



## **Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Geologia Marinha

### **Estudo da distribuição dos sedimentos no fundo do Estuário de Macuse.**



**Autor**

Justino Armando Chipanga



# **Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Geologia Marinha

## **Estudo da distribuição dos sedimentos do fundo do Estuário de Macuse.**

**Autor**

Justino Armando Chipanga

**Supervisor**

Áurio Mendes

---

Quelimane, Agosto de 2019

**Dedicatória**

Dedico este trabalho a minha querida mãe Maria Manuel Nhabanga pela força que me deu nos momentos de alegria, angustia e mesmo quando estava prestes a desistir de tudo.

A minha irmã Felesmina Chipanga por ter garantido que eu desse continuidade aos estudos, e a minha Avó Elisa pelos conselhos que sempre me dá.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar agradeço a minha mãe Maria Nhabanga por ser mãe e pai ao mesmo tempo, pelo amor, carinho, compreensão, ensinamento transmitidos e pelo apoio incondicional em todas etapas decisivas da minha vida.

A minha Irmã Felesmina Chipanga pelos conselhos e ensinamentos transmitidos que contribuíram para a minha maturidade, crescimento e para a pessoa que hoje sou.

Ao dr. Aurio Mendes pela supervisão.

Ao Nelson Artur pelo suporte nas técnicas de coleta de amostras.

Aos meus irmãos Manuel, Paulo, António, Cátia, Carolina e Flesmina Chipanga aos meus Sobrinhos Nelson e Arsénio Mula, a Tânia, Márcia Cherica, Queila, Ayumi e Náiron Cossa .

Aos meus colegas e amigos Nicolau Matusse, Alberto Jeque, Felisberto Fellix, Anoque Chakanga, Sebastiao Mariquele, Adelia Mabunda, Adriano Muhate, Luis da Rosa, Geraldo Nhatsave, Cristoldia , Orcieta, Antonio Cumbi, Cecilio Matsumane, Moisés Muholove, Jordão Tsamba, e a todos os colegas do curso de Geologia Marinha, Química Marinha, Biologia Marinha e Oceanografia. E a todos aqueles que me apoiaram directamente ou indirectamente.

Em último lugar agradeço ao grandioso meu Sr. Deus por ter tornado tudo isso possível.

## **Declaração de Honra**

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

Quelimane, de 2019

---

(Justino Armando Chipanga)

**Resumo**

A presente pesquisa teve como objetivo principal analisar a distribuição dos sedimentos no fundo do Estuário Macuse, Para alcançar o objetivo, foram coletadas (16) amostras de sedimentos do fundo através de um amostrador do fundo concebido na ESCMC-UEM. Usando as técnicas de crivagem e pipetagem as amostras foram submetidas a análise mineralógicas por difractómetro de raios-x para se identificar os tipos de sedimentos onde se identificou 3 tipos de sedimentos: argila, areia e silte. No geral, a classe granulométrica de argila é a mais predominante e apresenta maior percentagem, as percentagens variam em cada ponto ou estação. Com auxílio de parâmetro estatístico a media de argila é de 0.3892 com maior variabilidade e em segundo o silte com uma media de 0.3122 e areia por ultimo com uma media de 0.2986, provavelmente isso se deve ao facto de estuário ser constituído maioritariamente por sedimentos finos com uma classe granulométrica reduzida.

**Palavra-chave:** Tipos de sedimentos, classe granulométricas, Sedimentos de fundo, dados compositionais.

## **Abstract**

The present research had as main objective to analyze the sediment distribution in the bottom of the Macuse Estuary, To achieve the objective, eighteen (18) bottom sediment samples were collected through a bottom sampler designed at ESCMC-UEM. Using the screening and pipetting techniques, the samples were submitted to x-ray diffractometer mineralogical analysis to identify the sediment types where three sediment types were identified: clay, sand and silt. In general, the clay particle size class is the most predominant and presents the highest percentage, the percentages vary at each point or season. With the aid of a statistical parameter the average clay is 0.3892 with greater variability and secondly the silt with an average of 0.3122 and sand last with an average of 0.2986, this is probably due to the fact that the estuary is mostly made up of fine sediment with a reduced particle size class.

**Key words:** Sediment Types, Grain size class, Bottom sediments,

## Lista de Abreviaturas

Abreviaturas	Significado
Mm	Milímetro
SPB	Sequencia Partição Binaria
Clr	Transformação logcociente centrada
T	Temperatura
HCl	Ácido clorídrico
$\mu\text{m}$	Micrómetro
RP	Regressão Polinomial
IQD	Inverso do Quadrado da Distância



## Lista de Figuras

Figura 1: representacao esquematica de tipos estuarinos de acordo com a classificacao morfologica de Fairbridge(1980).....	5
Figura 2: Mapa de localizacao da area de estudo.(fonte:Google Earth).....	9
Figura 3: O amostrador do fundo usado para colher amostras.Figura 3: O amostrador do fundo usado para colher amostras. ....	13
Figura 4. Esboço esquemático da geologia da área de estudo, Estuário de Macuze. Adaptado do GTK, 2009.Figura 4: Esboco esquematico da geologia da geologia da area de estudo,Estuario de Macuse Adaptado do GTK,2009.....	10
Figura 5: Geomorfologia da area de estudo. ....	11
Figura 6: Pesagem das amostras.Figura 6: Pesagem das amostras .....	16
Figura 7: Mapa de distribuicao de ponto e classes de valores (a); Mapa de distribuicao de Areia (b); Mapa de distribuicao de silte (c); Mapa de distribuicao de Argila (d). ....	19
Figura 8. Diagrama ternário da análise de componentes principais entre areia, argila e silte. Figura 8: :Diagrama ternario da analise de componentes principais entre areia, argila e silte. ....	21
Figura 9. Dendograma mostrando o agrupamento das classes granulométricas com base na variabilidade existente si.Figura 9: Dendograma mostrando o agrupamento das classes granulometricas com base na variabilidade existente entre si.Figura 10: Distribuicao das classes ;granulometricas,regressao polinomial (RP a esquerda, areia-a, argila-b e silte-c); distribuicao das classes granulometricas, inverso do quadrado da distancia (IQD a direita, areia-a, argila-b e silte-c)...	24
Figura 11: Distribuicao residual das classes granulometricas em 3D(esquerda) e 2D (direita), areia-a, argila-b e silte-c. ....	27

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1: Conjunto de material usado durante a realização do estudo.....	12
Tabela 2: Coordenada da faixa esquerda e direita da boca em direção a confluência. ....	13
Tabela 3: Resumo da análise estatística composicional o centro dos dados. ....	20
Tabela 4: Resumo da análise de componentes principais.....	21
Tabela 5: análise da variabilidade entre as componentes areia, argila e silte. ....	22
Tabela 6: Partição Binaria IRL .....	23

## Índice

Dedicatória .....	i
Agradecimentos .....	ii
Declaração de Honra .....	iii
Resumo .....	iv
Abstract .....	v
Lista de Abreviaturas .....	vi
Lista de Figuras .....	vii
Lista de Tabelas .....	viii
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Problematização .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Justificativa .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1. Geral .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1. Específicos .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Revisão de Literatura .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Estuários .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Importância de estuário .....</b>	<b>5</b>
<b>1.6. Sedimentos estuarinos .....</b>	<b>6</b>
<b>1.7. Dados geológicos e estatística .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1. Análise granulométrica .....</b>	<b>6</b>
<b>1.8. Dados composicionais .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.2. Estatística composicional descritiva .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Metodologia .....</b>	<b>9</b>
<b>1.9. Área de estudo .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.3. Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>9</b>
<b>1.10. Materiais usados .....</b>	<b>12</b>
<b>1.11. Colheita de dados .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.4. Geologia do local .....</b>	<b>10</b>
<b>1.12. Processamento das amostras .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.5. Análise granulométrica .....</b>	<b>14</b>
<b>1.13. Cálculos .....</b>	<b>16</b>
<b>4. Resultados e discussão .....</b>	<b>18</b>

<b>5. Conclusão</b> .....	28
<b>6. Referência Bibliografia</b> .....	29
<b>7. Anexo</b> .....	32

## 1. Introdução

Os estuários são ambientes transicionais que recebem os materiais carreados pelos rios, onde ocorre a interação entre o rio e o mar. Os estuários podem atuar como filtros (Schubel J.R & Carter, H.H., 1984).

Moçambique é constituído por uma vasta costa banhado pelo oceano indico e por ser uma zona que se encontra na jusante é atravessado por muitos rios que desaguam na costa moçambicano, assim e neste local onde toda agua vida dos rios interage com o oceano assim dando origem a muitos estuários ao longo da costa.

Os estuários são ambientes sedimentares costeiros cuja evolução depende da interação entre parâmetros hidráulicos, sedimentares e aspetos morfológicos, onde a atividade biológica é uma condicionante fundamental. Desta forma constituem meios receptores de sedimentos por excelência, onde os processos evolutivos são rápidos, os estuários são zonas importantes de investigação da morfodinâmica e fácies deposicionais da história geológica recente (Frazão, 2003).

Uma das definições mais usadas para estuários é a de (Pritchard D. W., 1967), adaptada por Dyer (1997), que considera o estuário como sendo “um corpo de água costeiro semifechado com ligação livre com o oceano aberto, estendendo-se rio acima até o limite da influência da maré, sendo que em seu interior a água do mar é censuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental” (Miranda *et al*, 2002).

