



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

Monografia para a Obtenção do Grau Licenciatura em Geologia Marinha

2017

### **Morfodinâmica e Fácies sedimentares do estuário dos Bons Sinais na zona das Gazelas**



**Autor**

Sérgio Paulo Caetano

**Quelimane, 2017**



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

Monografia para a Obtenção do Grau Licenciatura em Geologia Marinha

2017

### **Morfodinâmica e Fácies sedimentares do estuário dos Bons Sinais na zona das Gazelas**

**Autor**

Sérgio Paulo Caetano

**Supervisor**

Ph.D. Fialho Nehama

---

**Quelimane, 2017**

## Dedicatória

*“E conhecereis a verdade, e a verdade vos libertará “*

Dedico este trabalho primeiro a Deus, Aos meus Pais

Paulo Caetano Dauce, Maria Lina Aberto

E a meus irmãos Felipe, Sara, Nimerode e Josué, por me amarem e  
Apoiarem sempre, amo-vos bastante não faria sentido a minha vida sem vocês.

## SALMO 93

- 1 O SENHOR reina! Está Vestido de majestade. O SENHOR se revestiu, cingiu-se de fortaleza; O mundo também esta estabelecido, de modo que não pode ser abalado. Está firme, e não se abalará.
- 2 O teu trono está firme desde a antiguidade; tu existes desde a eternidade.
- 3 Os rios levantaram, ó SENHOR, os rios levantaram o seu fragor.
- 4 Mais que o ruído das grandes águas, mais que as vagas estrondosas do mar, poderoso é o Senhor nas alturas.
- 5 Muitos fiéis são os teus testemunhos; a santidade convém a tua casa, SENHOR, para sempre.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus meu pai celestial em nome do meu Senhor e salvador Jesus Cristo filho de Deus vivo, pela vida e por tudo que proporcionou durante todo este período de curso e por tudo que tem feito em meu favor, eis que tudo tem que ser feito para sua honra e glória.

Aos meus pais (Paulo Caetano Dauce e Maria Lina Alberto), pelo encorajamento de engrenar nesta universidade, e apoio incondicional que sempre dedicaram a mim. Aos meus irmãos (Felipe, Sara, Nimerode e Josué), mesmo distante não deixaram de me apoiar. Aos meus primos (Luísa, Hermínia, Alberto, Carlota, Cristina, Francisco e a todos outros).

Aos meus orientadores Professor Fialho Nehama e Msc Celso Matsine por terem me aceite e ter o privilégio de serem os meus supervisores, mesmo com muitos afazeres sempre tiveram um tempo pra mim, por isso obrigado de coração.

Aos docentes da Escola superior ciências marinhas e costeira pelos ensinamentos em particular ao Msc Noca Furaca. Por me ter apoiado nessa monografia e por darem o seu melhor para o meu aprendizado e a toda escola.

Aos meus amigos: Lucas, José Xieo, Buana, Guilherme, Geraldo, Hélder, Euzito pela vossa ajuda, compreensão, companheirismo e por estarem sempre do meu lado. A minha madrinha Nélia e a minha afilhada Suraya pela força e carrinho.

Ao pessoal da residência feminina e masculina:

Em especial Aos meus companheiros do quarto na residência (Flávio, Orlando, Oldim e Amós), por torcerem sempre pelo meu sucesso, ficarão em minha lembrança. Aos outros amigos da residência masculina (Cândido Timba, Félix Sodasse, Orlando Guta, Orlando Macicame, Ernesto Tembe, Erasnes, Alberto Sibie e Adriano Muhate), A todos da residência feminina por me tratarem com tanto carrinho e aconchego e sempre prontos para ajudar, em especial a (Luísa Jaqueline, Leovistónia, Sara, Balbina, Marlene, Katia, Sadia e mais).

Aos meus colegas do curso de Geologia Marinha. Enfim quero dizer meu muito obrigado a todos que de alguma forma directa ou indirecta me apoiaram.

### **Declaração de honra**

Declaro por minha honra que o conteúdo deste trabalho de licenciatura em Geologia Marinha é da minha autoria, fruto de esforço e dedicação e sobre assistência dos meus orientadores, excepto o que foi devidamente referenciado. De referir que o trabalho nunca foi apresentado, para obtenção de qualquer outro título similar.

Quelimane, Setembro de 2017

Assinatura

---

(Sérgio Paulo Caetano)

## **Resumo**

Este estudo tem como objectivo analisar as características da morfodinâmica e das fácies sedimentares do estuário dos Bons Sinais na zona das Gazelas. O trabalho ocorreu em três fases, a primeira fase da saída de campo, segunda fase laboratorial e terceira processamento de dados. As análises laboratoriais foram feitas na faculdade de agronomia e engenharia florestal em Maputo, onde fez-se análise da textura das amostras colectadas e obteve-se os resultados preliminares em formas de dados relativos a percentagem da fracção areia, silte e argila. O processamento de dados foi feito no pacote estatístico Microsoft Excel, onde processaram-se os dados da maré, corrente e topografia e calculus de parâmetros estatísticos determinando o desvio padrão, média, mediana, Skewness e Kurtoses que culminou com a construção de gráficos de curvas granulométricas do peso das amostras. O Balanço sedimentar no estuário dos bons sinais em gazelas é muito influenciado pela hidrodinâmica e pelas acções antropogenicas e é maior na época da maré viva do que na maré morta e mesmo assim o balanço sedimentar não se comporta de uma forma uniforme em todas as fases. portanto, verifica-se maior fluxo na baixa-mar em relação a preamar e as fáceis mais predominantes nas gazelas são litosfácies de areia fina a muito fina. A topografia das gazelas é muito influciado pelos diâmetros dos sedimentos.

Palavras-chave: Balanço sedimentar, granulometria, Fácies Sedimentares, Morfodinamica.

## **Abstract**

The main objective of this study was to analyze the morphodynamic characteristics and sedimentary faces of the Bons Sinais estuary in the Gazelas zone. The work took place in three phases, the first phase of the field exit, second laboratory phase and third data processing. Laboratory analyzes were carried out at the Faculty of Agronomy and Forest Engineering in Maputo, where the texture of the collected samples was analyzed and the preliminary results were obtained in data forms related to the percentage of sand, silt and clay fraction. The data processing was done in the statistical package Microsoft Excel, where the tide data, current and topography and statistical parameters calculus were determined determining the standard deviation, mean, median, Skewness and Kurtoses, which culminated with the construction of curves the weight of the samples. The sedimentary balance in the estuary of the good signs in Gazelas is very influenced by hydrodynamics and anthropogenic actions and is higher in the time of the living tide than in the dead tide and yet the sedimentary balance does not behave uniformly in all phases. therefore, there is a higher flow at low tide compared to preamar and the most prevalent facies in Gazelas are lithosphacies from fine to very fine sand.

The topography of the Gazelas is very influenced by the diameters of the sediments.

Key words: Sedimentary balance, granulometry, sedimentary faces, morphodynamic

## Lista de abreviaturas e Significados

Abreviaturas	Significado
Std	Desvio padrão
M	Média
Md	Mediana
SK	Skewness
Krt	Curtosis
d	Diâmetro
m	Metro
mg	Miligrama
°C	Graus celsius
g	Gramas
s	Segundos
GPS	Sistema de posicionamento geográfico
ArcGis	Sistema de informação geografica
Sr	Sedimento de forma ondulada
Mm	Milímetro
%	Porcentagem
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
ESCMC	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Tabela<sub>1</sub>: Lista de abreviaturas e Significados

## Lista de figuras

<b>Nº</b>	<b>Título das figuras</b>	<b>Páginas</b>
1	Domínio relativo do rio, das ondas e da maré e a sua relação com a morfologia dos estuários	6
2	Movimento de massa	7
3	Movimento das partículas	8
4	Perfil longitudinal dos sedimentos depositados ao longo de um rio	9
5	Área de estudo	14
6	Provetas no laboratório	21
7	Crivagem	21
8	Crivos para granulometria	21
9	Pesagem das fracções	21
10	Medição da topografia	21
11	Imagem de Gazelas	21
12	Curvas da velocidade das correntes em 2 direcções	23
13	A curva representa a magnitude da corrente da zona de Gazelas do estuário dos bons sinais do dia 18 de Junho de 2017 no período da maré morta.	23
14	A curva representa o balanço dos sedimentos em função do tempo	24
15	Curvas granulométricas da distribuição dos sedimentos nas secções 979 e 988.	25
16	Curvas granulométricas das secções 980 e 989	26

17	Curvas granulométricas das secções 981 e 992	26
18	Curvas granulométricas das secções 983 e 995	26
19	Curvas granulométricas das secções correspondentes aos sedimentos suspensos.	27
20	Curva granulométrica da secção correspondente a sedimentos encontrados no fundo do canal do estuário dos bons sinais em Gazelas.	27
21	Curva da topografia do estuário dos bons sinais em Gazelas	28
22	Diagrama de Huljstrom	28

#### **Lista de tabelas**

<b>Nº</b>	<b>Título de tabelas</b>	<b>Páginas</b>
1	Lista de abreviaturas e Significado	VII
2	Litofácies associados a depósitos aluviais	13
3	Dados de parâmetros estatísticos da maré Morta (Amostras de sedimento do fundo)	24
4	Dados de parâmetros estatísticos da maré viva (Amostras de sedimentos do fundo e em suspensão)	25

<b>Índice</b>	<b>Pág.</b>
Dedicatória .....	I
Agradecimentos.....	III
Declaração de honra .....	IV
Resumo.....	V
Abstract .....	VI
Lista de abreviaturas e Significados.....	VII
Lista de figuras .....	VIII
Lista de tabelas .....	IX
1. Introdução .....	1
1.1. Problematização.....	2
1.2. Justificativa.....	2
1.1. Objectivos.....	2
1.1.1. Objectivo Geral .....	2
1.1.2. Objectivos Específicos .....	2
2. Revisão de literatura .....	3
2.1. Morfodinâmica dos Estuários e Fácies sedimentares .....	3
2.1.1. Estuários .....	3
2.1.2. Desenvolvimento morfodinâmico dos estuários .....	3
2.1.3. Origem e transporte dos sedimentos até aos estuários .....	4
2.1.4. Os sedimentos nos estuários.....	6
2.1.5. Alteração do balanço sedimentar nos estuários.....	7
2.1.6. Fácies sedimentares.....	7
2.1.7. Litofácies e processos de formação das unidades morfo-sedimentares .....	8
2.1.7.1. Litofácies Pântanos Salinos (lama).....	8
2.1.7.2. Litofácies (Areia Fina a Muito Fina).....	9

2.1.7.3.	Litofácies (Areia muito fina) .....	9
2.1.7.4.	Classificação das fácies .....	10
3.	Métodologia .....	11
3.1.	Área de estudo .....	11
3.2.	Métodos .....	12
3.2.1.	Determinação do balanço dos sedimentos .....	12
3.2.2.	Medição da velocidade da corrente das marés .....	13
3.2.3.	Identificação das fácies sedimentares na zona das Gazelas .....	13
3.2.4.	Descrição da variação da granulometria com base na Topografia .....	13
3.2.5.	Relação da granulometria dos sedimentos com as velocidades da corrente .....	13
3.2.5.1.	Reagentes .....	14
3.2.5.2.	Modo operativo .....	14
3.2.5.3.	Separação das fracções .....	15
3.2.5.4.	Fracções de areia .....	15
3.2.5.5.	Fracções de Argila + Silte .....	15
3.2.5.6.	Fracção de Argila .....	15
3.2.5.7.	Cálculos .....	16
3.2.5.8.	Cálculo de teor de areia grossa .....	16
3.2.5.9.	Cálculo do teor de areia fina .....	16
3.2.5.10.	Cálculo do teor de Silte .....	16
3.2.5.11.	Cálculos do teor de argila .....	16
3.2.5.12.	Cálculo do factor de pipeta (F) .....	16
3.2.5.13.	Resultados encontrados .....	17
3.2.5.14.	Cálculos até 100% .....	17
3.3.	Materiais .....	18
4.	Resultados .....	19

4.3.	Determinação do balanço dos sedimentos.....	19
4.4.	Identificação as fácies sedimentares na zona das Gazelas .....	20
4.5.	Descrição da variação da granulometria com base na Topografia .....	24
4.6.	Relação da granulometrias dos sedimentos com as velocidades das correntes .....	24
5.	Discussão .....	25
5.3.	Determinação do balanço dos sedimentos.....	25
5.4.	Identificação das fácies sedimentares na zona das Gazelas .....	26
5.5.	Descrição da variação da granulometria com base na Topografia .....	28
5.6.	Relação da granulometrias dos sedimentos com as velocidades das correntes .....	29
6.	Conclusão e recomendações .....	31
7.	Referências Bibliográficas .....	32
8.	Anexos .....	34
8.1.	Anexo <sub>1</sub> :.....	34
8.2.	Anexo <sub>2</sub> : .....	36

## **1. Introdução**

Estuário é o limite mais à jusante de um vale afogado que recebe sedimentos fluviais e marinhos e que contém fácies sedimentares influenciadas pela maré, pelas ondas e pelos processos fluviais. O estuário compreende toda a extensão do vale afogado que se estende do limite à montante das fácies de maré, até o limite à jusante das fácies costeiras próximo à embocadura (Dalrymple et al., 1992).

A zona estuarina é a zona mais habitada, devido as condições climáticas, meteorológicas e a disponibilidade das fontes hídricas além de oferecer condições favoráveis para a prática da agricultura, pesca, actividades portuárias e de transporte, a defesa, actividades de lazer, entre outras. A acção humana caracterizada pela destruição da vegetação típica da zona e a construção inapropriada de infra-estruturas têm acelerado o processo de erosão em alguns locais (Oliveira, 2003).

A erosão costeira resulta do efeito das marés e correntes de marés sendo possível controlar através de construção de infra-estruturas de defesa que absorvem a energia das ondas do mar na zona de contacto com a costa. A solução mais comum nas zonas urbanas é a construção de muros (quebra-mares) colocados ao longo da orla marítima e destinados a dissipar parte da energia das ondas do mar, fixação das dunas para estabilizar o solo e construção de barreiras (muros) com troncos de árvores (Dalrymple et al., 1992).

