



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Estudo do fluxo de sedimentos transportados pela acção do vento na praia de Zalala, Província da Zambézia

Autor:

Paulo Joaquim Nota



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Estudo do fluxo de sedimentos transportados pela acção do vento na praia de Zalala, Província da Zambézia

Autor:

Paulo Joaquim Nota

Supervisor:

Dr. Fernando Victor Saide

Quelimane, Novembro de 2017

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus familiares, e em especial a minha mãe Adélia José Barros, a minha tia Carolina José Barros, ao meu pai Joaquim Nota Chiposse a minha madrastra Domingas Abraão aos meus irmãos Ibertur Joaquim Nota, Eugénio Joaquim Nota, que sempre incentivaram e apoiaram os meus estudos.

Aos meus irmãos mais novos Dário Joaquim Nota, Zacarias Joaquim Nota, Jossepe Joaquim Nota, Helton Joaquim Nota, Helena Joaquim Nota, Irana Joaquim Nota e ao meu primo e amigo Antonio João Maringue pela amizade, companheirismo e muitos momentos bons juntos passados.

Agradecimentos

Agradeço a Deus em primeiro lugar pela força, saúde e tudo que ele tem feito por mim em todos os instantes.

A mais profunda e imensurável gratidão vai ao meu supervisor, Dr. Fernando Victor Saíde por toda a atenção prestada, críticas construtivas e prontidão na transmissão dos seus conhecimentos durante todo o trabalho.

A todos os docentes pela transmissão de conhecimento neste período, e pela paciência e sacrifício tido em nos ensinar.

A todos os colegas da faculdade, especialmente aos que ingressaram no ano lectivo de 2014 e que tive a oportunidade de compartilhar com eles as cadeiras, conversas, caminhadas, fotos, festas e muitos momentos bons e felizes.

Aos meus amigos e colegas da faculdade, Vicente Manuel Brás, José Xieo, António Guzia, Cecílio Matsumane, Hélio Mangoma, Edson Muianga, Nelson Sufiante, Agostinho Da Silva, Algy Saule, Max engenheiro, Alberto Sibie, Samuel Xichava,, Raimundo Da Silva, Tubias Sopinho, Nilton Nhantumbo, Norton Hamilton, Ermanegildo Tomás, José Ncudima, Luís Daniel, Vanio Saule, Alberto Mandala, Olinda Rufo, Joice Colasso, Marla Pestana, Maily, Catarina Paulo, Aderito Mause, Zunchany Matola, Raimundo Da Silva, Gulamo Bonga, Lourindo Bazilio, Germano Francisco, Lucas Muhai, Sergio Caetano, Balbina Sitei, Mércia João, Erasnes Francisco, Jordão Adonias, Camacho Melo, Catarina Tuáira, Flávio Inácio, Fernando Niquice, Amichandre, Joaquim Venancio, Fernando Cacepe, Domingos.

Aos meus amigos: Januário de Jesus, António Ganda Mero, Semo José Ngumo, Inocência Baerra, João Luís Bone, Manuel Cuelho Artur, Franque Andre Franque, Dane, tony, António Sixpenzi, Bude, Rogério, Neusa Gonçalves, Zeca João, Trajacilha Machava e a, Ildo Patho, Jossefa Alfanega, Joaquim Afonso (Doto), Paulo Afonso (Litos), Martins Samuel,

Aos meus companheiros dos clubes de basket da faculdade ESCMC, da floresta (Escola Eduardo Mondlane) e aos inesquecíveis Reformado basket club.

Á todos, o meu muito obrigado!

Declaração de honra

Eu, Paulo Joaquim Nota, declaro por minha honra que o presente trabalho intitulado *Estudo do fluxo de sedimentos transportados pela acção do vento na praia de Zalala- Província de Zambézia*, é resultado da investigação por mim realizada e fi-lo com recurso a metodologia apresentada ao logo do mesmo respeitando as orientações do meu supervisor, e que não foi apresentado em nenhum momento para a obtenção de qualquer grau académico ou outros fins.