Os processos hidrodinâmicos que controlam a sedimentação em ambientes estuarinos são representados pelas correntes fluviais, pelas correntes de maré e pelas ondas. A interação entre estes processos varia temporal e espacialmente no interior do estuário, dessa forma, a distribuição da energia total produzida por eles também varia, resultando em uma variação granulométrica nos depósitos sedimentares estuarinos (Dalrymple *et al*, 1992; Reading, 1996; Rossetti, 2008)

Estudos que visam identificar a morfologia e a distribuição sedimentar dos estuários são importantes para identificação de possíveis zonas de acúmulo de poluentes e sedimentos, além de contribuir para o conhecimento dos sistemas estuarinos e do seu comportamento quanto à distribuição das características sedimentares e físicas (Folk & Ward, 1957)

## **1.1.Problematização**

O estuário de Macuse é conectado por três principais rios e oceano, o oceano e os rios contribuem de forma acentuada para entrada de sedimentos e devidos aos fatores hidrodinâmicos esses sedimentos são distribuídos de forma desordenada, o que gerou grande interesse no conhecimento da distribuição dos sedimentos no fundo. Com a carência de informações que retrata a estes aspetos, sem nenhum estudo feito relacionado com a distribuição dos sedimentos no fundo de estuário de Macuse, gerou interesse em querer entender.

De que forma os sedimentos estão distribuídos no fundo do estuário?

## **1.2.Justificativa**

A falta de informações relevantes da morfologia ou da sedimentologia do estuário de Macuse, proporcionou a criação deste estudo intitulado Estudo da distribuição dos sedimentos no fundo do Estuário de Macuse, é um estudo que de certa forma irá contribuir bastante para a comunidade científica e social incentivando a realização de mais estudo deste género ou mais. A distribuição dos sedimentos no assoalho marinho deste estuaria pode oferecer varias informações como a distribuição de nutrientes contidos nos sedimentos consequentemente a produtividade biológica o que tange a comunidade local uma vez que exerce atividades de pesca.

## **1.3.Objetivos**

### **1.1.1. Geral**

- Analisar a distribuição dos sedimentos do fundo do Estuário de Macuse.

### **1.1.1. Específicos**

- Caracterizar a distribuição granulométrica dos sedimentos do fundo do estuário com base nos dados composicionais.
- Descrever a variabilidade dos sedimentos com base nos parâmetros estatísticos composicional

## 2. Revisão de Literatura

### 1.4. Estuários

Os estuários são tidos como áreas de transição, onde a água doce se mistura com a água salgada e são cientificamente, socialmente e economicamente importante por isso recai sob a mesma vários estudos para entender e melhorar a sua ocupação de modo a garantir que esses ambientes não pereçam.

O termo “Estuário” provém, etimologicamente, do latim *aestuariūm*, que significa “embocadura larga de um rio, sensível aos efeitos das marés”. Não obstante tratar-se de uma definição generalista, introduz duas importantes noções: (i) uma de cariz morfológico, incidindo na forma ou configuração deste tipo de setor terminal dos rios; (ii) outra relativa ao facto de os espaços estuarinos estarem sujeitos ao efeito das marés. De um ponto de vista científico, vários autores (Elliott, M & McLusky, D. S, 2002), (Miranda, L. B, Castro, B. M, & Kjerfve, B. , 2003), (Movellán Mendoza, 2004) e (Ohrel, R. L e Register, K. M. , 2006) elegem a definição apresentada por Pritchard como a mais amplamente aceite pela comunidade científica e comumente adotada na bibliografia especializada.

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 (Mehta, A.J e Partheniades, E, 1975).

Os estuários são ambientes sedimentares costeiros cuja evolução depende da interação entre parâmetros geomorfológicos, sedimentares e hidrodinâmicos, sendo a atividade biológica uma condicionante fundamental na manutenção do sistema. Também se destacam entre os principais ambientes deposicionais costeiros da história geológica recente, possuindo uma diversidade de morfologias devido às diferentes formas de interação dos fluxos de energia gerados pelas ondas, marés e descarga fluvial (Miranda, Castro, et al 2002).

Estes ambientes costeiros podem ser caracterizados pela sua morfologia e padrão de estratificação. Vários fatores 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, mas para o presente importa na sua morfologia sendo que o objetivo desse trabalho é estudar a distribuição dos sedimentos do fundo do estuário de Macuse.

A classificação geomorfológica de um estuário, baseada na sua origem, foi desenvolvida por Pritchard em 1952, onde dividiu os estuários em quatro grupos diferentes:

- Planície costeira,
- Fiorde, Construído por Barra,
- Os Restantes Estuários.

**Planície costeira** – está amplamente distribuída em 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 atual muito semelhante ao vale do rio. Estes estuários são relativamente rasos, raramente excedendo 30m de profundidade e orientam-se perpendicularmente à linha de costa;

**Fiorde** – formaram-se durante o Pleistoceno por ações do gelo, devido à intensa escavação glacial na planície costeira ou próxima à plataforma continental. Apresentam como características principais a elevada profundidade média (em torno das centenas de metros) e um fundo rochoso, que atua como obstáculo à troca de água entre o estuário e o mar adjacente, favorecendo o desenvolvimento de condições anóxicas nas camadas de água mais profundas. São ambientes localizados em latitudes altas e comuns no Alasca, na Noruega, no Chile e na Nova Zelândia;

**Construído por Barra** – estes estuários formaram-se durante a transgressão Flandriana. Os processos sedimentares ativos formaram barras arenosas na sua entrada. São sistemas associados a regiões costeiras que podem sofrer processos erosivos com facilidade, produzindo grande quantidade de sedimentos. Estes sistemas são, em geral, rasos, com profundidades não superiores a 20-30 m, e podem apresentar canais e lagunas extensas no seu interior;

**Os Restantes Estuários** – existem outros estuários que têm uma formação diferente e que não são abrangidos nas classificações geomorfológicas anteriores. Estes sistemas naturais são formados por outros processos, tais como: falha tectónica, erupções vulcânicas, tremores e deslizamentos de terra. Nesta categoria também se incluem estuários que sofreram grandes alterações devido a processos sedimentares, como são exemplos os deltas e rias.



A figura 1 abaixo apresenta esquematicamente alguns tipos estuarinos mencionados acima, de acordo com a classificação morfológica (Fairbridge, 1980).

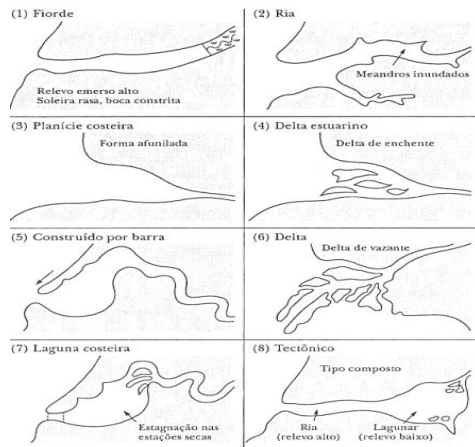


Figura 1: representação esquemática de tipos estuarinos de acordo com a classificação morfológica de (Fairbridge, 1980).

### 1.5.Importância de estuário

Sob ponto de vista económico e social os estuários são muito úteis pois são zonas propícias para localização dos portos, a realização de atividades piscatórias, desportos náuticos e lazer. Assim com os estuários albergam grandes quantidades de recursos hídricos capazes de assegurar o abastecimento de água (doméstico, industrial), quer a receção dos efluentes municipais uma vez que além da sua capacidade de diluição, os estuários apresentam geralmente características hidrodinâmicos favoráveis para a condução dos efluentes até no mar.

A necessidade de restabelecer os canais de navegação, em certas zonas portuárias implica execução periódica de drenagem o que disponibiliza grandes quantidades de inertes (sedimentos), e de grande importância quer para área da indústria de construção civil, quer para o ordenamento de zonas litorâneas no caso desses inertes serem utilizados na alimentação artificial de praias.

Sob ponto de vista ecológico as zonas estuarinas são campos de confluência de águas fluviais e marinhas, a sua hidrodinâmica é favorável a retenção de nutrientes que aí fluem, sustentando por isso uma intensa atividade biológica nas zonas estuarinas capaz de transformar em um autêntico viveiro de peixes e crustáceos, em outras palavras o estuário em um berçário ecológico natural, contudo tem uma importância vital nas comunidades ribeirinhas.

## **1.6.Sedimentos estuarinos**

Tratando-se de sedimento é imperioso ver o estuário como uma terminação costeira de um canal fluvial único, recebendo um fluxo sedimentar fluvial e marinho, atuado por forças tidas, de ondulação e correntes fluviais, produzindo associações de fácies estuarinas, dos quais são na maioria constituído por **sedimentos coesivos**.

A tendência dos sedimentos coesivos nos estuários é que refletem a dinâmica complexa desse ambiente. Na região costeira, os sedimentos dominantes são os arenosos e no interior do estuário há sedimentos finos, incluindo muitas vezes os sedimentos argilosos, com grande concentração de matéria orgânica.

Devido a dinâmica estuarina, os estuários apresentam faces completamente edificadas por sedimentos muito finos e finos conseqüentemente coesivos isto é, uma mistura de argila, silte, areia fina, matéria orgânica, água e alguns gases. Sedimentos coesivos são fragmentos formados a partir da decomposição química das rochas, o comportamento coesivo dos sedimentos neste ambiente é determinado através da relação entre as partículas de argila, os argilominerais, e a matéria orgânica com as propriedades químicas do fluido.

## **1.7.Dados geológicos e estatística**

### **1.1.1 Análise granulométrica**

Segundo Dias (2004), a análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras e no tratamento estatístico dessa informação. No entanto, é necessário determinar as dimensões das partículas individuais e estudar a sua distribuição, quer pelo peso de cada classe dimensional considerada, quer pelo seu volume e pelo número de partículas integradas em cada classe.