Dessas definições, pode-se inferir a grande importância dos sedimentos nesse ambiente costeiro que devido o interesse da componente sedimentológica na compreensão dos processos associados à evolução dos ambientes estuarinos e costeiros adjacentes, este trabalho, tem como objectivo analisar os fenómenos morfodinâmicos e de fácies sedimentares costeiras que envolvem a região de influência estuarina do estuário dos Bons Sinais na zona das Gazelas.

## **1.1. Problematização**

Os estuários são meios atractivos para o desenvolvimento de actividades antrópicas, que de forma desordenada interferem nos processos actuantes no balanço sedimentar das áreas costeiras. O ambiente sedimentar em áreas estuarinas tropicais tem sofrido alterações devido as intervenções humanas, portanto o estuário dos Bons Sinais na zona das Gazelas vem merecendo destaque, cujas implicações para o ambiente estuarino e o costeiro adjacente, ainda estão distantes de serem conhecidas.

## **1.2. Justificativa**

O estuário dos bons sinais têm maior relevância nas zonas de investigação da morfodinâmica e das fácies sedimentares actuais e de fácies sedimentares com uma história geológica recente. Constituem importantes meios receptores de sedimentos da zona das Gazelas, onde os processos evolutivos ocorrem rapidamente. É de extrema importância o estudo da morfodinâmica e das fácies sedimentares no estuário dos Bons Sinais na zona das Gazelas, de tal forma que se pode inverter a actual situação, produzindo informação, porque trabalho do género ainda não havia sido efectuado na área em estudo.

## **1.1. Objectivos**

### **1.1.1. Objectivo Geral**

Analisar as características da morfodinâmica e das fácies sedimentares do estuário dos Bons Sinais na zona das Gazelas

### **1.1.2. Objectivos Específicos**

- Determinar o balanço dos sedimentos
- Identificar as fácies sedimentares na zona das Gazelas
- Descrever a variação da granulometria com base na Topografia
- Relacionar a granulometria dos sedimentos com as velocidades da corrente

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. Morfodinâmica dos Estuários e Fácies sedimentares

#### 2.1.1. Estuários

Em geral as zonas costeiras têm um elevado valor económico, social e ecológico, pelo que os estuários se podem também incluir nesse conjunto. Tradicionalmente, funcionam como pólos de atracção para a actividade humana e, nas suas margens, desenvolvem-se algumas das maiores áreas metropolitanas do mundo (Cardoso da Silva, 2000).

Pensa-se que estes ambientes naturais, onde a drenagem continental se mistura com o mar, tiveram início há cerca de 6500 anos, quando o aquecimento do globo provocou a subida média da água do mar, em cerca de 150 m, até ao seu nível actual (Hume *et al.*, 2003). Desde então, os estuários têm sido locais privilegiados, onde ocorrem fenómenos de erosão e deposição de sedimentos que provocam constantemente a mudança da sua forma e por outro lado influenciam a dinâmica sedimentar do litoral (Delgado, 2011).

#### 2.1.2. Desenvolvimento morfodinâmico dos estuários

Sendo um ambiente de transição localizado entre o continente e o oceano, vem sofrendo acções intermitentes da descarga fluvial, das ondas e da maré, os estuários apresentam diferentes morfologias que resultam de uma maior influência dos diferentes agentes naturais.

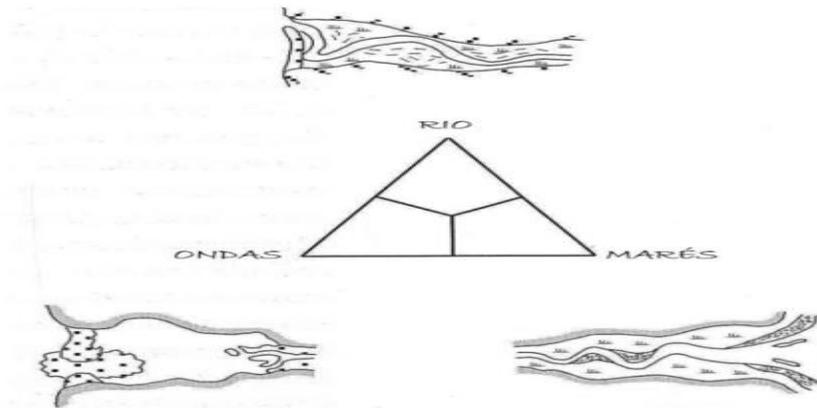


Fig.1 – Domínio relativo do rio, das ondas e da maré e a sua relação com a morfologia dos estuários (Dalrymple *et al.*, 1992).

Os estuários podem ser diferenciados em termos de domínio pelo rio, pela maré e pelas ondas, como demonstra a figura, mas mais frequentemente áreas específicas de um estuário podem ser

individualmente caracterizadas como dominadas por um tipo destes processos e com graus de intensidades diferentes.

### 2.1.3. Origem e transporte dos sedimentos até aos estuários

Os sedimentos são fragmentos de rochas e minerais que resultam da erosão e do desgaste da superfície terrestre, a qual sofre um processo contínuo de mudança, quer resultado da acção da água, da acção do vento (a uma menor escala), de acidentes tectónicos e mais recentemente devido à acção do homem.

O ciclo geológico de formação rochosa, erosão, sedimentação e deposição está para além de uma vida humana, mas não faltam provas por todo o lado, quer a uma escala menor, intemperismo, quer a uma escala global, dorsal meso-oceânica. Os estuários são um elemento importante neste ciclo, pois grande parte dos sedimentos encontrados no fundo dos oceanos são provenientes da terra e atingem o oceano através dos rios e seus estuários.

A acção da água sobre o solo pode assumir duas formas distintas: a erosão, que se caracteriza por um processo lento mas continuado no tempo ou os movimentos de massa que se sucedem de forma brusca, geralmente concentrada no tempo, e que estão, apesar de também relacionadas com as condições da precipitação, mais fortemente relacionadas com as condições geológicas e geotécnicas do terreno. A figura 2 representa os movimentos de massa (Lameiro, 2009).

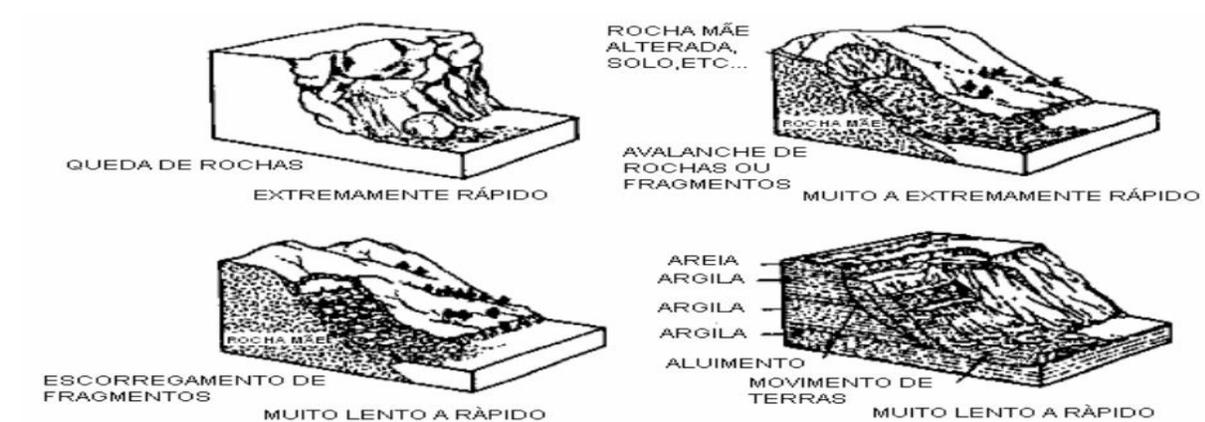


Fig2. – Movimento de massa (Lameiro, 2009).

No rio, o transporte de sedimentos pode ocorrer de diferentes formas. Uma parte dos sedimentos são mais densos, quer relativamente à água doce quer relativamente à água salgada, portanto estes apresentam uma tendência para se depositarem no fundo do rio. Para experimentarem movimentação, necessitam de forças de turbulência que os agitem e estes deslizando, rolando e escorregando (fig. 3),

movimentam-se para jusante até a turbulência diminuir e voltarem a depositar-se no leito do rio (Tomczak, 2000).

Neste tipo de transporte, as partículas têm uma velocidade de deslocação irregular, com um valor médio muito inferior à velocidade de escoamento (Lameiro, 2009). Por outro lado, os sedimentos mais pequenos permanecem praticamente sempre em suspensão, dando o aspecto turvo característico dos rios (Tomczak, 2000).

Neste caso, as partículas são transportadas sensivelmente à mesma velocidade do escoamento. É importante referir que a erosão, o transporte e a deposição variam ao longo do curso de água, em função das condições locais. A capacidade de transporte muda com a inclinação do leito e com o caudal, no entanto o transporte efectivo pode estar limitado pela quantidade local de sedimentos transportáveis fornecidos (Lameiro, 2009).

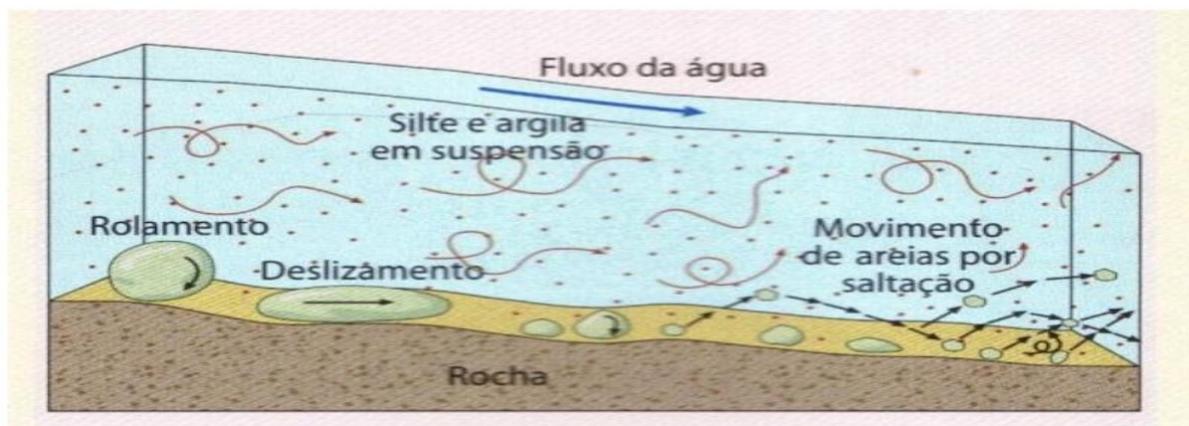


Fig3. – Movimento das partículas (Delgado, 2011).

À medida que os rios e os riachos se movimentam em direcção ao oceano, geralmente, o curso de água tem tendência para aumentar de dimensão e a velocidade do escoamento diminuir. Durante este processo, a deposição de sedimentos, tem a particularidade de se fazer de uma forma gradual; dos sedimentos mais grossos para os mais finos, portanto, a montante encontram-se pedras com maiores dimensões, cascalho grosso entre outros sedimentos mais densos, e por sua vez, a jusante localizam-se os sedimentos mais finos (Delgado, 2011), como demonstra a seguinte figura.

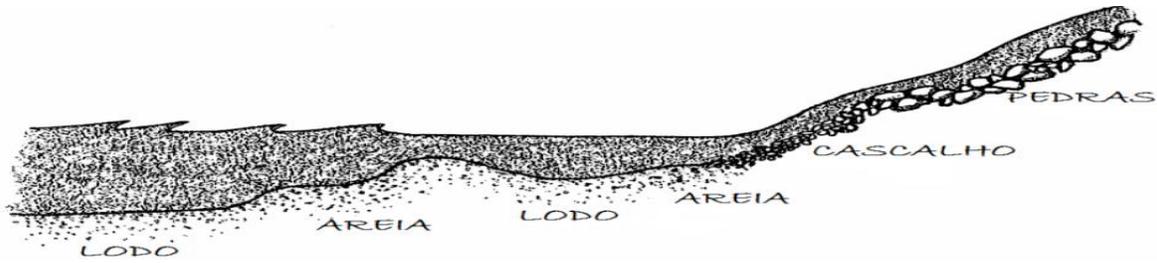


Fig4. – Perfil longitudinal dos sedimentos depositados ao longo de um rio (Delgado, 2011).

#### 2.1.4. Os sedimentos nos estuários

O transporte de sedimentos nos estuários é bastante diferente em relação ao que se passa no resto do rio. Nestes ambientes naturais, 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 (nível máximo ou nível mínimo) cuja turbulência é mínima; nesse intervalo de tempo, os sedimentos mais pesados têm a possibilidade de se depositarem no leito do estuário. À medida que a corrente volta novamente a aumentar, as partículas elevam-se para a coluna de água, mas ao contrário da água doce que continua a escoar-se ao longo do estuário na camada superior, as partículas estão agora na camada mais baixa da circulação estuarina, onde o movimento médio da água é a do oceano em direção a montante. Portanto, uma parte dos sedimentos nunca chega a alcançar o mar e acumula-se no estuário numa região situada perto de onde o rio entra no estuário, ou seja, onde a circulação muda de apenas uma camada para duas (Tomczak, 2000).

Os sedimentos permanecem em suspensão devido à turbulência, mas a sua concentração na coluna de água varia fortemente com a maré. Durante a vazante existe uma maior concentração de sedimentos relativamente à enchente, o que sugere que nem toda a quantidade de sedimentos volta com a enchente da maré; uma pequena parte parece capaz de avançar em direção à embocadura (Tomczak, 2000). Existe também uma variação de sedimentos em suspensão com a mudança da amplitude de maré. As correntes da maré baixa durante o período de marés mortas permitem que uma grande parte de sedimentos se deposite no fundo do estuário.

À medida que a amplitude da maré cresce, cada vez mais sedimentos entram em suspensão, porém é necessário uma maior velocidade para erguer os sedimentos do solo do que apenas mantê-los em

suspensão, portanto o aumento de concentração de sedimentos de uma maré para a outra é lenta. Quando se atingem as marés vivas e a amplitude de maré começa a diminuir, uma grande quantidade de sedimentos continua quase permanentemente suspensa, e a sua concentração diminui lentamente. Como resultado, a concentração de sedimentos é maior, para a mesma amplitude de maré, durante o período de marés vivas para as marés mortas do que das marés mortas para as marés vivas (Tomczak, 2000).