Quelimane, Novembro de 2017

(Paulo Joaquim Nota)

Resumo

O presente trabalho faz menção ao estudo de transporte de sedimentos pela acção dos ventos na praia de Zalala – Província da Zambézia, focando-se nas principais variáveis que controlam a dinâmica dos sedimentos eólicos costeiros. Tendo como objectivo principal estudar o fluxo de sedimentos transportados pela acção dos ventos em função da altura. Foram realizadas 18 campanhas de colheitas de dados, 9 delas na maré viva e 9 na maré morta, nos dias 07 e 26 de Julho, 02, 26 e 27, de Agosto e 18, 26, 27, 28, 29 e 30 de Setembro do ano 2017. As colheitas de dados realizaram-se com auxílio de uma armadilha eólica de sedimentos descritiva, de 160 cm de altura e 30 cm de um comprimento e largura respetivamente, subdividida em 5 partes iguais de 25 cm na vertical, que foi posicionada num ponto fixo da praia (berma) e em uma única direcção do vento, em função da duração das enchente e vazante das marés (viva e morta). Fez-se a medição da velocidade do vento a uma altura de (25, 75 e 125 cm) com um anemómetro e a temperatura com um termómetro, com um ciclo de medições de 10 minutos durante 6 horas. As análises dos sedimentos captados pela armadilha foram realizadas no laboratório de Química da ESCMC e de sedimentologia no departamento de Geologia da Faculdade de Engenharia em Maputo onde pesou-se e determinou-se a granulometria. A quantidade de sedimentos captados e a velocidade média do vento variaram com a altura da armadilha e as direcções do vento, onde a 1ª subdivisão da armadilha registou a maior quantidade com 503,38 g a 4,22 m/s e a menor registou-se na 5ª subdivisão com 1,07 g a 5,0087 m/s, já nas direcções a Noroeste teve a maior quantidade com 259,396 g a 5,01 m/s e a menor registou-se a Oeste com 78,067 g a 4,47 m/s. A granulometria dos sedimentos analisados apresenta uma média de Phi (3,74 ϕ) que corresponde a fracção da (areia fina e muito fina). Concluiu-se que a quantidade de sedimentos captados e o fluxo diminui com a altura da armadilha, onde a 1ª subdivisão apresenta a maior quantidade com 503,38 g e 0,0312 g/s*m² de fluxo respectivamente, e que os organismos bioturbadores (caranguejos nocturnos) tem uma grande influência na disponibilidade de sedimentos, principalmente na maré viva.

Palavras-chaves: Sedimentos, transporte eólico, armadilhas eólicas, fluxo de sedimentos, praia de Zalala.

Abstract

The present work does mention the study of sediment transport by wind action on the beach of Zalala-Zambézia province, focusing on the main variables that control the dynamics of coastal wind sediments such as tides, winds, temperature, obstacles, diameter of sediments and the availability of sediments. Having main aim to study the flow of sediments transported by action of winds in height. 18 data collection campaigns were carried out, 9 of them in the living tide and 9 in the dead tide on days (07 and 26 July), (02, 26 and 27, August) and (18, 26, 27, 28, 29 and 30 September) from the year 2017. Data were collected through the descriptive sediment aeolian-trap of 160 cm in height and 30 cm in length and width, subdivided into 5 equal parts of 25 cm vertically and with feet of 35 cm in height, which was positioned at a fixed point of the beach (berm) and in a single direction of the wind in a period of 6 hours, that is, from the beginning of the flood or ebb to the end of the same, in both tides (alive and dead). The wind speed was measured at a height of (25, 75 and 125 cm) with an anemometer and the temperature with a thermometer, with a measurement cycle of 10 minutes for 6 hours. The analyzes of the sediments captured by the trap were carried out in the Chemical Laboratory of the ESCMC and the sedimentology in the Department of Geology of the Faculty of Engineering in Maputo where it was weighed and the granulometry was determined. The amount of sediment collected and mean wind speed varied with trap height and wind directions, where the 1st subdivision of the trap recorded the highest amount with 503.38 g, 4.22 m / s or less was recorded in the 5 ° subdivision with 1,07 g to 5,0087 m / s, in the directions to the Northwest had the highest amount with 259,396 g to 5,01 m / s and the lowest was recorded to the West with 78,067 g to 4, 47 m / s. The granulometry of the analyzed sediments presents an average of Phi (3.74 ϕ) that corresponds to the fraction of (fine and very fine sand). It was concluded that the amount of sediment captured and the flow decreases with the height of the trap, where the 1st subdivision presents the highest amount with 503.38 g and 0.0312 g / s * m² of flow respectively, and that organisms (nocturnal crabs) has a great influence on the availability of sediments, especially in the living tide.