Os solos formados sob influência de sedimentos de natureza aluvionar são geralmente pouco evoluídos, cuja natureza, granulometria e composição são bastante heterogêneas (Santana *et al*, 2015). A formação dos solos constitui um processo natural dos quais um dos fatores é o material de origem, isto é, o material geológico do qual os solos se formam em decorrência.

Os estudos geológicos nos quais se utilizam métodos estatísticos se centram em características que variam seu estado ou expressões entre os diferentes elementos da população. Define-se formalmente o termo variável como aquela característica, propriedade ou atributo, com relação a qual os elementos de

uma população diferem de alguma forma. No caso particular em que a característica não variam nos elementos da população recebe a denominação de constante.

Nas percentagens e proporções a soma das partes é constante e atribuída a 100% ou a 1, estes são classificados como dados fechados e podem ser chamados de **dados composicionais**. Por outro lado, há um grande número de observações em que a relação anterior não se cumpre, estes são os denominados dados abertos.

### **1.8.Dados composicionais**

Dados Composicionais, ou fechados, caracterizam-se pelo facto de para cada indivíduo, a soma dos seus constituintes ou **partes** ser aproximadamente um valor constante  $k$ , dentro de certo limite de incerteza. Por exemplo, a soma aproximada das concentrações de certos elementos expressos como gramas em 100 gramas de amostra é 100. A incerteza provém, no caso de dados geoquímicos, de erros de medição ou por não considerar a presença dos elementos traços. Além destes dados definidos como intrinsecamente fechados, existem outros conjuntos de dados em que a soma constante é estabelecida para apresentar os dados nos diagramas ternários.

Constante é estabelecida para apresentar os dados nos diagramas ternários.

### **Transformações**

Transformação logcociente aditiva (alr)

Transformação logcociente centrada (clr)

Transformação logcociente isométrica (ilr)

### **1.1.2 Estatística composicional descritiva**

#### **a) Parâmetros estatísticos**

O tratamento estatístico descritivo padrão não se ajusta a geometria do Simplex, daí que se definem outros que são o centro, variância total e matriz de variação. É útil também analisar a matriz de variância-covariância dos logaritmos das razões entre as partes. (Aitchison, J, Brown, e J.A.C, 1957).

#### **b) Centro**

A média ou ponto médio de um conjunto de  $n$  dados composicionais  $\mathbf{X}$  é um vetor de médias geométricas que são chamadas de **Centro** da composição (Aitchison, 1986).

c) **Matriz de variância**

Outra medida apropriada para descrever a variabilidade de um conjunto de dados composicionais é a matriz de variância, nesta matriz as variâncias aparecem na metade superior direita e na outra metade inferior esquerda as médias aritméticas.

d) **Matriz de variância-covariância de dados clr -transformados**

A matriz de variância-covariância dos dados -transformadas é bastante útil para decifrar relações entre as partes (Alperin, 2013). A matriz é simétrica com as variâncias na diagonal e as covariâncias nas restantes células. A análise desta matriz somente pode ser feita a partir de um *biplot* que resulta de uma Análise de Componentes Principais efetuada com os dados -transformados (Aitchison e Greenacre 2002).

### 3. Metodologia

#### 1.9.Área de estudo

O presente estudo foi realizado no estuário de Macuse (figura 2), situado no centro de Moçambique, na província da Zambézia, concretamente no Distrito de Namacurra, entre as coordenadas 17° 48' 1.43" S de latitude e 37° 04' 1.00" E de longitude. O estuário limita-se a leste pelo Oceano Índico, a norte e oeste pelo Posto Distrital de Namacurra Sede e a Sul pelo Distrito de Nicoadala (Miguel *at al.*, 2017).

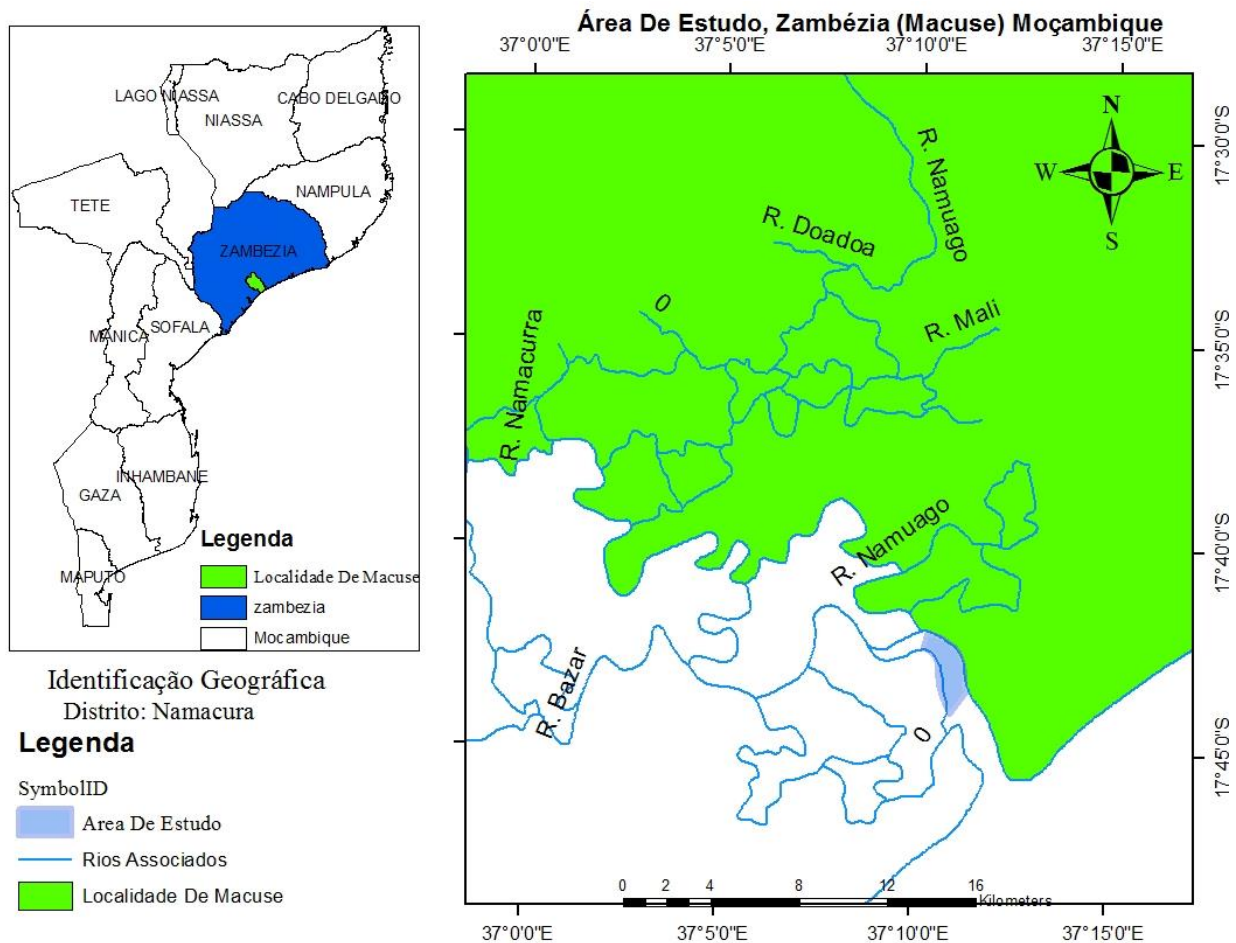


Figura 2: Mapa de localização da área de estudo. (Fonte: Google Earth)

#### 1.1.3 Caracterização da área de estudo

O estuário do Macuse serve como um dos principais pontos de escoamento do rio Namacurra, que é estimado em média 500 m<sup>3</sup> durante a estação chuvosa, ao redor do estuário realizam se varias atividades de sustentabilidade da vida humana e de desenvolvimento rural e o caso de agricultura (cultivo de arroz), transporte e embarcações marinhas (recente projeto portuário do governo

moçambicano). Quanto a morfologia, fauna e flora Macuse é caracterizado por sedimentos muito finos e finos devido as várias combinação de transgressões e regressões que condicionam a deposição deste sedimento. Apresenta varias espécies de vegetação em destaque o mangal que possui uma área que se estendem por cerca de 40 km para o interior do distrito de Namacurra.

De acordo com (Miguel, 2013) o clima regional é tropical úmido de acordo com a escala de Köppen e é afetado por correntes quentes aquecer de Moçambique, essa corrente tem um forte efeito sobre as estações anuais.

#### 1.1.4 Geologia do local



Figura 3: Esboço esquemática geologia da geologia da área de estudo, Estuário de Macuse Adaptado do GTK,2009.

O relevo da área de estudo é classificado como planície (elevação <200 m), a altitude na região varia de 0 a 78 m. A distribuição do relevo é bastante irregular ao longo da região mas, em geral, a zona de barra marginal (NE) representa a parte com concentração de relevos altos nos arredores da faixa do

canal estudado. A elevação topográfica tende a reduzir até o nível zero a medida que se segue o estuário em direção ao mar (Fig. 3).

## Geologia

A geologia de Quelimane, Macuse e Inhassunge é formada por formações sedimentares da era quaternária. As principais unidades são aluvião, areia, silte, cascalho; coluvião; duna de areia costeira e praia de areia; areia argilosa aluvial de várzea; lama aluvial de origem flúvio-marinha e lama aluvial de várzea (Souto, 2014).