A acumulação de grande quantidade de sedimentos nos estuários, pode criar problemas na navegação, pelo que, para evitar esse problema são necessárias operações contínuas de dragagens. Uma grande descarga fluvial empurra a região de turbidez para jusante, e com a elevada turbulência associada ao escoamento médio, mantém os sedimentos em suspensão por mais tempo, o qual permite que estes se propaguem pela região de turbidez sem serem presos. No entanto as cheias não são sempre benignas e podem causar destruição em áreas baixas, devido à descarga de grandes quantidades de água em pouco tempo (Tomczak, 2000).

Por outro lado, as cheias também podem ter efeitos contrários, que consistem no aumento da sedimentação no estuário. A água doce carregada de lodo escoar para dentro do estuário e acaba por se depositar na camada inferior da água salgada (Swales *et al.*, 2003).

### **2.1.5. Alteração do balanço sedimentar nos estuários**

Contudo, o balanço sedimentar tem sido afectado e alterado pela actividade humana em redor dos estuários, principalmente por acções que provocam o aumento da erosão e pela alteração dos padrões naturais do fluxo da água. Por exemplo, o desenvolvimento de portos e marinas prendem os sedimentos mais finos e pode ser necessário recorrer a dragagens regulares para evitar a sua acumulação. A desbastação de florestas aumenta a vulnerabilidade do solo à erosão, de facto, qualquer actividade que leva ao desenvolvimento de lama e lodo representam uma ameaça para os estuários (Bell *et al.*, 2000).

### **2.1.6. Fácies sedimentares**

Designa-se pelo somatório de todos os aspectos litológicos (composição, textura, estruturas sedimentares e cor), paleontológicos (conteúdo e registo fossilífero), geométricos e paleocorrentes, que integram uma unidade estratigráfica, tornando a única e identificável entre aquelas se lhe sobrepõem como as que a procedem (Dalrymple *et al.*, 1992).

### 2.1.7. Litofácies

Abrange somente os aspectos litológicos de um conjunto de estratos, correlacionando as condições físico-químicas que se deram durante a deposição e que geram uma estruturação interna mais ou menos de desenvolvida (Tomczak, 2000).

- ✓ O termo pode ser utilizado, pois, com diversos sentidos:  
Adjectivador do tipo ou da escala das características em causa: por ex. litofácies, biofácies; microfácies, macrofácies.
- ✓ Composicional: genérico, por ex. fácies detríticas, fácies carbonatadas; ou mais específico, p.ex. fácies conglomerática.
- ✓ Genético (ambiente, processos): genérico, p.ex. fácies marinhas, fácies fluviais; ou mais específico, p.ex. fácies turbidíticas.
- ✓ Misto: p.ex. fácies evaporíticas, fácies recifal.

### 2.1.8. Litofácies e processos de formação das unidades morfo-sedimentares

#### 2.1.8.1. Litofácies *Pântanos Salinos* (lama)

Esta unidade apresenta uma espessura máxima de 5m e é constituída, na porção inicial (10 cm superficiais), por lama rica em matéria orgânica fragmentada, apresentando, por essa razão, coloração preta.

**Sedimentação** - os processos físicos controlados principalmente pelas marés, são de grande importância no desenvolvimento deste ambiente. Nos pântanos salinos, a sedimentação ocorre a partir da concentração de sedimentos trazidos da planície de maré, no momento em que a energia das correntes decresce em direção a este ambiente.

Regra geral, os sedimentos finos são transportados em suspensão, antes da decantação final. A decantação de sedimentos em suspensão não é suficiente para explicar a grande espessura dos depósitos lamosos encontrados. Outros mecanismos contribuem significantivamente para que isso ocorra, como os processos de floculação físico-química das argilas, formação de organo-argilas e trapecamento de sedimentos biogênicos (Bell *et al.*, 2000).

### **2.1.8.2. Litofácies (Areia Fina a Muito Fina)**

É constituída por areias quartzosas bem seleccionadas, de coloração cinza muito claro, apresentando alguns fragmentos de conchas e micas. A parte superior (0 – 200 cm) é marcada por uma estruturação maciça, enquanto o intervalo subsequente (200-350 cm) é caracterizado por apresentar estratificações plano-paralelas e cruzada tangencial e marcas onduladas, além de acamamento *flaser* simples (Dalrymple et al., 1992).

**Sedimentação** - a planície arenosa é dominada, principalmente, por correntes de marés, onde os sedimentos são continuamente retrabalhados. Os sedimentos finos são submetidos ao processo de ressuspensão, permanecendo as areias quartzosas finas a muito finas. As estruturas sedimentares consistem em *sand Waves* de até 13 m de comprimento e 50 cm de altura, superimpostas por ondulações (Bell *et al.*, 2000).

Essas estruturas sedimentares mostram a forte influência das correntes de marés, indicando o sentido da maré vazante. Camadas planas são desenvolvidas nas zonas de espriamento, enquanto estratificações cruzadas são os tipos de acamamento dominantes, orientadas segundo a direção da corrente de maré enchente e vazante. (Tomczak, 2000).

### **2.1.8.3. Litofácies (Areia muito fina)**

Apresenta uma espessura superior a 4 m. É constituída por areias quartzosas muito finas, de coloração cinza muito claro, angulares, bem seleccionadas, apresentando alguns fragmentos de conchas e micas.

As dunas longitudinais apresentam estratificação cruzada tabular de grande porte, mergulhando 26°/210°Az e marcas de raízes; enquanto as dunas piramidais apresentam camadas mergulhando no sentido oposto à linha de crista da duna, que é paralela à direção preferencial do vento (270° Az) (Dalrymple *et al.*, 1992).

**Sedimentação** - os sedimentos são oriundas da planície arenosa e das praias. Durante a maré baixa, os sedimentos arenosos muito finos são retrabalhados pelo vento e transportados para a pós-praia, dando origem assim aos campos de dunas móveis barcanóides e piramidais, e dunas longitudinais fixadas (Tomczak, 2000).

#### 2.1.8.4. Classificação das fácies

Para o estudo das fácies detríticas, classificação baseada no tamanho dos grãos, cuja 1ª letra corresponde à granulometria dos mesmos e a 2ª, à sua estrutura, com significado genético (Miall, 1978).

<b>Código da Fácies</b>	<b>Litofácies</b>	<b>Estruturas sedimentares</b>	<b>Interpretação</b>
<b>Gms</b>	Maciço, com cascalho suportado por matriz	Agradacional	Depósitos de fluxo de detritos
<b>Gm</b>	Cascalho maciço ou pobremente acamadado	Acamamento horizontal, imbricação	Barras longitudinais, depósitos residuais, depósitos tipo peneira ( <i>sieve</i> )
<b>Gt</b>	Cascalho estratificado	Estratificação cruzada acanalada	Preenchimento de canais
<b>Gp</b>	Cascalho estratificado	Estratificação cruzada planar	Barras longitudinais, crescimento deltáico de antigas barras remanescentes
<b>St</b>	Areia, média a muito grossa, podendo conter seixos	Estratificações cruzadas acanaladas isoladas ou agrupadas	Dunas (regime de fluxo inferior)
<b>Sp</b>	Areia, média a muito grossa, podendo conter seixos	Estratificações cruzadas planares isoladas ou agrupadas	Barras linguóides transversais e ondas-de-areia (regime de fluxo inferior)
<b>Sr</b>	Areia, muito fina a grossa	Marcas onduladas	Ondulações (regime de fluxo inferior)
<b>Sh</b>	Areia, muito fina a grossa, podendo conter seixos	Laminação horizontal, lineação de partição ou de fluxo	Fluxo acamado planar (regime de fluxo superior)
<b>Sl</b>	Areia, muito fina a grossa, podendo conter seixos	Estratificação cruzada de baixo ângulo (<10°)	Preenchimento de sulcos, erosão de topo de dunas, antidunas
<b>Se</b>	Sulcos erosionais com intraclastos	Estratificação cruzada incipiente	Preenchimento de sulco
<b>Ss</b>	Areia fina a muito grossa, podendo conter seixos	Sulcos largos e rasos	Preenchimento de sulco
<b>Fl</b>	Areia, silte, lama	Laminação fina, ondulações de amplitude muito pequena	Depósitos de transbordamento ou de decantação de enchentes
<b>Fsc</b>	Silte, lama	Laminada a maciça	Depósitos de áreas pantanosas
<b>Fcf</b>	Lama	Maciça, com moluscos de água doce	Depósitos de pântanos alagadiços
<b>Fm</b>	Lama, silte	Maciça, com gretas de contração (ressecção)	Depósitos de transbordamento
<b>C</b>	Carvão, lama carbonática	Vegetais, película de lama	Depósitos de pântano
<b>P</b>	Carbonatos	Feições pedogenéticas	Solos

Tabela<sub>1</sub>- Litofácies associados a depósitos aluviais (Miall, 1996).

### 3. Metodologia

#### 3.1. Área de estudo

O estuário do Rio dos Bons Sinais localiza-se na zona centro do país, na Província da Zambézia, no Distrito de Quelimane. A profundidade é de cerca de 12m (Matsinhe, 2010). O clima da região de Quelimane é marcado por uma estação fria e seca (Abril a Outubro) e uma estação quente e húmida (Novembro a Março). A zona é fortemente influenciada pelo sistema de monções da África Oriental, as marés que ocorrem são semidiurnas, a oeste localiza-se a cidade de Quelimane e a este o distrito de Inhassunge (Inahina, 2000). Zona de Gagelas localiza-se entre as latitudes:  $17^{\circ}58'38.0''S$ ,  $17^{\circ}58'37.7''S$ ,  $17^{\circ}58'37.4''S$  e  $17^{\circ}58'37.7''S$ , longitude:  $36^{\circ}57'03.4''E$ ,  $36^{\circ}57'03.7''E$ ,  $36^{\circ}57'04.0''E$  e  $36^{\circ}57'04.7''E$ .



Fig.5: Estuário dos bons sinais na zona das Gazelas.

## 3.2. Métodos

As actividades do campo realizaram-se durante dois dias nos dois picos máximos do ciclo da maré morta e maré viva, na enchente assim como na vazante. Primeiro usou-se imagens do *Google Earth* de modo a se ter uma ideia inicial do comportamento morfodinâmico da área de estudo ao longo de um intervalo de tempo, apenas para se entender a dinâmica da terra e também se delimitar a área de estudo.

Os pontos de amostragens tiraram-se nas extremidades do polígono rectangular com 2 km de comprimento e 1 km de largura, que desenhou-se na imagem do *Google Earth*, através da qual tirou-se as coordenadas em três pontos ao longo da margem do Estuário na zona das Gazelas nas duas fases da maré na viva assim como na morta e em seguida com software *arcGIS* desenhou-se a imagem da área de estudo.

A mesma delimitou-se após se terem tirado as suas coordenadas geográficas, criando-se uma área poligonal rectangular, na qual efectuou-se o estudo para se verificar a alteração da morfologia do local de estudo. Realizou-se igualmente um levantamento bibliográfico das séries históricas locais e regionais das variáveis climáticas, evolução geológica, variação da linha de costa, variação do nível relativo do mar e processos associados. Com base no mapa geológico da cidade de Quelimane na escala 1:250 000 (Marques, 2005) e delineou-se as principais feições geomorfológicas.

Em seguida foi-se ao campo onde, com um *GPS* manual de marca Garmin etrex Venture 60, colocou-se as coordenadas no instrumento, de modo a se usar a função *Go to*, permitindo a colheita das amostras usando sacos plásticos. Usou-se etiquetas de papel que colocou-se nos sacos plásticos de modo a se identificar cada ponto de amostragem no interior da área poligonal rectangular que se construiu com base na imagem do *Google Earth*, onde retirou-se as amostras em 3 pontos, por forma a se obterem os dados nos perfis horizontais (low, middle and high) de cada ponto da amostragem.

Procedeu-se deste modo sucessivamente em cada ponto da área delimitada e retirou-se as coordenadas geográficas nos locais de colheitas das amostras. Retirou-se as amostras em cada ponto e capturou-se fotografias em cada ponto para ajudar a descrever o ambiente deposicional ou sedimentar e também fez-se o perfil topográfico da área de estudo.

### 3.2.1. Determinação do balanço dos sedimentos

Para determinar o balanço dos sedimentos na zona das Gazelas colocou-se o *Trap Sediment* (Armadilho de sedimento) submerso numa profundidade de 11 metros os seis *Traps Sediments* distando-se 1,83 m

um trap de outro num tempo de 30 em 30 minutos com a finalidade de obter-se o balanço sedimentar em profundidade na coluna de água do Estuário dos bons sinais em Gazelas desde do fundo até na zona superficial da coluna de água, de modo a se verificar a quantidade de sedimentos que entram e saem desta região das Gazelas.

### **3.2.2. Medição da velocidade da corrente das marés**

Com auxílio de barco ancorou-se o *Corretómetro* e o *maregrafo* no Estuário dos bons sinais em Gazelas numa profundidade de 11 metros para medir a velocidade das correntes através do *corretómetro* e a maré com *maregrafo* durante todo o dia do pico máximo da maré viva assim como na maré morta.

### **3.2.3. Identificação das fácies sedimentares na zona das Gazelas**

Deste modo para verificara-se como estão dispostas as fácies sedimentares das Gazelas calculou-se os parâmetros estatísticos e usou-se o método de análise das associações litofaciológicas de ambientes fluviais e da hierarquia de superfície proposta por Miall (1996). Os processos deposicionais que controlam o desenvolvimento de litofácies fluviais clásticas, como o transporte e a interacção de sedimentos com o leito, obedecem às mesmas leis físicas. Desta forma, rios formados em condições ambientais similares produzem suítes de litofácies e de superfícies semelhantes. Conjunto de fácies sedimentar pode ser agrupado em associação de fácies que caracterizam ambientes deposicionais. Neste contexto, as associações de fácies permitem identificar o sistema deposicional (Miall, 1996).

### **3.2.4. Descrição da variação da granulometria com base na Topografia**

Com ajuda do instrumento teodolito mediu-se a topografia da região de estudo de modo a descrever-se comportamento da morfologia do local de estudo e relacionar-se com a variação da granulometria. Colocou-se o teodolito num ponto fixo onde de um perfil para o outro distava-se 50 m e de um ponto para o outro da colecta da amostra distava-se 5 m.