Keywords: Sediments, aeolian transport, aeolian traps, sediment flow, Zalala beach.

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Significado
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
ESCMC	Escola superior de ciências marinha e costeira
S.I	Sistema internacional
u_z	Velocidade do vento a uma determinada altura
Z e Z_0	Comprimento de rugosidade
φ (Phi)	Phi
mm	Milímetros
Vent	Vento
p.	Peso
H. Ex	Hora de exposição
D. vent	Direcção do vento
E	Este
N	Norte
NE	Nordeste
S	Sul
O	Oeste
SO	Sudoeste
NO	Noroeste
SE	Sudeste
P_{plast}	Peso do plástico
p_{acu}	Peso acumulado
m^2	Metros quadrados
%	Percentagem
Enc	Enchente
Vaz	Vazante
Col- colh	Colheitas

Figura 1: Rosa-dos-ventos dividida em 16 sectores com os respectivos ângulos horários e nomes. Fonte: (Jonathan, 2010).	6
Figura 2: Circulação atmosférica. Fonte: (Jose Andarade, 2013).....	6
Figura 3: A) Brisa continental e B) Brisa Marinha. Fonte: (Dantas et al, 2010).....	7
Figura 4: Perfis típicos de vento sobre vários tipos de superfície. Fonte: (Lopes, 2003).	9
Figura 5: Efeito de obstaculo sobre o vento. Fonte: (Lopes, 2003).....	9
Figura 6: Subdivisão do ambiente praial. Fonte: Komar (1998).	10
Figura 7: Os processos de transporte de sedimentos. Fonte: daptado de (Oliveira, 2006).	11
Figura 8: Caranguejo nocturno (<i>caranguejo cornudo</i>). Fonte: (Fischer <i>et al.</i> 1990).....	14
Figura 9: Esquemático das armadilhas (a) Integração e (b) Discretização. Fonte: (Maia, 1998).....	17
Figura 10: Armadilha de sedimentos discretiva. Fonte: mscecesoton.files.wordpress.com/2015/03/figure-3-3-20140703_162039.jpg	17
Figura 11: Área de estudo. Fonte: Google.earth.....	19
Figura 12: A) Armadilha eólica de sedimentos pronta, B) Estrutura da armadilha e C) Saco plástico com sedimentos captados.....	22
Figura 13: A e B) termómetro, C) Anemómetro de copos ou conchas e D) GPS	22
Figura 14: A) Vista frontal da armadilha em 3D, B) vista lateral e C) Desenho esquemático.	23
Figura 15: A) Soldadura da armadilha e B) Retirada das medidas para a costura dos tecidos da cobertura da armadilha.	24
Figura 16: A) Armadilha constituída pelo plástico na parte traseira (armadilha de plástica); B) Armadilha constituída por pano na parte traseira (armadilha de pano).....	25
Figura 17: Escavações causadas nas laterais da armadilha devido o desvio do vento.....	26
Figura 18: A) parte traseira da armadilha constituída por pano, B) Retirada dos sedimentos para posterior pesagem e C) armazenamento dos sedimentos no plástico a pois a colheita.	26
Figura 19: Pesagem de sedimentos com a balança electrónica.	28
Figura 20: A) Pesagem dos sedimentos com a balança electrónica e B) Vibrador agitando os sedimentos existentes na peneira.....	29
Figura 21: A) Estrutura da armadilha, B) Armadilha de pano fixada para a colecta, C) Sedimentos captados na 1ª subdivisão da armadilha e D) Saco plástico contendo sedimentos armazenados para a posterior análise.....	46
Figura 22: A) Montes de areia criados pelos caranguejos nocturnos na maré viva, B) Toca do organismo e monte de areia, D) Princípio de transporte da areia exposta pelo caranguejo nocturno e C) Areia exposta pelo caranguejo nocturno totalmente transportada a zona das bermas.....	47