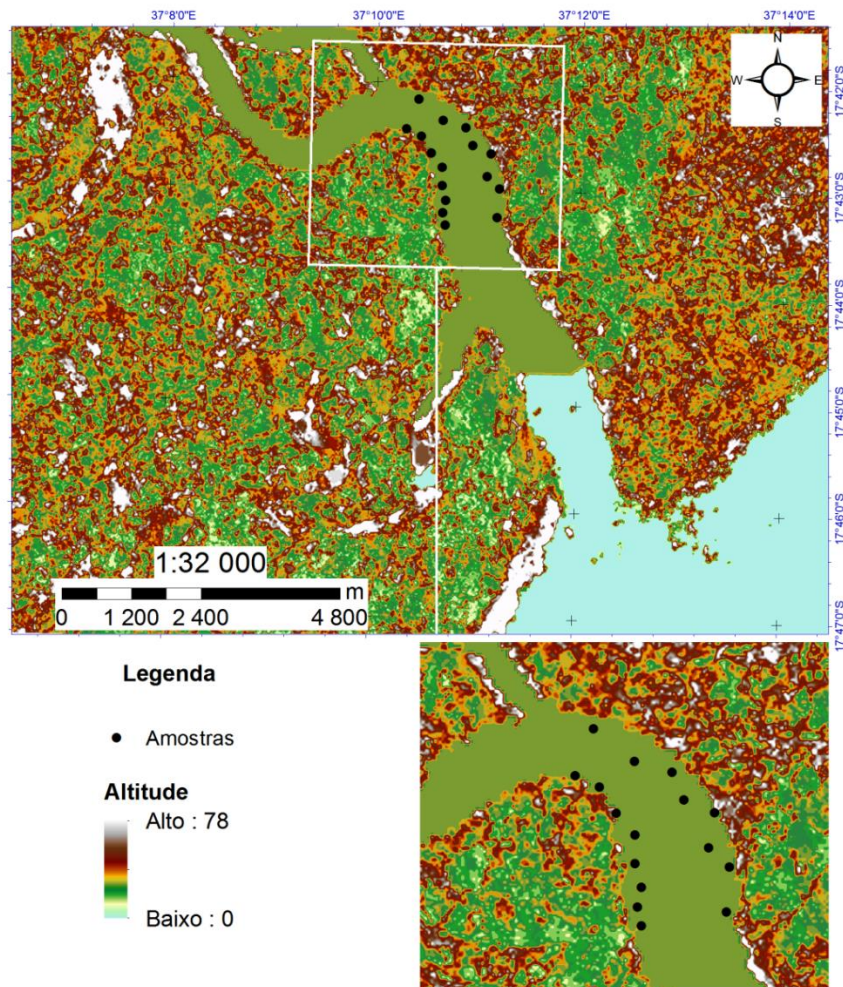


Figura 4: Geomorfologia da área de estudo.

### 1.10. Materiais usados

Tabela 1: Conjunto de material usado durante a realização do estudo.

<b>Materiais do Campo</b>	<b>Materiais Laboratoriais &amp; Softwares</b>
Salva vida	Crivos
Barco	Google Earth
Sacos Plásticos	Coda pack
Amostrador do fundo	Pipeta de Robinson
GPS	ArcGis
Caderno e caneta	

### 1.11. Colheita de dados

Para a realização deste trabalho colheu-se amostras de sedimentos em 16 secções ao longo do estuário de Macuse de uma forma desordenada no que tange a distância dos pontos de amostragem, onde observou-se maior distância de 579.47 e menor distância de 247.59 num período seco.

Para coleta das amostras do solo no fundo do estuário, usou-se amostrador do fundo que foi a cupulado a uma corda e introduzido a água com ajuda de um peso específico que o instrumento possuía afundou e quando sentiu o fundo fechou-se com sedimentos retidos no interior, em seguida puxou-se a corda para superfície do estuário. No interior do barco os sedimentos foram removidos do instrumento para os sacos plásticos para a conservação das amostras com auxílio de etiquetas colou-se nos plásticos para identificação das amostras em cada ponto, também com GPS para a localização de cada ponto das amostras através de coordenadas e usou-se também luvas para proteção e um barco para transporte.





Figura 5: O amostrador do fundo alguns elementos usado para colheita das amostras

Tabela 2: Coordenada da faixa esquerda e direita da boca em direção a confluência.

<b>Coordenadas da faixa esquerda</b>		
<b>Secções 1</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
<b>1<sup>a</sup></b>	17°43'14.73"S	37°11'10.97"E
<b>2<sup>a</sup></b>	17°42'58.64"S	37°11'12.11"E
<b>3<sup>a</sup></b>	17°42'51.85"S	37°11'4.74"E
<b>4<sup>a</sup></b>	17°42'39.21"S	37°11'6.82"E
<b>5<sup>a</sup></b>	17°42'34.62"S	37°10'55.91"E
<b>6<sup>a</sup></b>	17°42'24.79"S	37°10'51.69"E

7 <sup>a</sup>	17°42'20.86"S	37°10'38.21"E
8 <sup>a</sup>	17°42'9.39"S	37°10'23.71"E
<b>Coordenadas da faixa de direita</b>		
<b>Secções 2</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
1 <sup>a</sup>	17°42'26.87"S	37°10'17.11"E
2 <sup>a</sup>	17°42'30.12"S	37°10'25.70"E
3 <sup>a</sup>	17°42'39.48"S	37°10'31.66"E
4 <sup>a</sup>	17°42'47.23"S	37°10'38.39"E
5 <sup>a</sup>	17°42'57.43"S	37°10'38.38"E
6 <sup>a</sup>	17°43'5.89"S	37°10'40.76"E
7 <sup>a</sup>	17°43'12.85"S	37°10'39.22"E
8 <sup>a</sup>	17°43'19.66"S	37°10'40.65"E

## 1.12. Processamento das amostras

### 1.1.5 Análise granulométrica

Os sedimentos foram processados em Maputo, na Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Engenharia Florestal e Agronomia – Departamento de Engenharia Rural.

Para o processamento das amostras Usou-se o método de pipeta de Robinson. O Tratamento da amostra fez-se com hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio para se obter a textura dos sedimentos.

As amostras de sedimentos foram conservadas em pequenos sacos plásticos para posteriores análises laboratoriais. Levou-se as amostras para o laboratório com o objetivo de analisar a granulometria dos sedimentos. Inicialmente fez-se o tratamento das amostras de sedimentos com HCl e H<sub>2</sub>O eliminou-se o material que contribui para a formação e manutenção dos agregados de partículas. O H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (água oxigenada) ataca a matéria orgânica e destrói o material a 80%. HCl dissolve o CaCO<sub>3</sub> e ligações de Fe, Al e Mn. A dispersão efetuou-se com o auxílio de um agente dispersante, hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio. Para destruir os agregados, e conseqüentemente separar os elementos constituintes

destes, usou-se o agente dispersante hexametáfosfato de sódio e o carbonato de sódio. Baseando na Lei de Stokes a areia determinou-se por crivagem e o Silte pelo método de pipetagem segundo a técnica de Robinson.

Reagentes Agentes dispersante  $(\text{NaPO}_3)_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3$  (calgon) Pesou-se 71,4g de hexametáfosfato de sódio  $(\text{NaPO}_3)_6$  transferiu-se para um balão volumétrico de 2000 ml e dissolveu-se em um pouco de água destilada. Acrescentou-se ao balão 15,88g de carbonato de sódio  $(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  e agitou-se até dissolver completamente, perfaze-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

Usou-se uma quantidade 30g de solo seco, rigorosamente e deitou-se para um copo de 100ml juntar 200ml de agente dispersante, fechou-se o copo com vidro de relógio e deixou-se em contacto durante uma noite. No dia seguinte pôs-se a suspensão no copo de agitador com auxílio de água destilada, havendo cuidado de não encher demasiadamente o copo para evitar perdas durante a agitação, que se teve manter durante 60s. A suspensão transferiu-se para uma proveta de 1000 ml, a qual se adaptou-se um funil com um crivo por meio de jato de água destilada até que a água que passava o crivo fosse clara e Perfaze-se o volume com água destilada até 1000 ml. Controlou-se a suspensão antes da lavagem de amostra, controlou-se se as malhas de crivo não estão rasgadas. Pôs-se a fração de areia numa cápsula de peso conhecido, e colocou-se na estufa a  $105^\circ\text{C}$ . No dia seguinte pôs-se a areia no exsiccador e depois de uma hora deixou-se passar por um crivo de 200 Pesou-se as frações.

As suspensões nas provetas colocaram-se em fila sobre a bancada destinadas as colheitas, em cima de qual encontrava-se o aparelho de pipetagem (suporte com pipeta de Robinson). Para determinar a fração de argila + silte, cada proveta foi agitada e pipetada separadamente. Incluindo-se um ensaio em branco. Registou-se a temperatura num cilindro de água destilada. Agitou-se a solução na proveta com um agitador manual num movimento regular de vaivém do alto para baixo, durante 30 segundos (tomou-se nota do tempo com um cronómetro). Não mexeu-se mais as provetas até o fim da análise. Depois de 90 segundos pipitou-se em 6 segundos no centro da proveta, 20 ml da suspensão e recebeu-se a suspensão em pesa-filtro de peso conhecido. A profundidade dependeu da temperatura. Lavou-se a pipeta com água destilada depois de cada colheita e adicionou-se ao pesa-filtro com a suspensão. Secou-se a suspensão na estufa a  $105^\circ\text{C}$  de um dia para o outro. Retirou-se os pesa-filtros da estufa, deixou-se arrefecer num exsiccador durante 2 horas e pesou-se. Fez-se um ensaio em branco (200 ml agente dispersante completando a 1000 ml na proveta). Pipetou-se, secou-se na estufa a  $105^\circ\text{C}$  por no exsiccador e pesou-se depois 2 horas o resíduo. Corrigiu-se a fração de argila.