### **3.2.5. Relação da granulometria dos sedimentos com as velocidades da corrente**

Finalmente para se relacionar a granulometria dos sedimentos com as velocidades das correntes teve-se que determinar a textura dos sedimentos através de análise feitas das amostras dos sedimentos no laboratório de solo do Departamento de Engenharia Rural na Faculdade de Agronomia e Engenharia

Florestal. Usou-se o método de pipeta de Robinson. O Tratamento da amostra fez-se com hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio (calgon).

As amostras de sedimentos foram conservadas em pequenos sacos plásticos para posterior análises laboratoriais, em Maputo, no Departamento de Engenharia Rural na Faculdade de Engenharia Florestal e Agronomia da UEM.

Para analisar a granulometria dos sedimentos levou-se as amostras para o laboratório com a finalidade de analisar quanto a granulometria. Primeiramente teve-se que se fazer 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 efectuou-se com o auxílio de um agente dispersante, hexametáfosfato de sódio e carbonato de sódio. Para destruir os agregados, e consequentemente separar os elementos constituintes destes, usou-se o agente dispersante hexametáfosfato de sódio e o carbonato de sódio. A areia determinou-se por crivagem e o Silte pelo método de pipetagem segundo a técnica de Robison, baseada na Lei de Stokes.

#### **3.2.5.1. Reagentes**

Agentes dispersante (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub> + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (calgon)

Pesou-se 71,4g de hexametáfosfato de sódio (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub> 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 (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) e agitou-se até dissolver completamente, perfaze-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

#### **3.2.5.2. Modo operativo**

Pesou-se mais ou menos 30g de solo seco ao ar, rigorosamente e deitou-se para um copo de 100ml juntar 200ml de agente dispersante, tapou-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 1 minuto.

### **3.2.5.3. Separação das fracções**

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.

### **3.2.5.4. Fracções de areia**

Pôs-se a fracção de areia numa cápsula de peso conhecido, e colocou-se na estufa a 105°C. No dia seguinte po-se a areia no exsiccador e depois de uma hora deixou-se passar por um crivo de 200 Pesou-se as fracções.

### **3.2.5.5. Fracções de Argila + Silte**

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 fracção 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°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°C por no exsiccador e pesou-se depois 2 horas o resíduo. Corrigiu-se a fracção de argila.

### **3.2.5.6. Fracção de Argila**

Depois de 18 horas leu-se a temperatura e pipetou-se numa profundidade que dependeu da temperatura, a fracção 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.

### 3.2.5.7. Cálculos

Preencheu-se todos os resultados nas próprias fichas e calculou-se as seguintes fracções:

600  $\mu m$  - 355  $\mu m$  areia grossa  
355  $\mu m$  - 125  $\mu m$  areia fina

} Crivagem

45  $\mu m$  - 2  $\mu m$  Silte  
2  $\mu m$  - 0  $\mu m$  Argila

} Pipetagem

### 3.2.5.8. Cálculo de teor de areia grossa

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

### 3.2.5.9. Cálculo do teor de areia fina

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

### 3.2.5.10. Cálculo do teor de Silte

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

### 3.2.5.11. Cálculos do teor de argila

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

### 3.2.5.12. Cálculo do factor de pipeta (F)

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

f = factor de correcção da humidade

V = volume da pipeta

100 = factor para ter percentagem

1000      volume da proveta

### 3.2.5.13.      Resultados encontrados

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

### 3.2.5.14.      Cálculos até 100%

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

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

Os resultados que saíram depois da correcção utilizaram-se para a classificação dos sedimentos.

Todos os pesos nos cálculos foram dados em gramas.

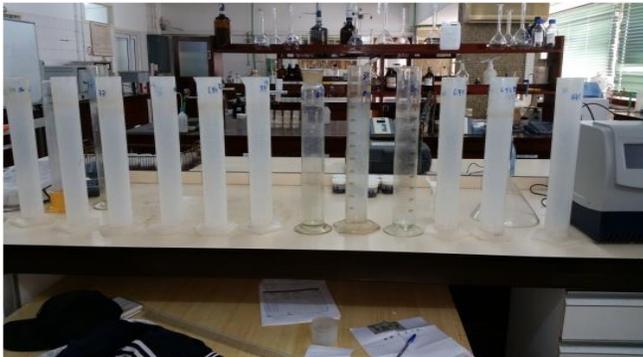


Fig6: Provetas no laboratório



Fig7: Crivagem



Fig8: Crivos para granulometria



Fig9: pesagem das fracções



Fig10: Medição da topografia



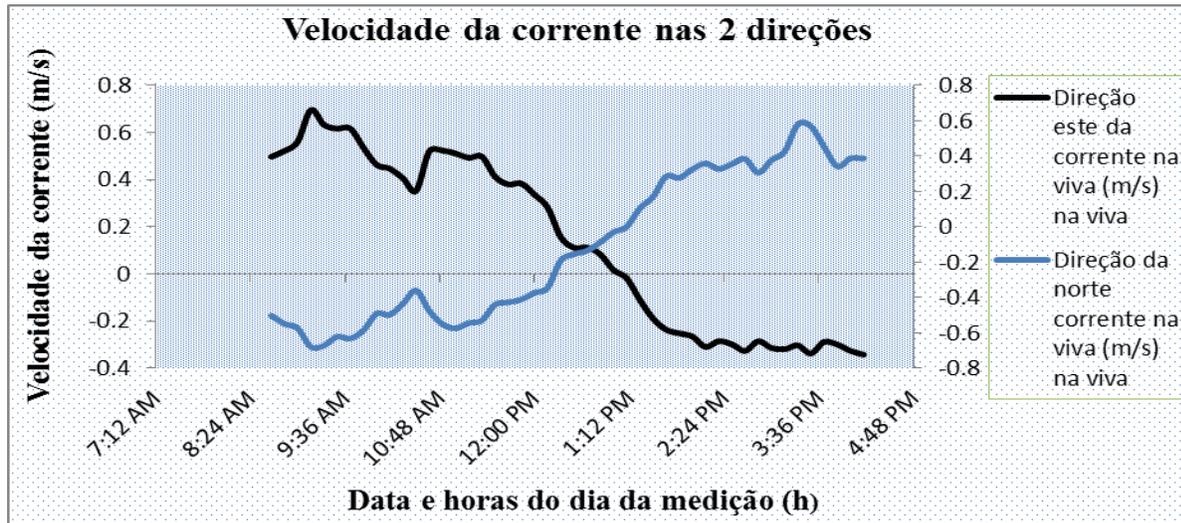
Fig11: Imagem de Gazelas

### 3.3. Materiais

- ✓ GPS de marca Garmin etrex Venture 60
- ✓ Enxada ou pá
- ✓ Pequenos sacos plásticos
- ✓ Corretómetro
- ✓ Máquina fotográfica
- ✓ Google Earth e ArcGis
- ✓ Resma de Papéis A<sub>4</sub>
- ✓ Caneta e bloco de notas
- ✓ Peneiras granulométricas micrométricas (Crivos)
- ✓ Barco
- ✓ Fita- métrica
- ✓ Fita- cola
- ✓ Trap sediment (Armadilha dos sedimentos)
- ✓ Pequenas garrafas plásticas
- ✓ Maregrafo
- ✓ Régua de nível
- ✓ Teodolito
- ✓ Estufa
- ✓ Balança analítica
- ✓ Agitador eléctrico
- ✓ Termómetro em 0,1°C
- ✓ 23 Provetas de 1000 ml
- ✓ 23 Beckers
- ✓ 23 Cadinhos e aparelho de pipetagem (pipeta automática de Robinson)

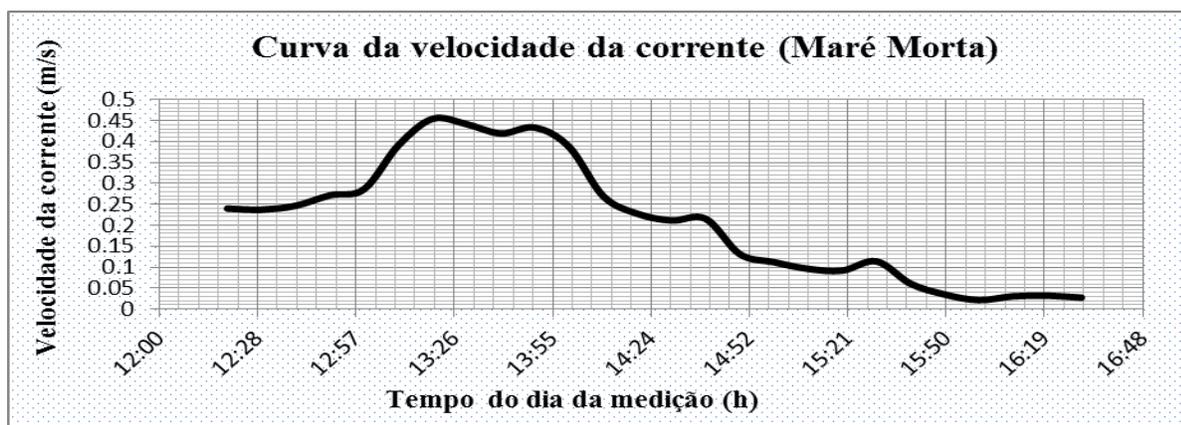
## 4. Resultados

### 4.3. Determinação do balanço dos sedimentos

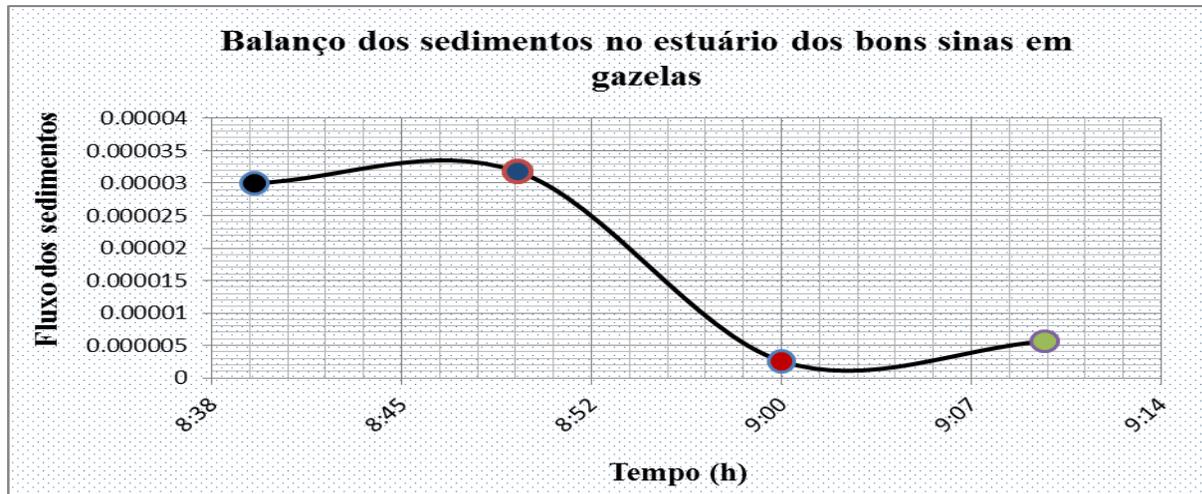


Fig<sub>12</sub>: Curvas da velocidade das correntes em 2 direcções

As curvas representadas na figura 12 demonstram a variação da velocidade da corrente no estuário dos bons sinais em Gazelas no dia 27 de Junho de 2017 no período da maré viva. Onde a curva de cor azul representa a velocidade na direcção norte e a curva de cor preta representa a velocidade na direcção este. A medição da velocidade representada na figura acima, mediu-se pelas 8:40 minutos na maré enchente e retirou-se o instrumento do local pelas 16:10 minutos do mesmo dia, no momento da maré enchente.



Fig<sub>13</sub>: A curva representa a magnitude da corrente da zona de Gazelas do estuário dos bons sinais do dia 18 de Junho de 2017 no período da maré morta.



Fig<sub>14</sub>: A curva representa o balanço dos sedimentos em função do tempo

A figura 14 representado, ilustra o balanço dos sedimentos na enchente assim como na vazante do dia 27 de Junho de 2017. E representa a medição feita das 8:40 até as 16:10, na maré enchente assim como na maré vazante a partir do colectador de sedimentos (trap sediment). Fez-se 4 colheitas de amostras de sedimentos em suspensão usando-se 6 colectores de sedimentos onde cada mede 2.376666 m<sup>2</sup> de área. O processo fez-se duas vezes em cada fase de maré.

#### 4.4. Identificação as fácies sedimentares na zona das Gazelas

As mostras de sedimentos no total de 23 correspondentes a maré viva e morta, colectadas e analisadas estão apresentados através de parâmetros estatísticos nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Dados de parâmetros estatísticos da maré Morta (Amostras de sedimento do fundo)

Estações	M	Std	SK	krt	Md	Classificação
979	3.333333	0.4015	1	0	3	Areia
980	3.333333	0.4015	1	0	3	Areia
981	3	0.1515	0.5	0	3	Areia
982	3.333333	0.4015	1	0.4098361	3	Areia
983	3.333333	0.4015	1	0	3	Areia
984	3	0.1515	0.5	0	3	Areia
985	3	0.1515	0.5	0	3	Areia
986	3	0.4015	1	0.4098361	3	Areia
987	3.333333	0.553	2.5	0.8196721	3	Areia

Tabela 4. Dados de parâmetros estatísticos da maré viva (Amostras de sedimentos do fundo e em suspensão)

Estações	M	Std	SK	krt	Md	Classificação
988	3	0.151515152	0.5	0	3	Areia
989	3.3333	0.204545455	1	0	3	Areia
990	3.3333	0.401515152	1	0	3	Areia
991	3.3333	0.401515152	1	0	3	Areia
992	3	0.151515152	0.5	0	3	Areia
993	3	0.151515152	0.5	0	3	Areia
994	3	0.151515152	0.5	0	3	Areia
995	3.3333	0.401515152	1	0	3	Areia
996	3.3333	0.553030303	2.5	0	3	Areia
997	3.3333	1.916666667	61	4.508197	3	Areia
998	3.3333	0.401515152	1	0	3	Areia argilosa
999	7	4.416666667	99	49.59016	3	Areia
1000	7.3333	4.416666667	77	49.59016	5	Silte argilo-arenoso
1001	7.6667	4.166666667	78.5	40.57377	5	Argiloso

Os gráficos apresentados abaixo representam as curvas granulométricas da distribuição dos sedimentos ao longo da zona de Gazelas no estuário dos bons sinais.

