo, A. ; Santos, N. M. dos, 2007. Effect of different levels of elephant grass consumption (*Pennisetum purpureum*, Schum var. Cameroon) during rearing of goatscaprinos). *Arch. Latinoamericanos Prod. Anim.*, 15 (3): 75-82
- Medeiros et al, (2007). *Aporte Fluvial e Dispersão de Matéria Particulada em Suspensão na Zona Costeira do rio São Francisco Universidade Federal de Alagoas, Maceió*.
- Melo, V.F.; Schaefer, C.E.G.R.; Novais, R.F.; Singh, B. & Fontes, M.P.F. (2002) mineralogia das frações areia, silte e argila de sedimentos do grupo barreiras no município de aracruz, estado do espírito santo. *Comm. Soil Sci. Plant An.* (in publication)
- Miguel, M. J. (2022). *Transporte Das Concentrações De Nitrato (NO³⁻), Cálcio (Ca²⁺) e Sedimentos em Suspensão ro Rio Lava para o Estuário dos Bons Sinais*. Tese de linceciatura UEM-ESCMC.

Muholove, M.E. (2019). Hidrodinâmica e fluxo de sedimentos suspensos sob influência de maré no bairro dos pescadores no estuário dos bons sinais, Zambézia - Quelimane. Tese de licenciatura UEM-ESCMC.

Mutakate, F.B. (2011). Concepção de uma turbina de maré de eixo horizontal para aproveitamento de correntes de maré para a geração de corrente eléctrica no canal de Chuabo Dembe-Quelimane. Tese de licenciatura UEM-ESCMC.

Neto, A. M. (2008). Bioestatística sem Segredos. Salvador, CDU, ISBN, 1ed, 321p.

Neves, F. F. (2010). Avaliação da influência de seimentos suspensos em populações de *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae): análise comparativa em duas microbacias hidrográficas do Estado de São Paulo. Brasil: Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada - Universidade de São Paulo.

Pennock, J. R., Sharp, J. H., & Schroeder, W. W. (1994). What Controls the Expression of Estuarine Eutrophication? Case Studies of Nutrient Enrichment in the Delaware Bay and Mobile Bay Estuaries, USA. In: DYER, KR & RJ ORTH (eds.) Changes in fluxes in estuaries: Implications from science to management. Olsen & Olsen: 139-146.

Pereira, L. P., & Mercante, C. T. (2005). A Amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. São Paulo: B. Inst. Pesca.

Pritchard, D. W. (1967). What is an estuary: A physical viewpoint. Am. Ass. Adv, p. 83.

Queiroz, M.S; Batista, S.P.M; Neliane de Sousa Alves, N.S; Marinho, R.R. (2024). Antropoceno: A influência antrópica nos processos fluviais de rios urbanos. Revista Eletrônica do curso de Geografia. Universidade Federal de Jataí.

Ramos, R. S., & Castro, A. C. (2004). Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea Rhizophorae* (Mollusca) (Guilding, 1928). No estuário de Paquatua - Alcântara/ MA, Brasil. São Luís: Departamento de Oceanografia e Limnologia, UFMA. Av. dos Portugueses, s/n, Campus Universitário do Bacanga – 65080-540, MA.

Schettini, C.A.F. (2000). Near bed sediment transport in the Itajaí-Açu River estuary, southern Brazil. In: Winterwerp, J.C. & Kranenburg, C. (Eds). Fine sediment dynamics in the marine environment. New York, Elsevier, p499-512

Silva, D. D. et al. (2003). Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.2, p.409-419.

Stevaux, J. C., & Latrubesse, E. M. (2017). *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Oficina de Texto, 336p.

Teodoro, V. L., Teixeira, D., Costa, D. J., & Fuller, B. B. (2007). O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *UNIARA*, 20.11

Vilas, F., Bernabeu, A. M., & Méndez, G. (2005). Sediment distribution pattern in the Rias Baixas (NW Spain): main facies and hydrodynamic dependence. *Journal of Marine Systems*, v. 54, p. 261-276

Wan, Shiming et al. (2015). Human impact overwhelms long-term climate control of weathering and erosion in southwest China. *Geology*, v. 43, n. 5, p.439-442.

Wang, X., Hao, R., Huo, J., & Zhang, J. (2008). Modeling sediment transport in river networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 387, n. 25, p. 6421- 6430, nov.

Wood, C. M. (1991). Acid-base and ion balance, metabolism, and respiratory function in fish exposed to environmental pollutants. In *Fish Physiology*, Volume 10, pp. 277-310.

Xieo, J. A. (2017). Estudo da Influência da Corrente de Maré no Transporte de Sedimentos em Suspensão no Canal de Chuabo Dembe em Quelimane-Zambézia. Tese de licenciatura UEM-ESCMC.