Depois de 18 horas leu-se a temperatura e pipetou-se numa profundidade que dependeu da temperatura, a fração de argila em 12 segundos. Seguidamente recebeu-se a suspensão em pesa-filtro, de peso conhecido. Secou-se a suspensão na estufa a 105°C, de um dia para o outro. Tirou-se os pesa-filtros da estufa, deixou-se arrefecer num exsiccador durante 2 horas e pesou-se.



Figura 6: Pesagem das amostras

### 1.13. Cálculos

INTERVALO GRANULOMETRICO		PROCESSO DE TRATAMENTO
Minimo	Maximo	
600	355	Crivagem
355	125	Pipetagem
45	2	
2	0	

a) Cálculo de teor de areia grossa

$$\% \text{ Areia grossa} = \frac{\text{Peso areia grossa}}{\text{Peso amostra}} \times f \times 100$$

b) Cálculo do teor de areia fina

$$\% \text{ Areia fina} = \frac{\text{Peso areia fina}}{\text{Peso amostra}} \times f \times 100$$

c) Cálculo do teor de Silte

$$\% \text{ Silte} = \frac{\text{Peso da argila} + \text{Silte} - \text{peso da argila}}{\text{Peso amostra}} \times F \times 100$$

d) Cálculos do teor de argila

$$\% \text{ Argila} = \frac{\text{Peso da argila} - \text{peso branco}}{\text{Peso amostra}} \times F \times 100$$

e) Cálculo do fator de pipeta (F)

$$F = 100 \times f \times \frac{1000}{v}$$

A soma das percentagens de todas as frações % areia + Silte + Argila foi igual a 100%.

f) Cálculos até 100%

Os resultados estiveram nos limites admitidos, multiplicou-se a % areia, % Silte e % argila com um fator de correção.

$$\text{Factor de correcção} = \frac{100}{\% \text{ areia} + \% \text{ Silte} + \% \text{ argila}}$$

Os resultados que saíram depois da correção utilizaram-se para a classificação dos sedimentos. Todos os pesos nos cálculos foram dados em gramas.

#### 4. Resultados e discussão

A seguir é ilustrado em separado os mapas de localização de classe de valores e de isovalores para as três classes granulométrica (Fig7.).

O mapa da figura 7. mostra a distribuição dos dados em quatro classes, em termos gerais a distribuição dos sedimentos tendem a assumir valores mais elevados na margem Sudoeste do canal de Macuse.

Os mapas de isovalores (**Fig. a, b, c e d**), em geral, contrariam a tendência observada no mapa de classes, possivelmente devido ao tratamento fragmentado atribuído para as classes granulométricas. Aqui, a distribuição dos sedimentos para as três classes granulométricas está mais concentrada na parte Sudeste e Noroeste do canal. Porém, uma análise mais pormenorizada permite notar que apesar das similaridades, principalmente entre Areia e Argila, existem ligeiras diferenças na distribuição destas duas classes relativamente ao silte.

No mapa de distribuição de silte ocorrem certas manchas de anomalias negativas isoladas, o que não se verifica nos mapas de Areia e Argila. Por outro lado, verifica-se que existe uma tendência de distribuição dos sedimentos com concentrações elevadas em duas partes distintas, uma na parte Noroeste e outra na parte Sudeste, a primeira pode estar a refletir a tendência normal de deposição dos sedimentos ao longo da barra de pontal verificado em situações normais de rios meandrantes. A segunda, evidentemente reflete a existência de ilhas barreiras na parte Sul do canal, logo após último ponto de amostragem a jusante (Figura. **IMAGEM DE SATELIE**). Entretanto, as concentrações anómalas de sedimentos verificados a jusante, que poderiam ser associadas com tendências deposicionais de Ação marinha estão mascaradas pela existência de barreiras que evidentemente interferem nos resultados. Porém, a existência destas barreiras, pode também estar a refletir a interação entre a ação fluvial e marinha, que tendem a propiciar condições favoráveis para deposição de sedimentos e acumulo.

Não há informações precisas a respeito da fonte de sedimentos, evidentemente esta seja diversificada em função dos percursos seguidos pelos vários canais que desaguam na área de estudo.

Importa referir que os valores apresentados na escala de cores dos mapas de contorno não representam a percentagem dos grãos na região, apenas a densidade local resultante da remoção da tendência de distribuição regional para obtenção da distribuição local.

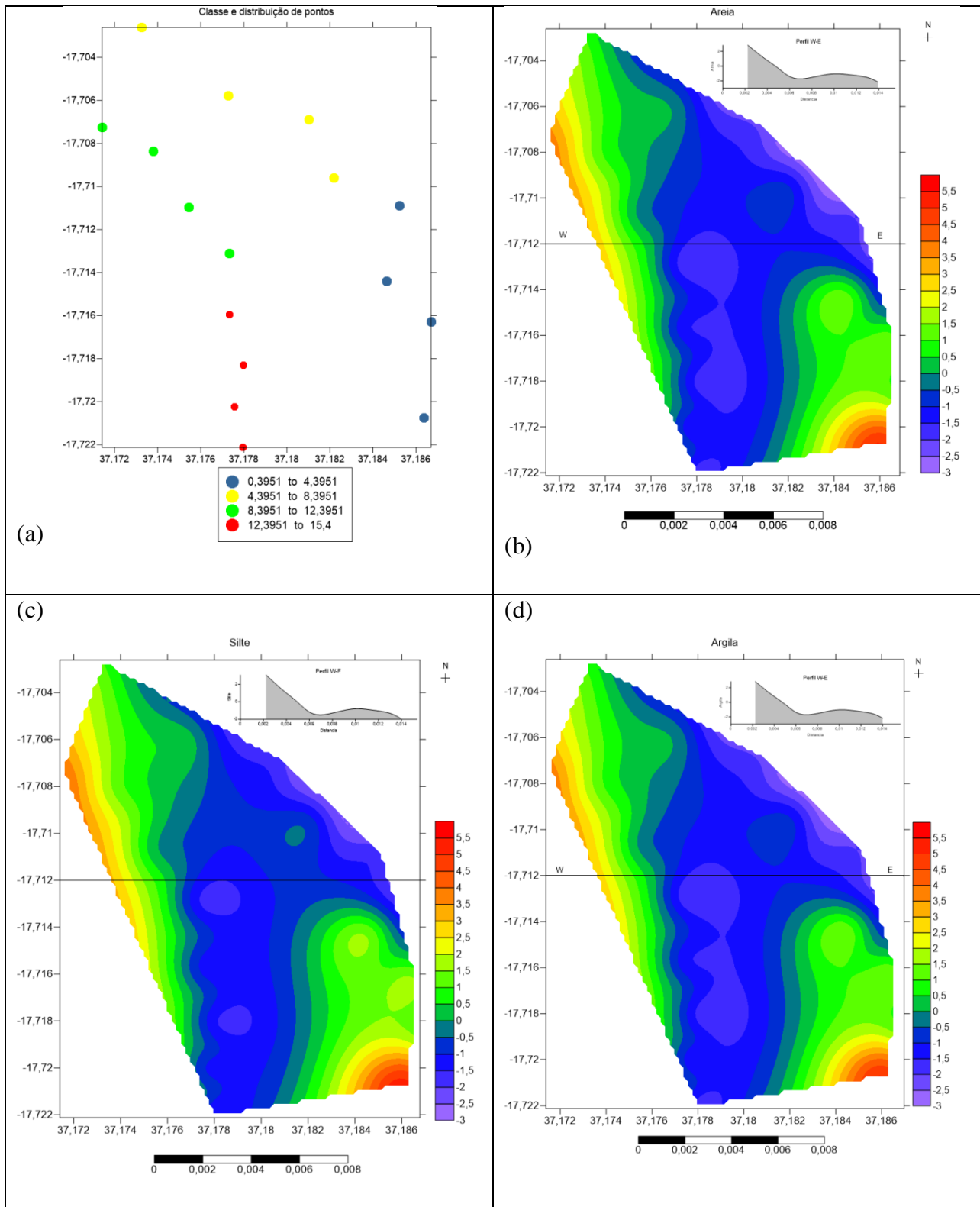


Figura 7: Mapa de distribuição de ponto e classes de valores (a); Mapa de distribuição de Areia (b); Mapa de distribuição de silte (c); Mapa de distribuição de Argila (d).

### Centro e matriz de variabilidade dos dados

A análise estatística composicional permite desvendar e descrever o comportamento de dados fechados retirando o efeito da restrição a soma constante.

Como primeira inspeção pode se comparar os centros dos dados para identificar as componentes que mais identificam a área de estudo. Apreciando o centro dos dados (Tabela 3) observa-se uma distribuição similar e com valores elevados para Argila (**0.3892**) e Silte (**0.3122**). Os valores altos verificados para estas duas classes granulométricas refletem a tendência de serem depositados sob condições energéticas similares e consequentemente ocorrerem associada.

	Centro
Areia	0.2986
Silte	<b>0.3122</b>
Argila	<b>0.3892</b>

Tabela 3: Resumo da análise estatística composicional o centro dos dados.