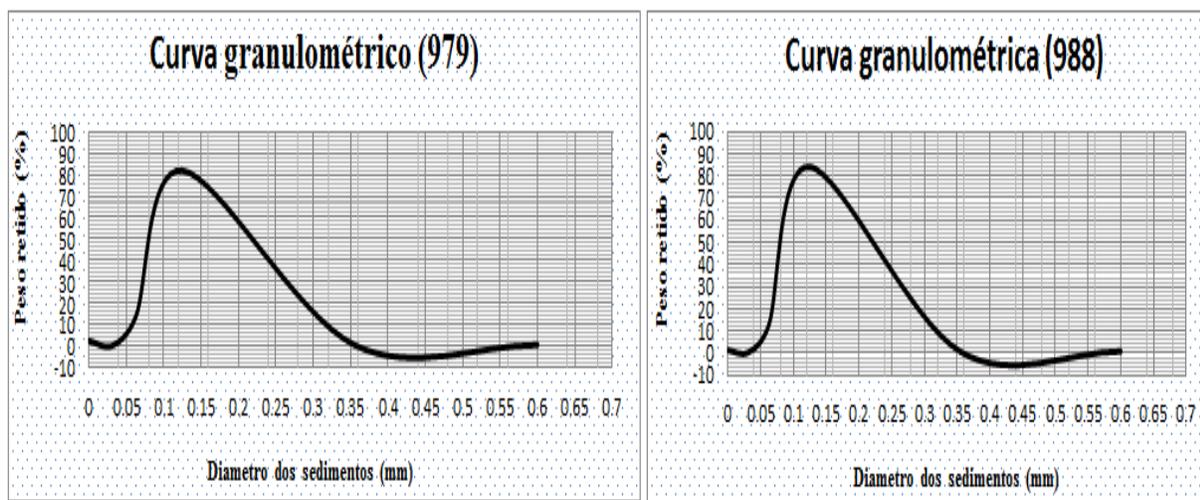


Fig15: Curvas granulométricas da distribuição dos sedimentos nas secções 979 e 988.

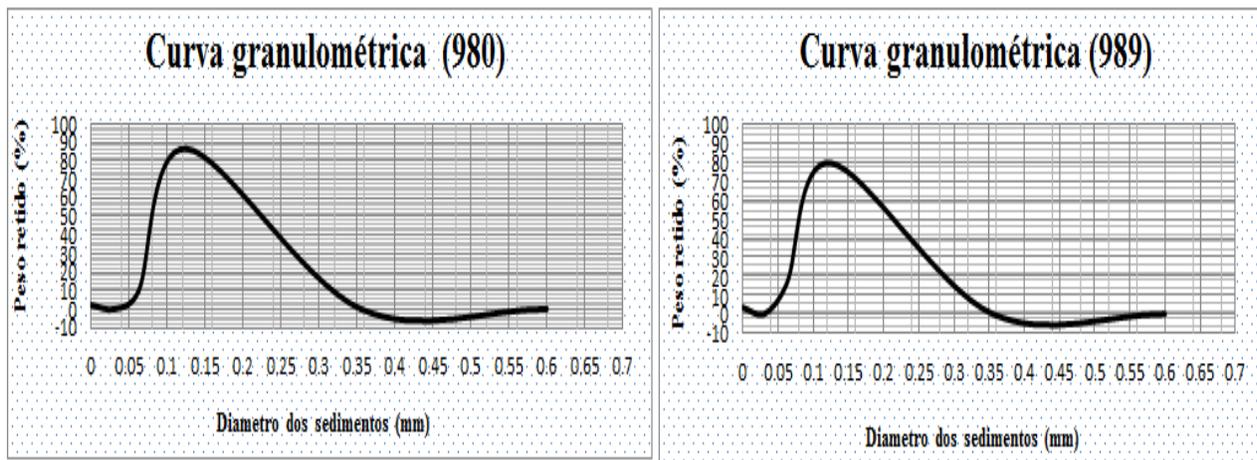


Fig16: Curvas granulométricas das secções 980 e 989

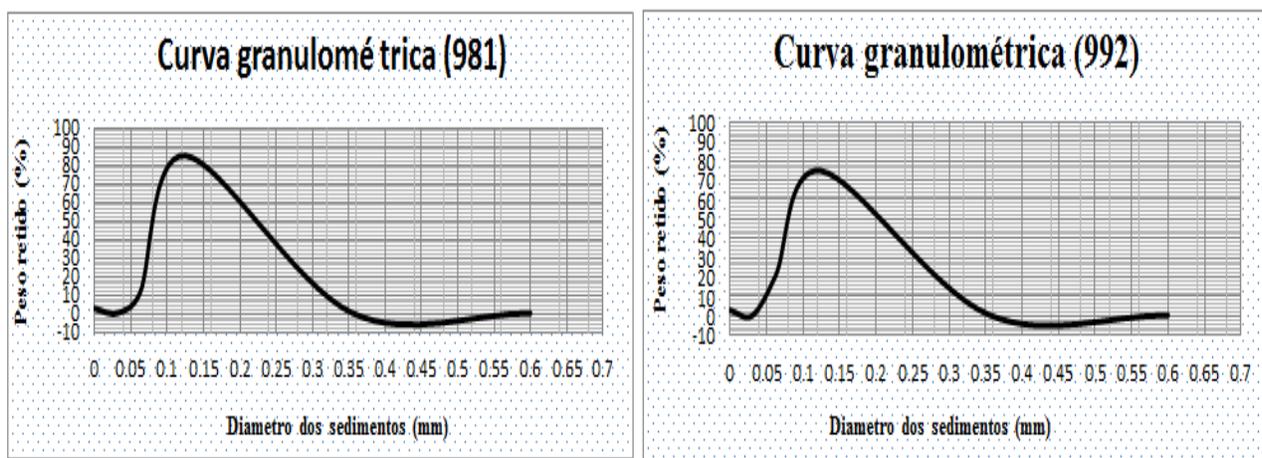


Fig17: Curvas granulométricas das secções 981 e 992

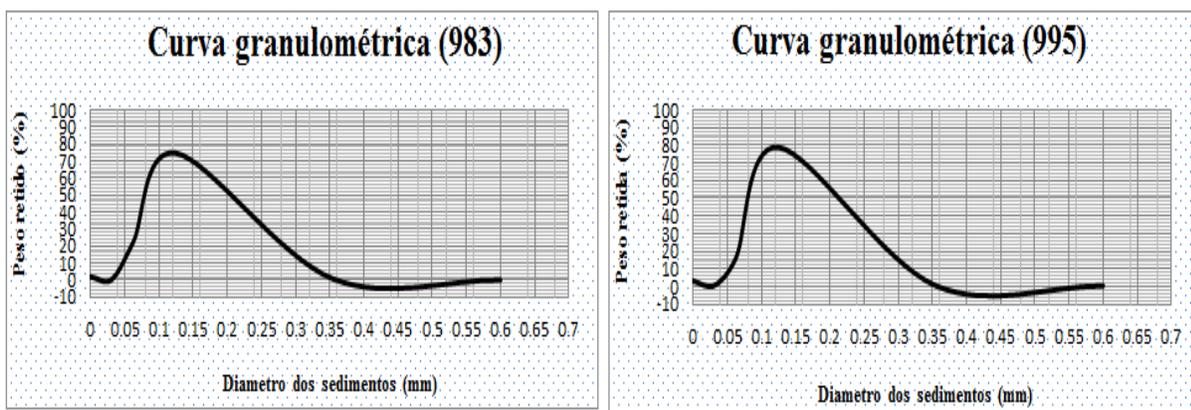


Fig18: Curvas granulométricas das secções 983 e 995

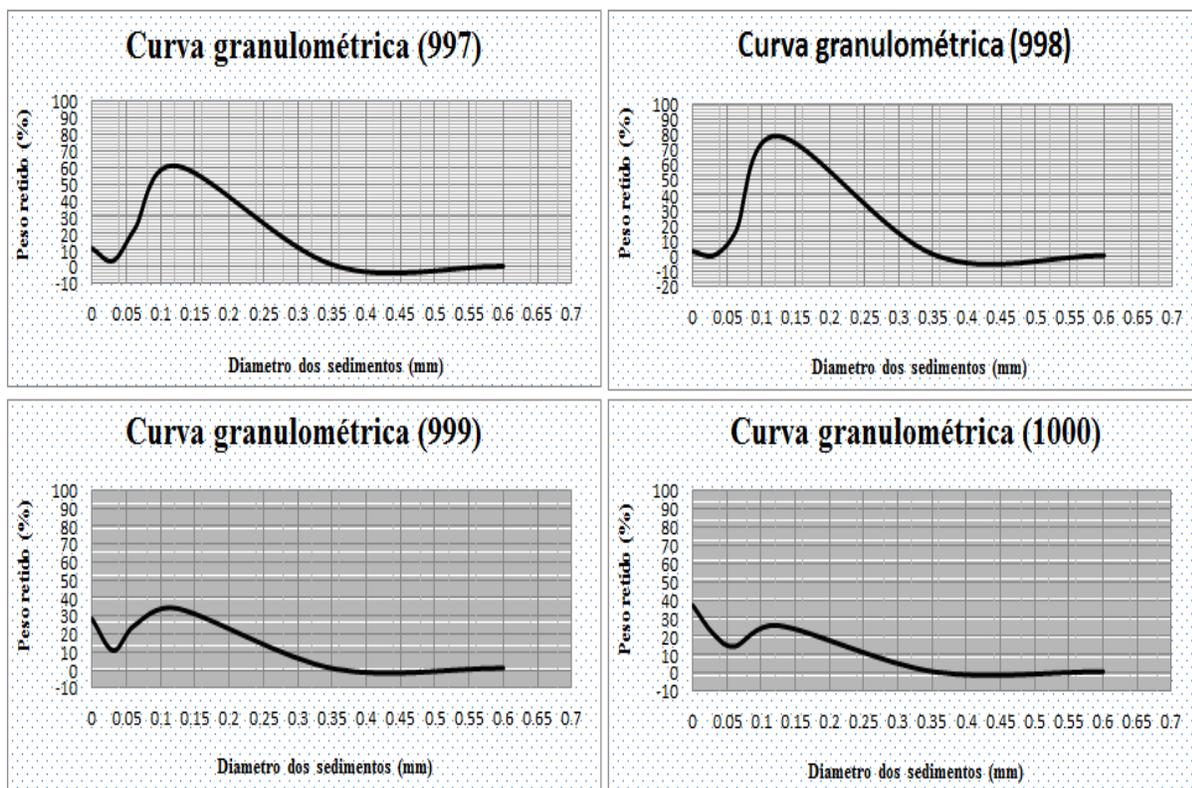


Fig19: Curvas granulométricas das secções correspondentes aos sedimentos suspensos.

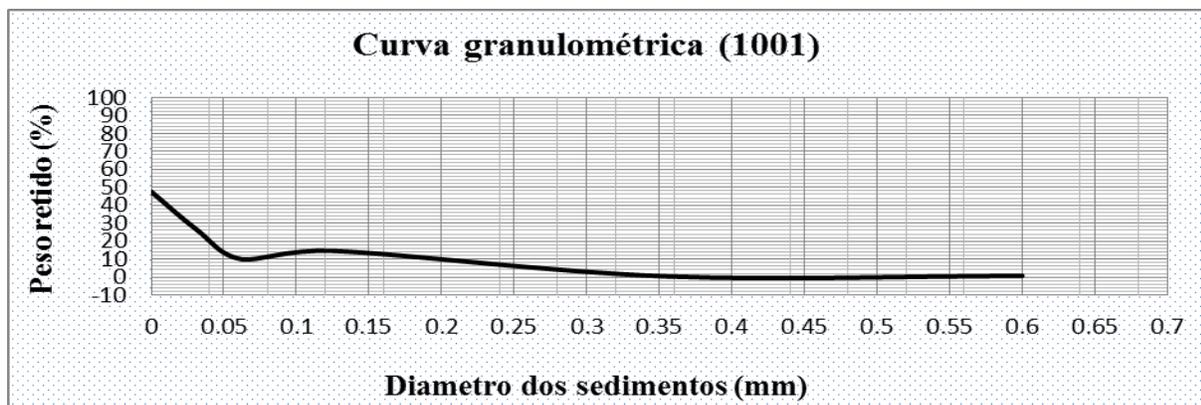


Fig20: Curva granulométrica da secção 1001 que corresponde a sedimentos encontrados no fundo do canal do estuário dos bons sinais em Gazelas.

Abaixo são representados resultados correspondentes a variação do perfil topográfico em relação aos tamanhos dos sedimentos visto que o estuário dos bons sinais na zona das Gazelas tem uma variação muito acentuada da topografia do local da margem até grandes profundidades do estuário. Fazendo assim que tenha um relevo muito inclinado.