ANEXOS



A



B





DIA			MARÉS DE QUELIMANE								COEFICIENTE	ATIVIDADE MÉDIA
			1ª MARÉ		2ª MARÉ		3ª MARÉ		4ª MARÉ			
1 Sáb		▲ 5:56 ▼ 17:03	6:17	1,8 m ▼	11:43	3,3 m ▲	18:54	1,4 m ▼			69 médio	➡
2 Dom		▲ 5:57 ▼ 17:03	0:08	3,6 m ▲	7:34	1,4 m ▼	12:54	3,7 m ▲	19:56	1,0 m ▼	76 alto	➡
3 Seg		▲ 5:57 ▼ 17:03	1:14	3,9 m ▲	8:28	1,1 m ▼	13:51	4,1 m ▲	20:48	0,7 m ▼	81 alto	➡ ➡
4 Ter		▲ 5:57 ▼ 17:03	2:08	4,2 m ▲	9:15	0,9 m ▼	14:39	4,4 m ▲	21:37	0,5 m ▼	85 alto	➡ ➡
5 Qua		▲ 5:58 ▼ 17:03	2:55	4,4 m ▲	10:02	0,8 m ▼	15:23	4,6 m ▲	22:25	0,5 m ▼	86 alto	➡ ➡ ➡
6 Qui		▲ 5:58 ▼ 17:03	3:37	4,5 m ▲	10:48	0,7 m ▼	16:05	4,7 m ▲	23:11	0,4 m ▼	84 alto	➡ ➡ ➡
7 Sex		▲ 5:58 ▼ 17:03	4:19	4,5 m ▲	11:31	0,7 m ▼	16:46	4,6 m ▲	23:53	0,5 m ▼	80 alto	➡ ➡ ➡
8 Sáb		▲ 5:59 ▼ 17:03	4:58	4,4 m ▲	12:09	0,8 m ▼	17:25	4,4 m ▲			74 alto	➡ ➡
9 Dom		▲ 5:59 ▼ 17:03	0:30	0,6 m ▼	5:36	4,2 m ▲	12:41	0,8 m ▼	18:04	4,2 m ▲	67 médio	➡
10 Seg		▲ 5:59 ▼ 17:04	1:03	0,7 m ▼	6:13	4,0 m ▲	13:08	1,0 m ▼	18:43	4,0 m ▲	60 médio	
11 Ter		▲ 6:00 ▼ 17:04	1:33	0,9 m ▼	6:51	3,7 m ▲	13:34	1,1 m ▼	19:23	3,7 m ▲	53 médio	
12 Qua		▲ 6:00 ▼ 17:04	2:03	1,1 m ▼	7:31	3,4 m ▲	14:01	1,3 m ▼	20:08	3,3 m ▲	47 baixo	➡
13 Qui		▲ 6:00 ▼ 17:04	2:38	1,4 m ▼	8:19	3,2 m ▲	14:36	1,6 m ▼	21:06	3,1 m ▲	44 baixo	➡ ➡
14 Sex		▲ 6:01 ▼ 17:04	3:26	1,7 m ▼	9:22	2,9 m ▲	15:30	1,8 m ▼	22:17	2,9 m ▲	43 baixo	➡ ➡
15 Sáb		▲ 6:01 ▼ 17:04	4:44	1,8 m ▼	10:35	2,8 m ▲	17:13	2,0 m ▼	23:32	2,9 m ▲	45 baixo	➡ ➡
16 Dom		▲ 6:01 ▼ 17:04	6:14	1,8 m ▼	11:49	2,9 m ▲	18:49	1,8 m ▼			49 baixo	
17 Seg		▲ 6:01 ▼ 17:05	0:39	3,1 m ▲	7:21	1,5 m ▼	12:54	3,2 m ▲	19:49	1,5 m ▼	54 médio	➡
18 Ter		▲ 6:02 ▼ 17:05	1:35	3,3 m ▲	8:12	1,2 m ▼	13:46	3,5 m ▲	20:39	1,2 m ▼	60 médio	➡
19 Qua		▲ 6:02 ▼ 17:05	2:20	3,6 m ▲	9:01	1,0 m ▼	14:30	3,8 m ▲	21:28	1,0 m ▼	66 médio	➡
20 Qui		▲ 6:02 ▼ 17:05	3:01	3,8 m ▲	9:50	0,9 m ▼	15:11	4,0 m ▲	22:19	0,9 m ▼	72 alto	➡ ➡
21 Sex		▲ 6:02 ▼ 17:05	3:39	4,0 m ▲	10:40	0,7 m ▼	15:50	4,2 m ▲	23:07	0,7 m ▼	76 alto	➡ ➡ ➡
22 Sáb		▲ 6:02 ▼ 17:06	4:17	4,1 m ▲	11:27	0,6 m ▼	16:29	4,4 m ▲	23:51	0,6 m ▼	79 alto	➡ ➡ ➡
23 Dom		▲ 6:03 ▼ 17:06	4:55	4,2 m ▲	12:09	0,4 m ▼	17:09	4,5 m ▲			79 alto	➡ ➡
24 Seg		▲ 6:03 ▼ 17:06	0:30	0,5 m ▼	5:35	4,3 m ▲	12:47	0,4 m ▼	17:49	4,6 m ▲	78 alto	➡
25 Ter		▲ 6:03 ▼ 17:06	1:04	0,4 m ▼	6:15	4,3 m ▲	13:21	0,4 m ▼	18:31	4,5 m ▲	76 alto	
26 Qua		▲ 6:03 ▼ 17:07	1:35	0,5 m ▼	6:58	4,2 m ▲	13:55	0,5 m ▼	19:16	4,4 m ▲	72 alto	➡
27 Qui		▲ 6:03 ▼ 17:07	2:06	0,7 m ▼	7:45	4,0 m ▲	14:30	0,7 m ▼	20:07	4,1 m ▲	68 médio	➡ ➡
28 Sex		▲ 6:03 ▼ 17:07	2:39	1,0 m ▼	8:39	3,7 m ▲	15:14	1,0 m ▼	21:04	3,8 m ▲	65 médio	➡ ➡
29 Sáb		▲ 6:04 ▼ 17:07	3:24	1,3 m ▼	9:43	3,5 m ▲	16:18	1,3 m ▼	22:09	3,5 m ▲	63 médio	➡
30 Dom		▲ 6:04 ▼ 17:08	4:40	1,6 m ▼	10:53	3,3 m ▲	17:51	1,4 m ▼	23:20	3,4 m ▲	62 médio	