A análise de componentes principais em diagramas triangulares mostra-se uma ferramenta promissora quando se busca compreender a variabilidade dos dados (Figura 3). No diagrama ternário da figura abaixo, a primeira componente principal explica a maior proporção da variabilidade e está associada a distribuição de sedimentos do tamanho de areia, ou seja, a concentração sedimentos do tamanho de areia tendem a ser maior nos locais onde as condições não favorecem a deposição de silte e argila. Tal situação pode, também, ser verificada na tabela 2 onde a primeira componente principal (PC1) explica 69% da variabilidade existente nos dados, e mostra forte relação entre argila (0.2071) e silte (0.1676), conforme revelado pela proximidade dos valores entre estas duas classes granulométricas. Os restantes 39% da variabilidade explicada pela segunda componente principal (PC2) estão associados a argila (0.6021), mostrando uma tendência diferencial relativamente a silte.



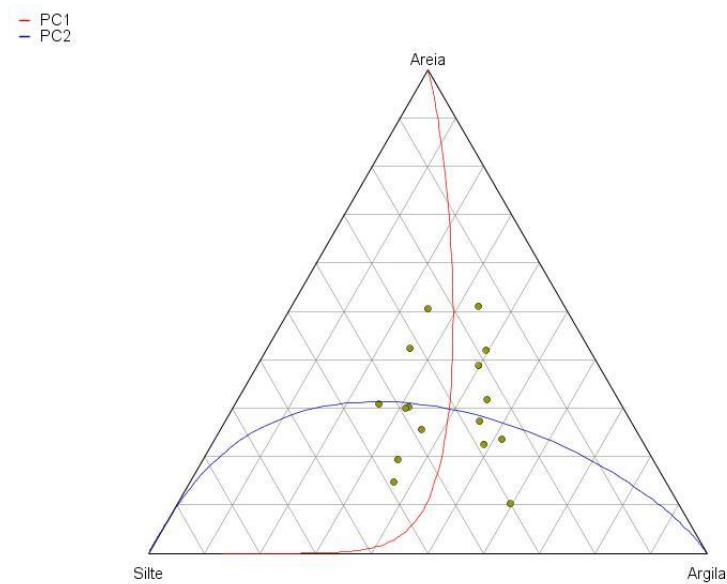


Figura 8: Diagrama ternário da análise de componentes principais entre areia, argila e silte.

	<b>Areia</b>	<b>Silte</b>	<b>Argila</b>	<b>Cum.Prop.Exp.</b>
<b>PC1</b>	0.6253	0.1676	0.2071	0.69
<b>PC2</b>	0.2491	0.1487	0.6021	1

Tabela 4: Resumo da análise de componentes principais

Buscando desvendar mais a variabilidade existente entre as três classes granulométricas efetuou-se a análise de variância apresentada na tabela 5. Novamente volta-se a confirmar a relação já observada anteriormente na análise de componentes principais composicionais, ou seja, a variância mais baixa verifica-se entre os sedimentos de tamanho de silte e argila (0.2088), evidenciando alta correlação entre estas classes granulométricas na área de estudo. Os altos valores de variância verificados entre areia e silte (0.4314) indicam que as condições no estuário não favorecem a coexistência deposicional entre estes materiais ao longo da área amostrada.

Observando a área de estudo é possível perceber que trata-se de uma faixa marcada por um alargamento do canal, para além de se comportar como um meandro e apresentar uma tendência de

redução do declive para ângulos próximos de 0°, o que evidentemente afeta o competência de transporte de sedimentos para jusante, ou seja, as condições do canal começam a ser tais que possibilitam a deposição de sedimentos finos a jusante.

### Variância $\ln(X_i/X_j)$

$X_i \backslash X_j$	Areia	Silte	Argila	Variâncias clr	
Areia		0.4314	0.3638	0.1325	
Silte	0.0444		0.2088	0.1067	
Argila	0.2650	0.2206		0.0954	
<b>Média <math>\ln(X_i/X_j)</math></b>				<b>0.3347</b>	<b>Variância Total</b>

Tabela 5: análise da variabilidade entre as componentes areia, argila e silte.

Para melhor descrever os dados analisados se realizou a análise de aglomerados composicionais, o qual é representado por meio de um Dendrograma-Coda (Fig. 9).

A Sequência de Partição Binária (SPB) na Tabela 5 mostra as sucessivas interações realizadas durante o agrupamento das variáveis com base na variabilidade e similaridade existente entre estas. Assim, o valor 1 representa a inclusão de uma variável num determinado grupo, -1 representa a inclusão no grupo oposto e o valor zero (0) representa a exclusão da variável em ambos grupos formados.

A variabilidade (variância) associada aos grupos é representada pelo comprimento das barras verticais. Portanto, uma barra vertical curta significa uma pequena variação. Por outro lado, quando o balanço tem uma grande variância sua barra vertical é mais longa. A localização da média de um balanço é determinada pela intersecção do segmento vertical com o segmento horizontal. Quando essas intersecções não estão no meio, isso indica uma grande contribuição de uma das partes no grupo.

No dendrograma o primeiro balanço (b1) divide as variáveis em dois grupos (G11 e G12), o primeiro grupo (G11), se encontra a direita, é composto argila e silte. O segundo grupo (G12) localiza-se a esquerda do dendrograma e é constituído por sedimentos de areia.

O segundo balanço (b2) divide o primeiro grupo (G11) em dois grupos (G21 e G22), o G21 é representado por argila e o G22 por silte.

Na tabela 6 se pode apreciar que a média do primeiro balanço (b1) está muito próximo de zero (0.1263) em comparação com a média verificada no segundo balanço (0.1560). Assim, o b1 gera grupos muito equilibrados comparativamente a b2. O elevado valor da média observada no segundo balanço esta associada a grande contribuição (distribuição areal) de argila relativamente a silte.

O b1 mostra uma grande variância (0.2303) entre os grupos G11 (argila e silte) e G12 (areia), esta variância está sendo refletida pelo maior comprimento da primeira barra vertical relativamente a segunda barra que representa o balanço entre argila e silte (0.1044).

Areia	Silte	Argila
-1	1	1
0	-1	1

Tabela 6: Partição Binaria IRL

**Média:**

Balanço 1	Balanço 2
0.1263	0.1560

**Variância:**

0.2303	0.1044
--------	--------

Tabela 5. Análise da média e variância do aglomerado no dendrograma

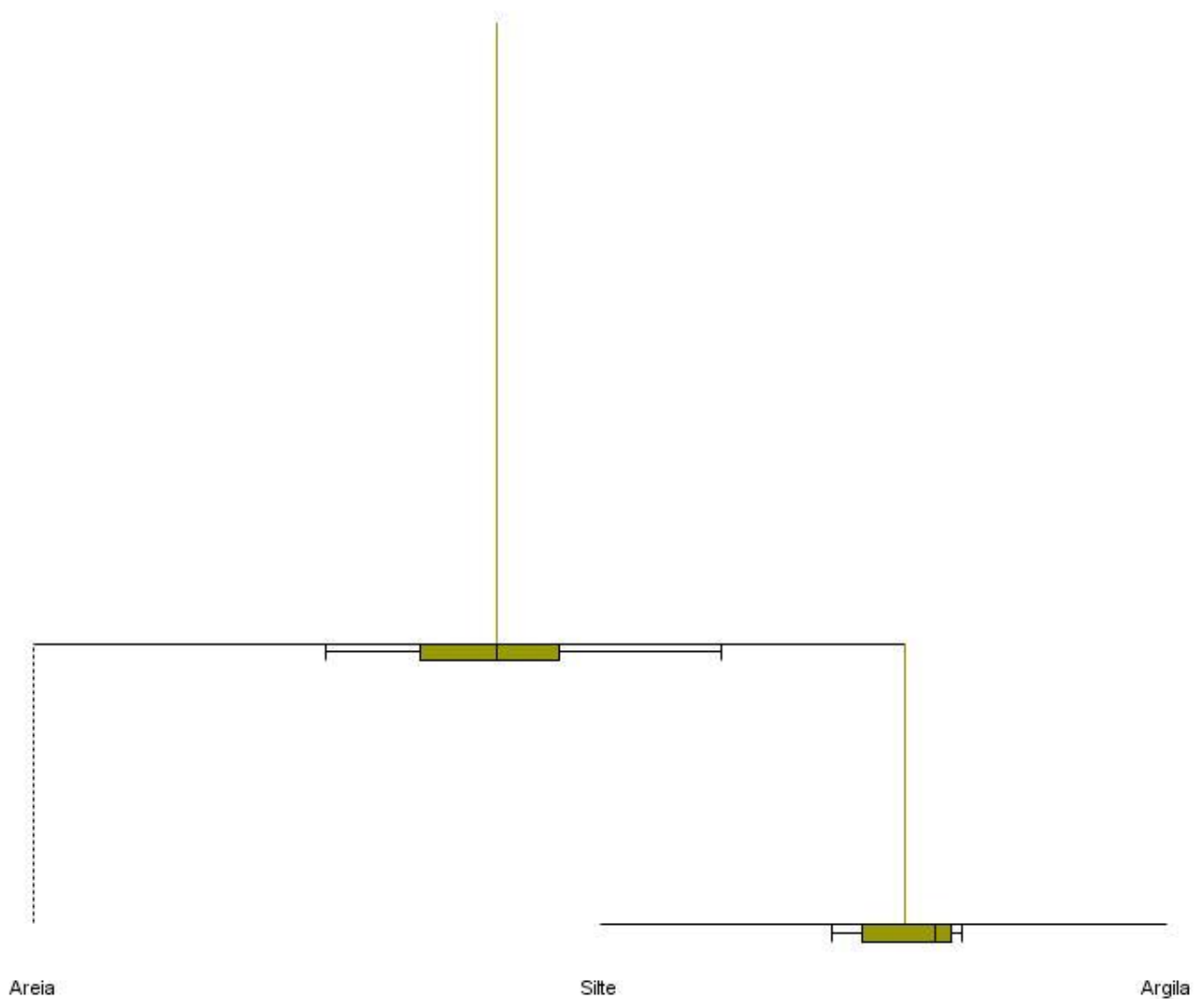


Figura 9: Dendrograma mostrando o agrupamento das classes granulométricas com base na variabilidade existente entre si.