#### 4.5. Descrição da variação da granulometria com base na Topografia

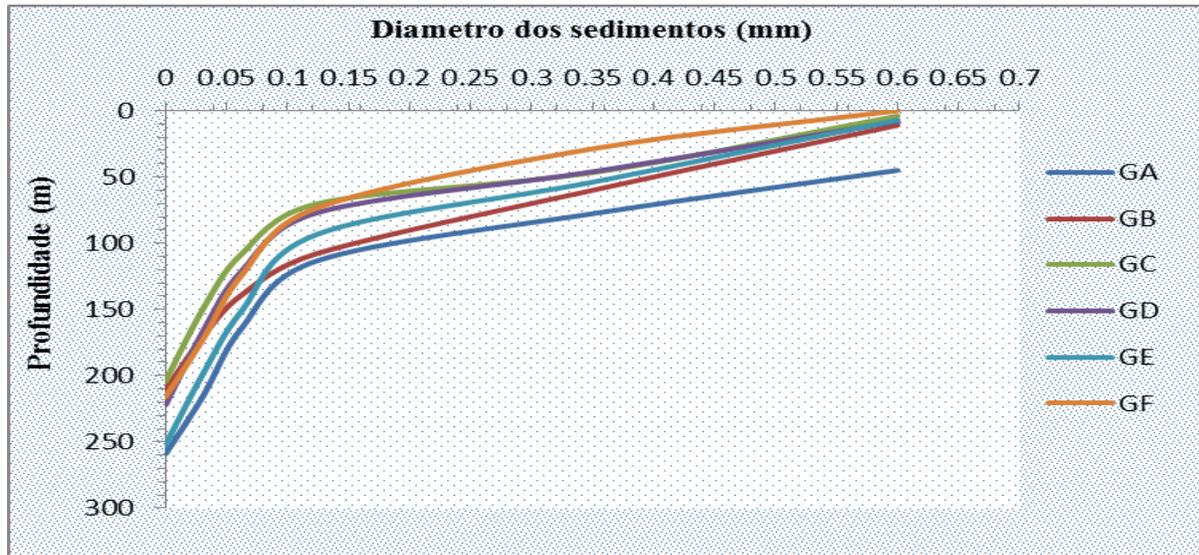


Fig21: Curva da topografia do estuário dos bons sinais em Gazelas

#### 4.6. Relação da granulometrias dos sedimentos com as velocidades das correntes

A figura seguir relaciona a granulometria dos sedimentos com a velocidade da corrente e também será feita uma relação entre as correntes e os sedimentos existentes na zona das Gazelas no estuário dos bons sinais de modo a se verificar quais são as condições energética do local.

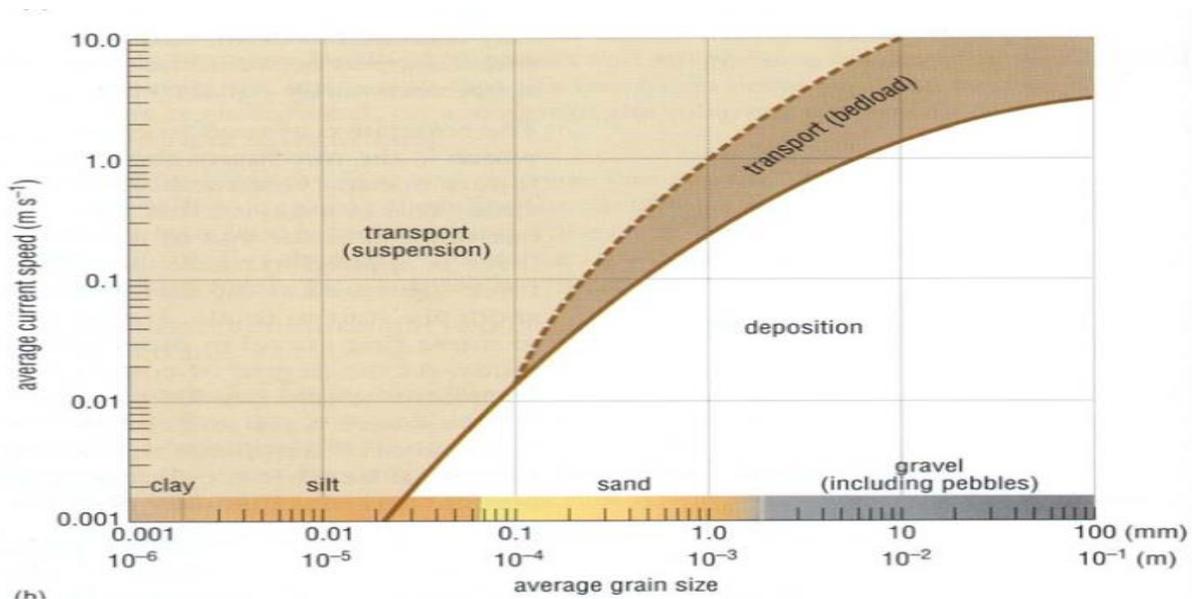


Fig22: Diagrama de Huljstrom (The Open University, 1999).

A figura acima apresenta a velocidade média em função dos tamanhos dos sedimentos. De uma forma resumida foi relacionado a velocidade da corrente com o diâmetro dos sedimentos obtidos em suspensão no dia 27 de Junho de 2017 no estuário dos bons sinais na maré viva e os sedimentos do fundo relacionando com diagrama de Huljstrom.

## **5. Discussão**

### **5.3. Determinação do balanço dos sedimentos**

A velocidade da corrente segundo ilustrado na figura 12 do dia 27 de Junho de 2017 em Gazelas verificou-se a sua máxima pelas 9:10 minutos na direcção Este que corresponde ao valor de 0,69582 m/s que correspondia aos valores da corrente da baixa-mar da maré viva do estuário dos bons sinais em Gazelas e o pico mínimo verificou-se as 12:50 minutos com uma velocidade de 0.01709. E na enchente o valor máximo verificado foi de 0.57928 m/s pelas 16:10 minutos e o mínimo foi de 0.00101 m/s.

A velocidade da corrente no período da morta em Gazelas registou-se o seu mínimo valor de 0.021471 m/s pelas 12:20 minutos que correspondia a fase da enchente da maré e o seu máximo pelas 13:20 minutos com o modulo da velocidade igual a 0.453854 m/s na vazante da maré assim ilustrado na figura 13.

O balanço dos sedimentos no estuário dos bons sinais em Gazelas nos 2 dias foi maior na maré viva em relação a maré morta, visto que as velocidades na maré morta apresentaram valores completamente menores. Tomczak (2000) afirmou que a concentração de sedimentos é maior para a mesma amplitude de maré, durante o período de marés vivas para as marés mortas do que das marés mortas para as marés vivas.

Na maré morta verificou-se areia fina à muito fina e o fluxo dos sedimentos apresentado foi numa quantidade praticamente muito inferior dado porque a quantidade de sedimentos obtidos por colector de sedimento foi praticamente inexistente ou nulo que não era possível quantificar e analisar as amostras obtidas dos sedimentos da medição correspondente a maré morta que se registou no dia 18 de Junho de 2017, diferentemente da maré viva com areia media à grossa que verificou-se o balanço diferente e quantificável, onde pelas 8h obteve-se o fluxo igual a 0,00003 g/s pelo que observou-se valores maiores da velocidade segundo demonstrado na figura 14. O fluxo observado pelas 10h que teve-se o valor igual a 0,0000318 g/s e tendo em conta a figura 12, que nesse tempo constatou-se a vazante da maré. Tomczak (2000) observou que os sedimentos permanecem em suspensão devido à turbulência, mas a sua concentração na coluna de água varia fortemente com a maré. Durante a vazante

existe uma maior concentração de sedimentos relativamente à enchente, o que sugere que nem toda a quantidade de sedimentos volta com a enchente da maré; uma pequena parte parece capaz de avançar em direcção à embocadura.

E o fluxo pelas 15h teve o seu valor 0,0000026 g/s que ainda segundo observado e ilustrado no gráfico da figura 12 estava-se na fase da enchente, onde as correntes que predominavam era da direcção Norte que transportam pouca quantidade de sedimento, isto é, correntes que vem do oceano para o continente, o contrario da direcção Este que sai do rio para o mar que transportam uma grande quantidade de sedimentos de origem continental escoados ao longo do canal.

E o fluxo dos sedimentos as 17h, o valor foi de 0,000000565 g/s, devido ao baixo valor da corrente e estava-se também no pico da maré enchente.

O balanço dos sedimentos no estuário dos bons sinais em Gazelas é de maior fluxo na viva e menor fluxo na morta, assim como na enchente menor que na vazante e que é afectado pela hidrodinâmica do local e também pela acções antropogénicas. Bell *et al.*, (2000) Observou que o balanço sedimentar tem sido afectado e alterado pela actividade humana em redor dos estuários, principalmente por acções que provocam o aumento da erosão e pela alteração dos padrões naturais do fluxo da água. Por exemplo, o desenvolvimento de portos e marinas prendem os sedimentos mais finos e pode ser necessário recorrer a dragagens regulares para evitar a sua acumulação. A desflorestação de florestas aumenta a vulnerabilidade do solo à erosão, de facto, qualquer actividade que leva ao desenvolvimento de lama e lodo representam uma ameaça para os estuários.

#### **5.4. Identificação das fácies sedimentares na zona das Gazelas**

Segundo ilustrado na tabela 3, o estuário dos bons sinais na zona das Gazelas quanto aos parâmetros estatísticos apresenta a média dos sedimentos que varia entre 3 a 3.333333 dos sedimentos do fundo colectados durante a maré morta em todas as 9 secções, isto é as fácies sedimentares nos ditam acerca das condições energéticas do local e nesse caso a média dita informações relativo ao tamanho médio dos sedimentos que também dita acerca da energia que normalmente aproxima ou com frequência tem atingido o estuário dos bons sinais na zona das Gazelas. Veloso (2001) Uma medida do valor central é dada pelo diâmetro médio.

E na tabela 3 os valores do parâmetro estatístico média variam entre os valores igual a 3, 3.333333, 7, 7.3333 e 7.6667, isto é a magnitude da energia que é predominante em cada secção. A média indica a

ordem de magnitude da variável analisada, no caso, o diâmetro das partículas por isso que se verifica condições de erosão na zona das Gazelas, isso porque a média é que vai dar informações que os sedimentos existentes em grandes quantidades são grossos do que finos e para o caso de Gazelas é pertencente litofácies do tipo areia ou mesmo fácies arenosas.

Veloso (2001) estudou que na estatística de momentos a média é dada pelo primeiro momento  $m_1$  é também chamada de média aritmética. O Std na morta como nos sedimentos colectados na viva no fundo e em suspensão o Std mais dominante é 0.151515152 na maré viva e na morta é 0.1515, isto é, que na viva o espectro ou a faixa de energia que chega na zona das Gazelas é maior que na morta, e não só a energia mais sim também os sedimentos as fácies litológicas dominantes.

O maior valor correspondente a  $S_k$  dos sedimentos colectado na maré morta é 0.8196721 e na maré viva é 99, com isto pode-se afirmar que tem-se maiores magnitudes de energia no estuário dos bons sinais em Gazelas na viva em relação na maré morta e que é um ambiente que esta a sofrer erosão durante a viva e na morta a deposição.

No gráfico acima ilustrado na figura 15 tem-se a curva granulométrica da distribuição dos sedimentos nas duas secções de períodos diferentes que são a morta e a viva respectivamente, onde a secção 979 corresponde ao dado da maré morta e 988 corresponde ao dado da viva tem-se os sedimentos muito mal seleccionados com o valor de Std igual a 0.4015 . Veloso (2001) apresentam uma escala qualitativa de descrição do grau de selecção dos sedimentos a partir dos resultados obtidos.

E os sedimentos dominantes nesse ponto são grosseiros porque apresentam assimetria positiva com o valor de  $S_k$  igual a 1. E a curva 988 nessa secção representada tem como o Std igual a 0.151515152, as partículas neste ponto são bem seleccionadas por ter assimetria positiva.

Na curva 980 tem-se Std igual 0.4015 e  $S_k$  de 0.5 enquanto 989 com Std igual a -0.204545455 é  $S_k$  de 1, para a curva 981 apresenta os sedimentos bem seleccionados e com assimetria muito positiva que são sedimentos finos e curva 989 apresenta os sedimentos muito bem seleccionados e com assimétrica positiva que são sedimentos finos.

Na curva 981 tem-se Std igual 0.1515 e  $S_k$  de 0,5 enquanto 992 com Std igual a 0.401515152 e  $S_k$  de 1, para a curva 981 apresenta os sedimentos muito bem seleccionados e com assimetria positiva que

quer dizer que são sedimentos finos. Curva 992 apresenta os sedimentos bem seleccionados e com assimétrica positiva que são sedimentos finos.

Na curva 983 tem-se Std igual 0.4015 e SK de 1 enquanto que na secção 995 com Std igual a 0.401515152 é SK de 1, para a curva 983 apresenta os sedimentos muito bem seleccionados e com assimetria positiva que quer dizer que é sedimentos finos. Curva 995 apresenta os sedimentos bem seleccionados e com assimétrica positiva que quer dizer que são sedimentos finos.

A figura 19 apresenta as curvas granulométricas dos sedimentos em suspensão medidos no dia 27 de Junho de 2017 tendo como o Std que varia entre 0.401515152 e 4.416666667 onde os sedimentos são desde de muito bem seleccionados e os sedimentos extremamente mal seleccionados e quanto ao valor de SK esta no intervalo entre 1 e 77 que significa que as curvas do gráfico apresentado na figura 19 correspondem a assimetria muito positiva que significa que os sedimentos são muito finos.

Na figura 20 esta representado a curva dos sedimentos do fundo do canal, onde o seu Std é igual a 4.166666667 e os seus sedimentos são extremamente mal seleccionados e SK de 78.5 e a curva corresponde a assimetria muito positiva e os sedimentos são extremamente finos.

Fáceis existentes em Gazelas são fáceis de área fina, fáceis de área media e fáceis de área grossa. Os tipos de fáceis dominantes no estuário dos bons sinais na zona das Gazelas são do tipo Litofácies de Areia Fina a Muito Fina e o código das fáceis é Sr

Bell *et al.* ( 2000) sugere que na sedimentação - a planície arenosa é dominada, principalmente, por correntes de marés, onde os sedimentos são continuamente retrabalhados. Os sedimentos finos são submetidos ao processo de ressuspensão, permanecendo as areias quartzosas finas a muito finas. As estruturas sedimentares consistem em *sand Waves* de até 13 m de comprimento e 50 cm de altura, superpostas por ondulações.

### **5.5. Descrição da variação da granulometria com base na Topografia**

A granulometria dos sedimentos diminui com a profundidade da margem do estuário em direcção ao canal. O estuário dos bons sinais em Gazelas apresenta um perfil topográfico diferente das outras margens do mesmo estuário. O relevo do estuário em Gazelas de acordo a figura 21 nota-se que as linhas dos perfis topográficos têm a tendência de se dispersarem e formar pequenas elevações e depressões. E o tamanho do sedimento é proporcional a inclinação do terreno.