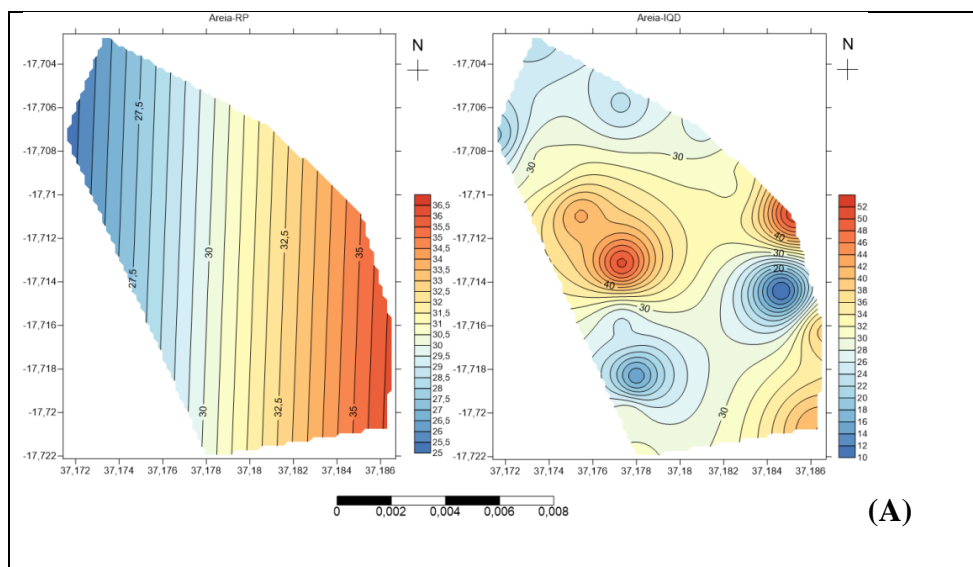
Por questões práticas viu-se a necessidade de representar a distribuição dos sedimentos na forma de mapas, é comum utilizar-se mapas de pontos para descrever a distribuição de sedimentos pelo facto de não se tratarem de amostras pontuais, ou seja, cada amostra representar a bacia de captura dentro da área. Porém, dada a natureza dos dados, que são percentagens granulométricas, optou-se por mapear a distribuição e representar na forma de pontos e de contorno.

Inicialmente procurou-se avaliar a tendência de distribuição geral das classes granulométricas, para tal usou-se o interpolador de Regressão Polinomial (RP, mapas a esquerda na Figura 10). Observa-se que as classes granulométricas apresentam tendências distintas uma da outra.

Para desvendar tendências de concentrações ao longo da área efetuou-se a segunda interpolação usando o método do Inverso do Quadrado da Distância (IQD, mapas a direita na Figura 10). Os princípios associados aos métodos de interpolação não serão discutidos aqui mas, podem ser encontrados detalhados em (Painho e Corvelo, 2008).

Para discriminar as concentrações locais removeu-se do mapa de IQD o efeito das tendências gerais verificada nos mapas de RP e obteve-se os mapas residuais ou locais (Figura 11), nestes observam-se os locais com maior concentração de cada componente.

De forma geral os sedimentos de areia apresentam uma distribuição areal mais ampla comparativamente a argila e silte. Por outro lado, argila e silte apresentam uma distribuição intimamente ligada ao longo do canal e preferencialmente encontram-se mais a jusante, nos locais onde há déficit de areia e a energia dos agentes geodinâmicos tende a ser mais reduzida.



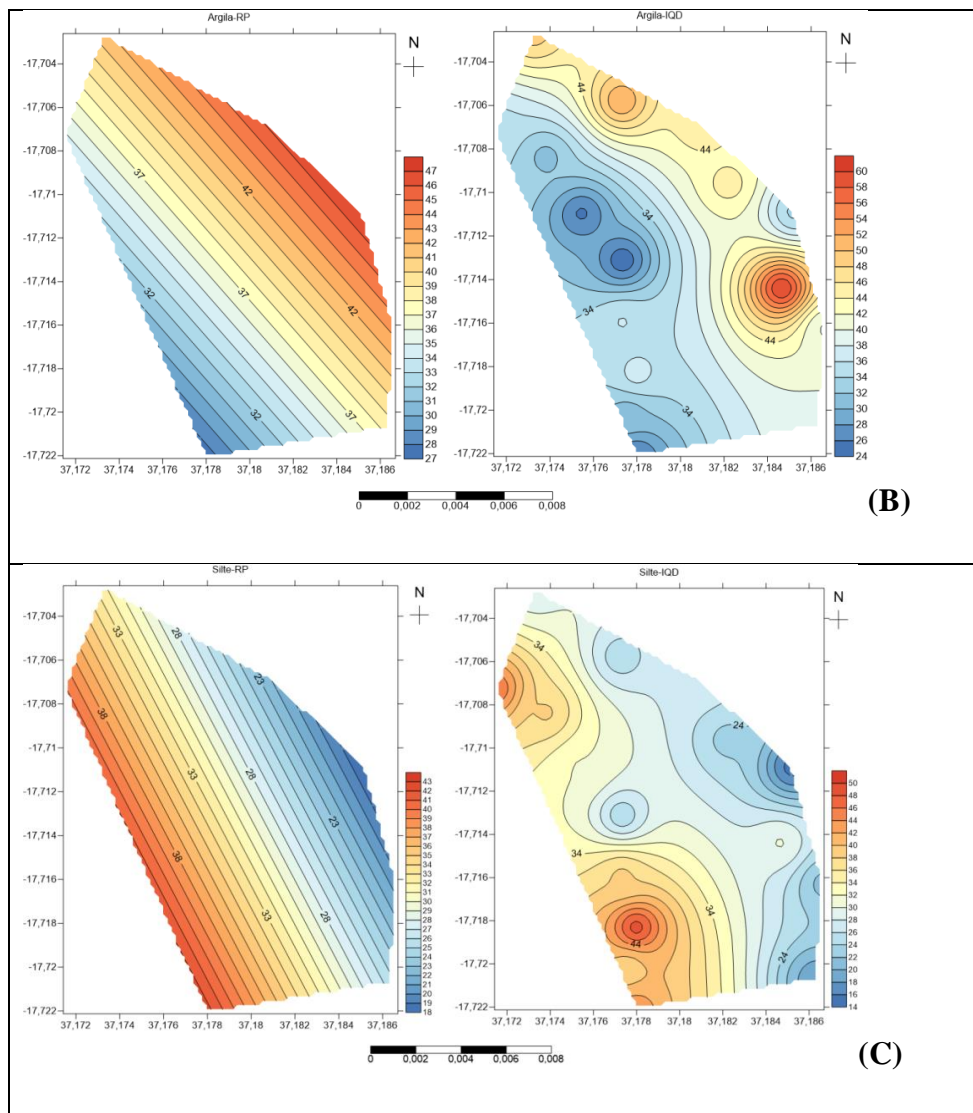


Figura 10. Distribuição das classes granulométricas, Regressão Polinomial (RP a esquerda, areia - A, argila- B e silte - C); Distribuição das classes granulométricas, Inverso do Quadrado da Distância (IQD a direita, areia - A, argila- B e silte - C).