Quanto maior o diâmetro dos sedimentos maior é a sua inclinação e menor tamanho menor é a inclinação. De acordo com a figura 21 observa-se diâmetro maior na margem do canal e com aumento da profundidade o tamanho dos sedimentos diminui. Ainda de acordo com a curva topográfica em cada ponto onde foram feitas as medições dos perfis tem um certo desnível do terreno, isto é o terreno não é regular mas muito inclinado e que influencia na remoção dos sedimentos das margens para o fundo ou mesmo para um outro ponto com condições deposicionais.

Nessa região por ter uma inclinação muito acentuada, os sedimentos são removidos e transportados com muita facilidade. O transporte dos sedimentos nessa região é inteiramente influenciado pela inclinação do local como a figura 21 demonstra os perfis da topografia a variar bruscamente com a profundidade. Lameiro (2009) descreveu a capacidade de transporte que mudaria com a inclinação do leito e com o caudal, no entanto o transporte efectivo pode estar limitado pela quantidade local de sedimentos transportáveis fornecidos.

#### **5.6. Relação da granulometrias dos sedimentos com as velocidades das correntes**

Quando os diâmetros dos sedimentos for 0.6 mm que corresponde a um dos diâmetros obtido em Gazelas e a velocidade for 0.533644 m/s de acordo com o diagrama de Huljstrom pode-se dizer que essas partículas uma parte pode estar em transporte em suspensão e outra em transporte por carga do fundo dependendo das condições energéticas poderá ser depositado já que 0.533644 m/s trata-se de uma velocidade maior para o tamanho de 0.6 mm só pode ter sido transportado, e para os sedimentos de tamanho 0.355 mm também foram transportados com outros sedimentos Segundo o diagrama, foram transportados em suspensão assim como as restantes partículas com granulometria dos sedimentos colectados em Gazelas.

Usando a velocidade média da corrente da morta para todos os tamanho relacionando com diagrama de Huljstrom tem-se 0.210865 m/s nestas condições os diâmetros dos sedimentos 0,6 ; 0.355; 0.125; 0.0625 e 0.031 mm. Relacionando o diagrama tem-se as partículas de diâmetro 0.6 mm uma grande parte foi depositada, tomando em conta essa velocidade e as outras partículas foram transportadas em suspensão e uma pequena fracção como carga do fundo.

Grande parte dos sedimentos foi depositada por fraca corrente. Registou-se essa velocidade média na maré morta e os restantes tamanhos dos sedimentos, os mais finos foram facilmente suspensos e transportados mas dependendo das condições locais.

Quanto as componentes da velocidade teve-se a enchente da maré viva que registou uma velocidade média igual a 0.413999 m/s com essa na vazante os sedimentos de todos tamanhos referidos ao longo deste teste foram transportados, os mais finos por suspensão e os mais grossos foram transportados por rolamento, saltação e arrasto do fundo. E na enchente também teve-se 0.337954m/s. Na maré morta na vazante teve-se 0.164725 m/s.

Sedimentos com diâmetros 0,6 e 0.355 foram depositados. 0.125 mm uma parte foi depositada e outra transportada.

Na enchente -0.17098 m/s a velocidade foi de pequena dimensão que só transportou ou colocou em suspensão os sedimentos finos tais como 0.0625 mm e 0.031 mm. Os sedimentos do fundo de tamanho 0.6 mm só poderiam ser transportados se a velocidade fosse igual ou aproximadamente a 0.8 m/s, para sofrer erosão as partículas da mesma demissão, a sua velocidade deveria ser no mínimo 0,9 m/s ou mesmo 1 m/s e para que essas partículas entre em processo de deposição a velocidade teria que reduzir para valores menores ou igual a 0.01m/s.

## 6. Conclusão e recomendações

Deste estudo permitiu aferir as seguintes conclusões:

Balanço sedimentar no estuário dos bons sinais em Gazelas é muito influenciado pela hidrodinâmica do local e também pela acção antropogénica. O balanço é maior na época da maré viva do que maré morta e que nem mesmo assim o balanço sedimentar não se comporta de uma forma uniforme em todas as fases. Que verifica-se maior fluxo na baixa-mar em relação a preamar.

Na baixa-mar teve-se um fluxo igual a 0.0000618 g/s e na preamar com 0.000000165 g/s. O maior fluxo dos sedimentos sai do estuário em direcção ao mar e menor fluxo que vem do mar para o estuário. As correntes na zona das Gazelas são muito intensas e transportam grande quantidade de sedimentos causando erosão nessa região.

As fácies mais predominantes nas Gazelas são litofácies de areia fina a muito fina e o seu código de fácies é Sr e varia de areia muito fina a grossa com uma estrutura sedimentar correspondente a marcas onduladas com regime de fluxo inferior.

A topografia das Gazelas é muito influenciada pelos diâmetros dos sedimentos. Os sedimentos no estuário dos bons sinais nas Gazelas em geral são mal seleccionados porque o diâmetro dos grãos é maior na nas margens e vai reduzindo com o aumento da profundidade do estuário assim influenciando negativamente na topografia da região.

A velocidade da corrente nas Gazelas é maior na baixa-mar e preamar da maré viva e transporta muitos sedimentos mas comporta-se muito diferente na baixa-mar e preamar da maré morta condicionando para baixa deposição e alta taxa de erosão.

Sendo necessário dar continuidade no estudo, sugere-se:

- Que se faça estudo do genero tendo em conta mais estações e tempo
- A batimetria do estuario na região
- Geomorfologia do local
- Caracterização da hidrodinâmica e sedimentar

## 7. Referências Bibliográficas

- ✓ Bell, R., Green, M., Hume, T., Gorman, R. (2000). *What Regulates Sedimentation in Estuaries?*. Water & Atmosphere 8 (4), 13-16.
- ✓ Cardoso da Silva, M. (2000). *Estuários-Critérios para uma Classificação Ambiental*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Jan/Mar 2000, 25-35, Volume 5 n.1.
- ✓ Dalrymple, R.W., Zaitlin, B.A., Boyd, R. (1992). *Estuaries Fácies models: conceptual basis and stratigraphics implications*. Journal of Sedimentary Petrology, 62: 1130-1146.
- ✓ Delgado, A. L. (2011). *Caracterização hidrodinâmica e sedimentar do estuário do rio minho*. Porto.
- ✓ Hume, T., Swales, A. (2003). *How estuaries grow old*. p.11-12. Water & Atmosphere 11 (1).
- ✓ Inahina. (2000). *Tabela de mares*. 197PP. Moçambique. Marques, J. et al. (2005). *Depositos Minerais*. Quelimane.
- ✓ Lameiro, L.F (2009). *Sedimentação em Albufeiras e Estudo da Possibilidade de Utilização dos Sedimentos em Alimentação Artificial de Praias*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia do Porto.
- ✓ Matsinhe, Celso. (2010). *Descrição das correntes de maré a partir do modelo computacional ELCOM, no Estuário dos Bons Sinais*, Tese de Licenciatura, UEMESCMC, Quelimane. 4,5PP
- ✓ Miall, A. D. (1996). *The geology of fluvial deposits: sedimentary Fácies, basin analysis and petroleum geology*. Berlin: Springer, 582 p.
- ✓ Souza, F. E. (2004). *Evolução morfodinâmica da região de influência estuarina do Rio Curimataú/rn com ênfase nas alterações*. Rio Grande do Norte.
- ✓ Swales, A., Oldman, J., Radford, J., MacDonald, I. (2003). *What happens in estuaries during floods?* Water & Atmosphere 11 (1).
- ✓ Tomczak, M., (2000). *Sediment Transport in estuaries*. <http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/ShelfCoast/chapter17.html>
- ✓ University, T. O. (1999). *Waves, Tides and Shallow Water Processes*. (s. edition, Ed.) Oxford, Butterworth-Heinemann.

- ✓ Veloso, J. D. (2001). *Tese submetida ao corpo docente da coordenação dos programas de pós-graduação de engenharia da universidade federal do rio de janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em ciencias em engenharia oceânica. rio de janeiro.*

## 8. Anexos

### 8.1. Anexo<sub>1</sub>:

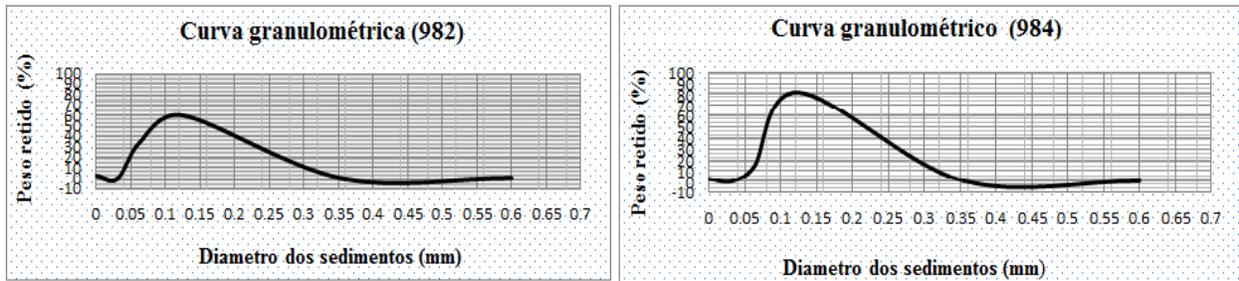


Fig22: Curvas granulométricas das secções 982 e 984

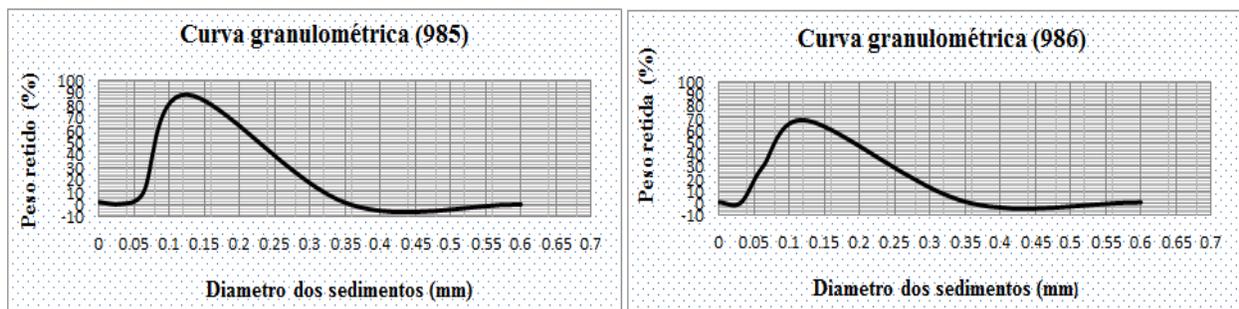


Fig23: Curvas granulométricas das secções 985 e 986

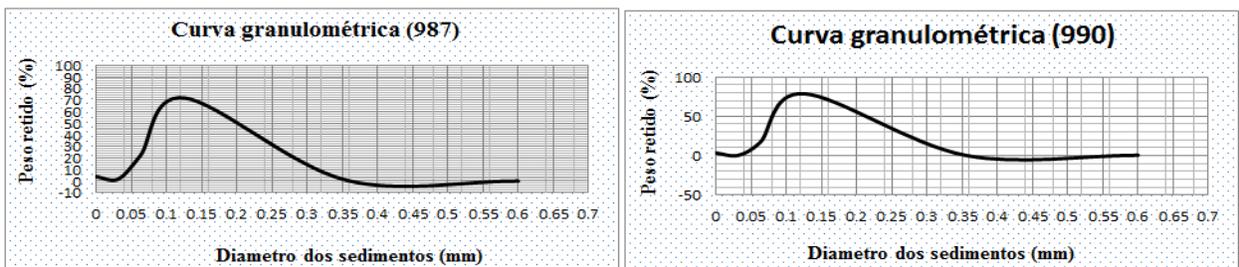


Fig24: Curvas granulométricas das secções 987 e 990

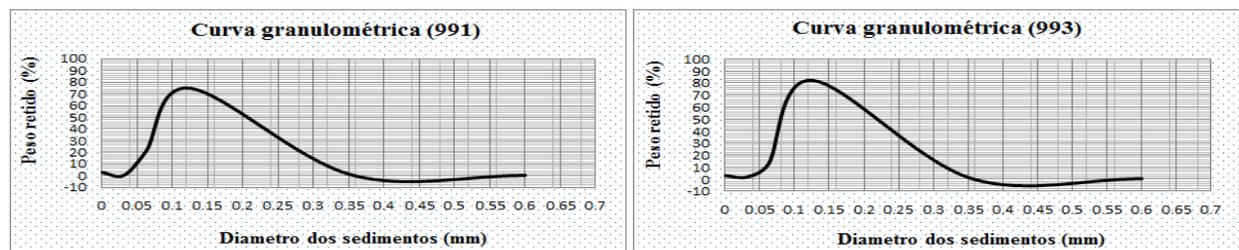


Fig25: Curvas granulométricas das secções 991 e 993

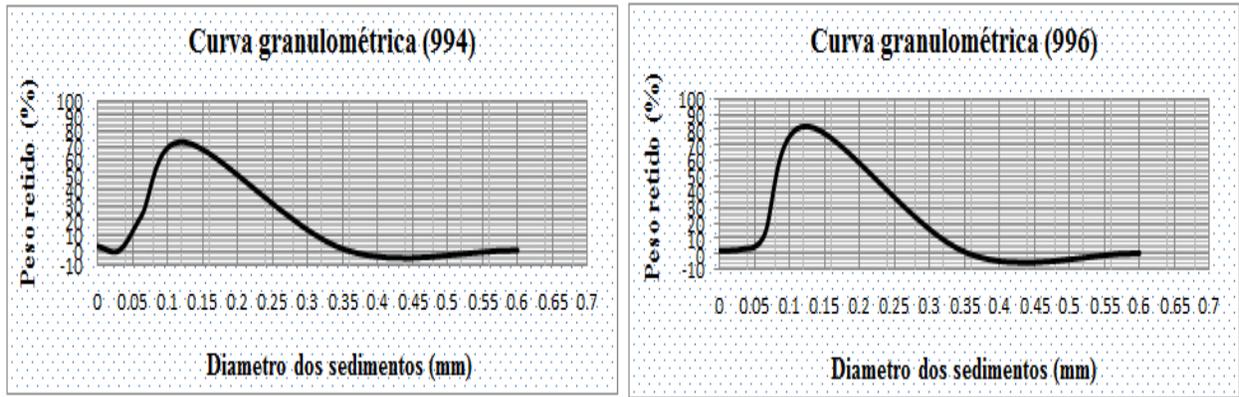


Fig26: Curvas granulométricas das secções 994 e 996

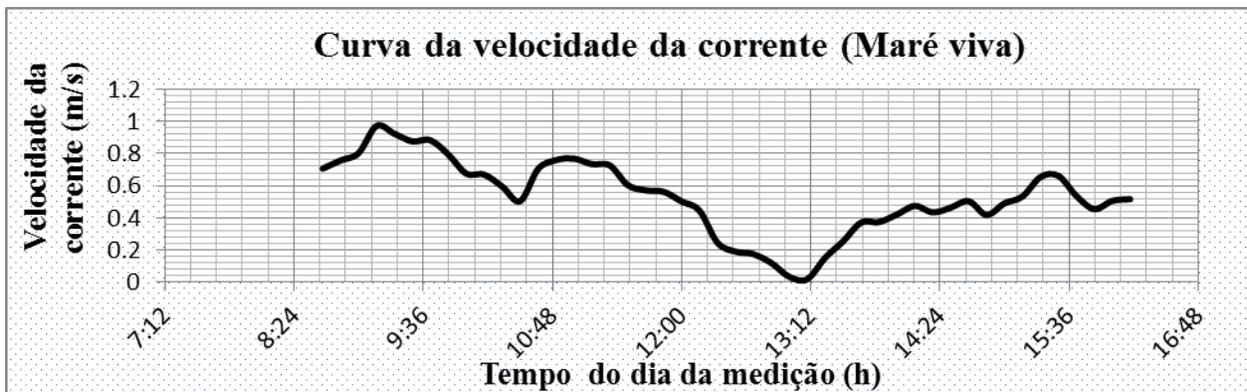


Fig28: Curva da velocidade da corrente na vida

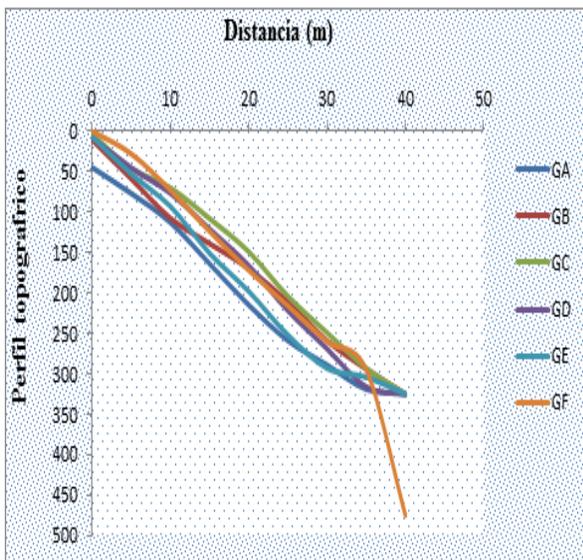


Fig29: Curvas da topografia

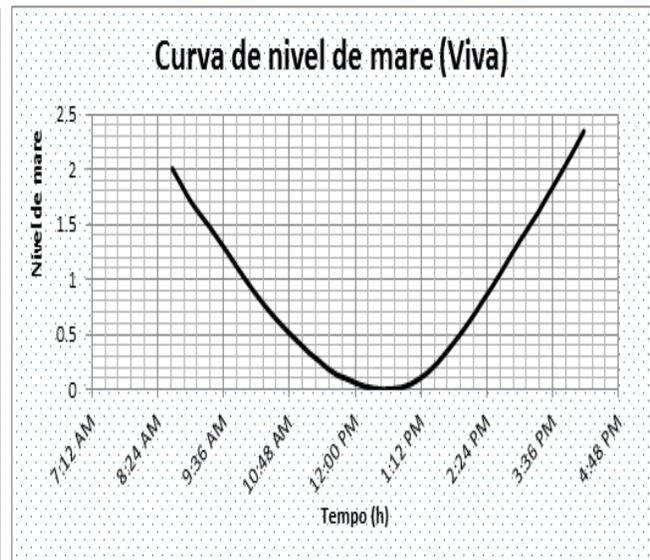


Fig30: do nível de maré na viva

## 8.2.Anexo2:



Fig31: Imagem da fae sedimentar



Fig32: Coletor de sedimento submerso



Fig33: Medeo da topografia



Fig34: Estuário dos bons sinais em Gazelas



Fig35: Margem da Gazela

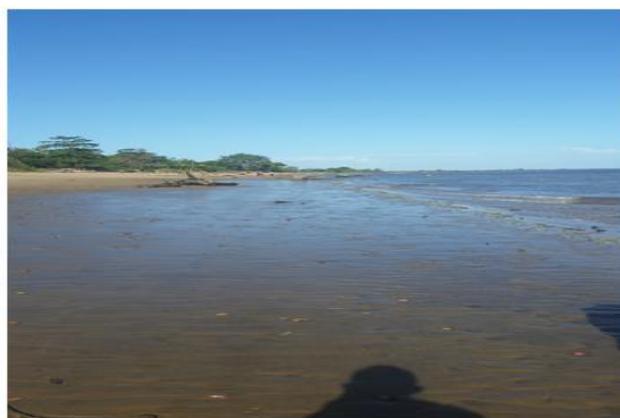


Fig36: Zona humida



Fig36: Método de pipetagem (Provetas)



Fig37: Filtração dos sedimentos



Fig38: Dispersão de textura



Fig39: Crivagem

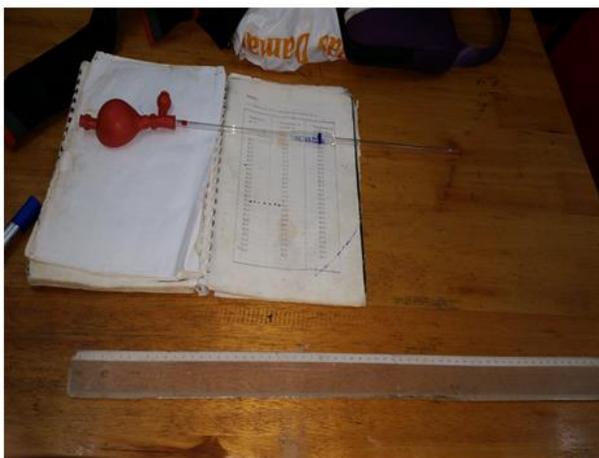


Fig40: Pipeta de Robson

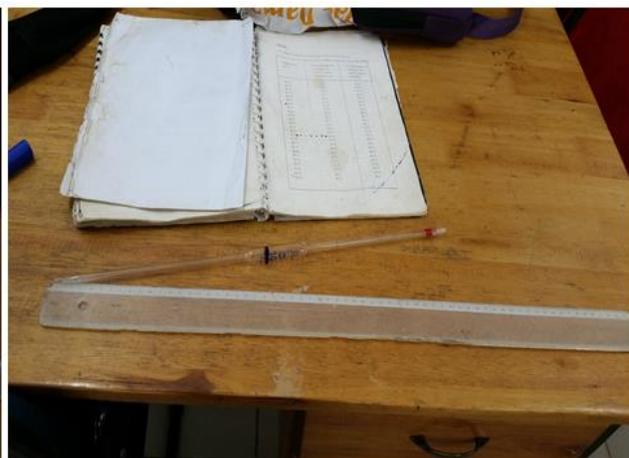


Fig41: Termometro usado na colecta de sedimentos



Fig42: Pesagem da fracção areia

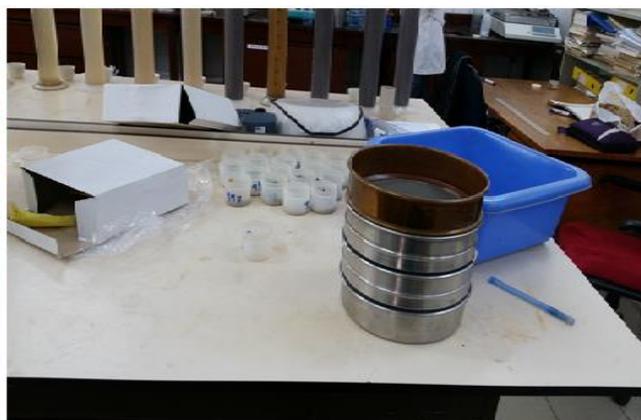


Fig43: Crivos usados na determinação granulométrica

Estações	Argila	silte	Areia	Total	%Areia	%Argila	%silte	%Total	Classificação
979	0.800	0.10	29.402	30.302	97.0	2.6	0.3	100.0	Areia
980	0.700	0.10	28.578	29.378	97.3	2.4	0.3	100.0	Areia
981	0.900	0.10	30.455	31.455	96.8	2.9	0.3	100.0	Areia
982	0.900	0.10	29.475	30.475	96.7	3.0	0.3	100.0	Areia
983	0.600	0.10	29.595	30.295	97.7	2.0	0.3	100.0	Areia
984	0.900	0.10	29.583	30.583	96.7	2.9	0.3	100.0	Areia
985	0.600	0.10	29.517	30.217	97.7	2.0	0.3	100.0	Areia
986	0.200	0.10	29.566	29.866	99.0	0.7	0.3	100.0	Areia
987	1.200	0.50	29.803	31.503	94.6	3.8	1.6	100.0	Areia
988	0.400	0.10	28.693	29.193	98.3	1.4	0.3	100.0	Areia
989	1.100	0.10	29.081	30.281	96.0	3.6	0.3	100.0	Areia
990	1.000	0.20	29.055	30.255	96.0	3.3	0.7	100.0	Areia
991	0.900	0.10	29.059	30.059	96.7	3.0	0.3	100.0	Areia
992	0.700	0.10	29.474	30.274	97.4	2.3	0.3	100.0	Areia
993	0.900	0.50	29.412	30.812	95.5	2.9	1.6	100.0	Areia
994	0.900	0.10	28.78	29.780	96.6	3.0	0.3	100.0	Areia
995	1.200	0.10	29.389	30.689	95.8	3.9	0.3	100.0	Areia
996	0.700	0.10	29.153	29.953	97.3	2.3	0.3	100.0	Areia
997	3.200	1.20	24.32	28.718	84.7	11.1	4.2	100.0	Areia Argilosa
998	1.000	0.20	28.93	30.130	96.0	3.3	0.7	100.0	Areia
999	8.200	3.10	17.563	28.863	60.8	28.4	10.7	100.0	Silte argilo-arenoso
1000	10.700	6.10	12.1	28.900	41.9	37.0	21.1	100.0	Areia argiloso
1001	14.300	8.00	7.706	30.006	25.7	47.7	26.7	100.0	Argiloso

Tabela 5: As mostras de sedimentos no total de 23 correspondentes a maré viva e morta, colectadas e analisadas estão apresentados através das percentagem das fracções argila, silte e areia.

Estações	> 600 µm	> 355 µm	> 125 µm	< 125 µm	Total	% > 600 µm	% > 355 µm	% > 125 µm	% < 125 µm
979	0.211	0.209	24.759	4.162	29.341	0.719	0.71	84.38	14.18
980	0.084	0.095	25.465	2.938	28.582	0.29	0.33	89.09	10.28
981	0.105	0.109	26.693	3.498	30.405	0.35	0.36	87.79	11.50
982	0.292	0.142	18.274	10.401	29.109	1.00	0.49	62.78	35.73
983	0.017	0.224	22.074	6.589	28.904	0.06	0.77	76.37	22.80
984	0.156	0.162	26.673	2.347	29.338	0.53	0.55	90.92	8.00
985	0.014	0.123	26.71	2.671	29.518	0.05	0.42	90.49	9.05
986	0.161	0.097	20.034	8.876	29.168	0.55	0.33	68.68	30.43
987	0.004	0.255	22.512	6.874	29.645	0.01	0.86	75.94	23.19
988	0.249	0.206	24.44	3.676	28.571	0.87	0.72	85.54	12.87
989	0.059	0.086	24.027	4.876	29.048	0.20	0.30	82.71	16.79
990	0.144	0.101	23.607	5.037	28.889	0.50	0.35	81.72	17.44
991	0.118	0.177	22.499	6.245	29.039	0.41	0.61	77.48	21.51
992	0.232	0.168	24.3	4.648	29.348	0.79	0.57	82.80	15.84
993	0.126	0.122	24.966	3.782	28.996	0.43	0.42	86.10	13.04
994	0.1	0.151	21.366	6.901	28.518	0.35	0.53	74.92	24.20
995	0.077	0.128	22.869	5.818	28.892	0.27	0.44	79.15	20.14
996	0.231	0.177	25.377	3.349	29.134	0.79	0.61	87.10	11.50
997	0.144	0.221	17.395	6.576	24.336	0.59	0.91	71.48	27.02
998	0.167	0.171	23.838	4.865	29.041	0.58	0.59	82.08	16.75
999	0.305	0.156	9.86	7.200	17.521	1.74	0.89	56.28	41.09
1000	0.222	0.156	7.544	4.249	12.171	1.82	1.28	61.98	34.91
1001	0.225	0.13	4.404	2.986	7.745	2.91	1.68	56.86	

Tabela 6: As mostras de sedimentos no total de 23 correspondentes a maré viva e morta, colectadas e analisadas estão apresentados através das percentagem das fracções corespondente a areia.

Crivos	φ Diâmetro da partícula (mm)	Phi φ	Classificação: Udden-Wentworth	MR(g) 979	MRA(g)	
1	0.6	-5	Areia grossa	0.211	0.211	φ5=3 φ16=3 φ25=3 φ50=3
2	0.355	1.49	areia média	0.209	0.42	
3	0.125	3	areia fina	24.759	25.179	
4	0.0625	4	areia muito fina	4.162	29.341	
5	0.031	5	Silte	0.1	29.441	φ75=3
6	0.00006	14	Argila	0.8	30.241	
<b>Fundo</b>	0	0	0			φ84=4
<b>Massa Total</b>			M = 3.3; Std = 0.4; Sk=1; K=0; Md=3	30.241		φ95=4

Tabela 7: Dados estatísticos da maré morta com os respectivos valores dos parâmetros estatísticos corespondente as fracções de areia na secção 979.