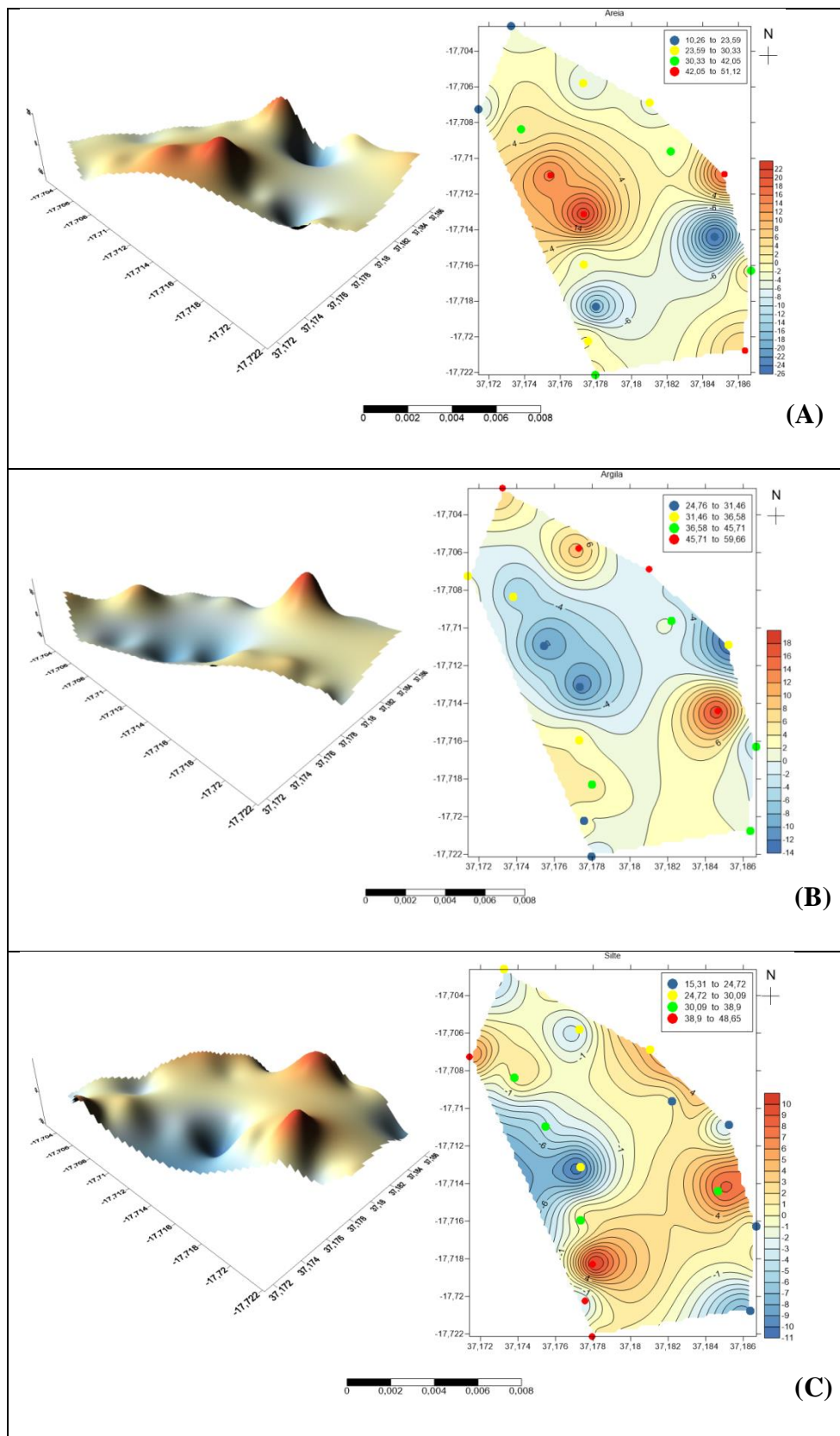


Figura 10: Distribuição residual das classes granulométricas em 3D (esquerda) e 2D (direita), areia-a, argila-b e silte-c.

## **5. Conclusão**

Na área de estudo, Estuário de Macuse, a distribuição dos sedimentos esta fortemente representada pelas classes granulométricas de areia. Porém, os sedimentos de areia estão mais concentrados ao longo da barra de pontal (Point Bar), onde as condições são propicias para a deposição.

Os sedimentos de argila e silte estão fortemente relacionadas entre si, refletindo a proximidade de tamanho e dependência de condições hidrodinâmicas similares para deposição (condições de baixa energia).

A distribuição de silte e argila é influenciada principalmente pelo alargamento do canal, existência de meandro e perda de declividade do estuário, o que tende a diminuir a energia fluvial e conseqüentemente a competência de transporte de sedimentos, resultando em deposição de materiais finos.

A distribuição de argila e silte mostra algumas tendências locais diferentes, com destaque para a margem Sudoeste a jusante, onde este último ocorre em concentrações mais elevadas.

A influência deposicional condicionada pela ação marinha está particularmente refletida pela existência de barreiras a jusante da área de estudo.



## 6. Referência Bibliografia

- Aitchison, J , & Greenacre, M. (2002). *Biplots of compositional data*. Appl. Statist. 51.
- Aitchison, J, Brown, & J.A.C. (1957). *The Lognormal Distribution*. Cambridge University Press,,: Cambridge.
- Aitchison, J. (1986). *The statistical analysis of compositional data*. London: Chapman and Hall.
- Alperin. (2013). *Análisis estadístico de datos*. provincia de Santa Cruz, Argentina: Revista de la Asociación Geológica.
- Dalrymple R.W., Z. B. (1992). *Estuary facies models: conceptual basis and stratigraphic implications*. Journal of Sedimentary Petrology.
- Dias, J. A. ((2004).). *A análise sedimentar e o conhecimentos dos sistemas marinhos*.
- Dyer, K. (1997.). *Estuaries: A Physical Introduction*. (W. Chichester, Ed.) 2 ed.
- DYER, K. R. (1995.). *Sediment transport processes in estuaries*. (G. a. Estuaries, Ed.) Netherlands: Elsevier Science.: In: PERILLO, G.M.E.
- Elliott, M, & McLusky, D. S. (2002). *The Need for Definitions in Understanding Estuaries*. *Estuarine Coastal and Shelf Science*.
- Fairbridge, R. W. (1980). *The estuary: its definition and geochemical role*. New York: John Wiley.: In E. Olausson & I. Cato (Ed.).
- Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1): 3-26.
- Frazão E.P., C. A. (2003). *Gis and Remote Sensing Techniques Applied to Environmental Impact Diagnosis Associated to Oil Activities in Mangrove Areas*. (C.-R. Salvador, Ed.) in the Rio Grande, do Norte State.: In: Mangrove 2003 International Conference.
- Frazão, E. P. (2003). *CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA E MORFOSEDIMENTAR DO ESTUÁRIO POTENGI E ÁREAS ADJACENTES: SUBSÍDIOS PARA CONTROLE E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NO CASO DEDERRAMES DE HIDROCARBONETO*.

- MEHTA, A.J, & PARTHENIADES, E. (1975). *An investigation of the depositional properties of flocculated fine sediments*. Journal of Hydraulic Engineering.
- Miguel, L. (2013). *Estudo da circulação hidrodinâmica e transporte de sedimentos no estuário de Macuse: Contribuição para a navegação e construção de um*. Província da Zambézia - Universidade Eduardo Mondlane, , Moçambique.
- Miranda, L. B, Castro, B. M, & Kjerfve, B. . (2003). *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. . São Paulo: EdUSP.
- Movellán Mendoza, E. (2004). *Modelado de la Cuña Salina y del Flujo de Nutrientes en el Tramo Estuarino del Río Ebro (Tese de Doutoramento)*.Ebro (Tese de Doutoramento) Extraído de. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/1425>.
- Ohrel, R. L, & Register, K. M. . (2006). *Volunteer Estuary Monitoring*. Washington: The Ocean Conservancy.: A Methods Manual (2nd ed.
- Painho, M. ((1998).). *Os sistemas de informação geográfica como ferramenta de suporte de integração de planos*. Associação Portuguesa de Engenharia do Ambiente. Lisboa: In: Actas do Workshop sobre Instrumentos de Planeamento: Oportunidades e Condicionantes no Ambiente.
- Painho, M. e. ((2008).). *Ciência da Informação Geográfica. e-book Unidades de Aprendizagem 1 a 5*. In: Instituto Superior de Informação Geográfica da Universidade Nova de Lisboa.: Mestrado em Ciência & Sistemas de Informação Geográfica.
- Pritchard, D. (1952). *Salinity distribution and circulation* . Chesapeake Bay Estuarine System.
- Pritchard, D. W. (1967). *What is an estuary: a physical viewpoint*. Washington: American Association for Advancement of Science: In G. H. Lauff (Ed.). Estuaries (pp. 3-5).
- R., F. (1980.). *The Estuary: It's Definition and Geodynamic Cycle*. In: *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*. (J. W. Sons, Ed.) Chichester: Olausson E., Cato I. (eds).
- READING, H. (1996.). *Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy*. Oxford: Blackwell Science: 3rd ed.

ROSSETTI, D. (2008.). *Ambientes estuarinos. In.: . São Paulo: Beca.: Silva et al. 2008, Ambientes de Sedimentação Siliciclástica do Brasil. .*

Santana, M. B. ( (2015)). *Variação da composição granulométrica em solos na Ilha de Assunção, Cabrobó - Pernambuco;* Pernambuco: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.

Schubel J.R, & Carter, H.H. (1984). *Fine-grained suspended sediment.* (Vol. INC). (A. Press, Ed.) Orlando: KENNEDY V.S.(Ed). The estuary as a filter.

Souto, M. (2014). *Governança e Crescimento Partilhado das Pescas no Sudoeste do Oceano Índico em Moçambique.* Maputo: QUADRO DE GESTÃO AMBIENTAL E.

## 7. Anexo

	nº de amo...	areia	limo	argila	UD1	UD2	UD1c	UD2c
1	j1	0.42	0.18	0.40	0.54	0.31	0.54	0.31
2	j2	0.39	0.21	0.40	0.40	0.23	0.40	0.23
3	j3	0.10	0.30	0.60	-0.97	0.48	-0.97	0.48
4	j4	0.51	0.15	0.34	0.84	0.28	0.84	0.28
5	j5	0.32	0.23	0.45	0.16	0.28	0.16	0.28
6	j6	0.27	0.27	0.46	-0.05	0.23	-0.05	0.23
7	j7	0.24	0.25	0.52	-0.16	0.39	-0.16	0.39
8	j8	0.23	0.29	0.49	-0.25	0.26	-0.25	0.26
9	n1	0.19	0.46	0.35	-0.51	-0.27	-0.51	-0.27
10	n2	0.30	0.38	0.31	-0.03	-0.29	-0.03	-0.29
11	n3	0.42	0.32	0.26	0.39	-0.37	0.39	-0.37
12	n4	0.51	0.25	0.25	0.68	-0.26	0.68	-0.26
13	n5	0.26	0.38	0.36	-0.20	-0.17	-0.20	-0.17
14	n6	0.15	0.49	0.37	-0.78	-0.24	-0.78	-0.24
15	n7	0.30	0.39	0.31	-0.04	-0.31	-0.04	-0.31
16	n8	0.31	0.43	0.26	-0.02	-0.52	-0.02	-0.52