Lista de gráfico	Pagina
Gráficos 1: Relação entre a velocidade vertical e os perfis de concentração de sedimentos. Fonte: (Maia, 1998).....	12
Gráficos 2: Variação da velocidade média e direcção preferencial do vento ao longo das colheitas.	30
Gráficos 5: Variação do peso e da velocidade média do vento em função das colheitas.....	33
Gráficos 6: Variação do peso e velocidade média do vento em função da altura da armadilha.	34
Gráficos 7: Variação do fluxo em função da altura da armadilha.....	35
Gráficos 8: Correlação entre o fluxo de sedimentos e a velocidade média do vento.....	36

Lista de tabela	Pagina
Tabela 1: Classificação de Beaufort dos tipos dos ventos baseados em sua velocidade de deslocamento. Fonte: adaptado de (Sigolo, 2003).	8
Tabela 2: Classificação dos sedimentos segundo a sua granulometria. Fonte: (Giannini e Riccomini, 2003).....	15
Tabela 3: Diâmetro máximo de partículas movimentadas pelo vento, para partícula de quartzo (peso específico 2,65 g/cm ³). Fonte: Adaptado de (Sigolo, 2003).....	16
Tabela 4: Instrumentos e materiais que foram usados na construção da armadilha.	21
Tabela 5: Instrumentos usados.....	21
Tabela 6: Dados das saídas de campo da avaliação experimental das duas armadilhas.	25
Tabela 7: Quantidade de sedimentos transportados pelo vento em função das marés.....	36
Tabela 8: Dados da análise granulométrica dos sedimentos captados na 1 ^a e 2 ^a subdivisão da armadilha.....	38
Tabela 9: Dados de todas as colheitas da 2 ^a e 3 ^a subdivisão da armadilha.....	45
Tabela 10: Dados de todas as colheitas da 4 ^a e 5 ^a subdivisão da armadilha.....	45

Índice geral	Páginas
CAPITULO I.....	1
1.Introdução.....	1
1.1.Problematização.....	3
1.2.Justificativa.....	3
1.3.Objectivos:.....	4
1.3.1.Geral:.....	4
1.3.2.Específicos:.....	4
CAPITULO II.....	5
2.Revisão de literatura.....	5
2.1.Ventos.....	5
2.1.1.Descrição do vento.....	5
2.1.2.Tipos de ventos.....	6
2.2.Efeitos da topografia sobre o vento.....	8
2.2.1.Obstáculos.....	9
2.3.Praia.....	9
2.3.1.Conceito.....	9
2.3.2.Subdivisões do Ambiente Praial.....	9
2.4.Sedimentos.....	10
2.4.1.Mecanismos de transporte de sedimentos eólico.....	10
2.4.2.Variação vertical do transporte de sedimentos.....	11
2.4.3.Transporte eólico dos sedimentos em zonas costeiras.....	12
2.4.4.Factores que influenciam o Transporte de sedimento pelo vento na zona costeira.....	13
2.4.5.Processos de deposição de sedimentos na zona costeira.....	14
2.5.Granulométrica de sedimentos.....	14
2.5.1.Análise granulometria.....	14
2.5.2.Escalas Granulométricas.....	15
2.5.3.Granulometria de sedimentos transportados pelos ventos.....	15
2.6.Armadilhas e Técnicas de Medição.....	16
2.6.1.Princípio de utilização de armadilhas.....	16
2.6.2.Vantagens e desvantagem do uso das armadilhas.....	18

CAPITULO III	19
3. Metodologia	19
3.1. Área de estudo	19
3.1.1. Caracterização da área de estudo	20
3.2. Materiais e instrumentos usados	21
3.2.1. Construção da armadilha	21
3.2.2. Saída de campo	21
3.3. Métodos	23
3.3.1. Construção da armadilha de sedimentos	23
3.4. Saídas de Campo	24
3.4.2. Principal causa de troca da armadilha de plástica por armadilha de Pano	25
3.4.3. Principais vantagens e desvantagem da armadilha de pano em relação a de plástico	26
3.5. Colheita efectiva de dados	27
3.5.1. Montagem da armadilha	27
3.5.2. Posicionamento da armadilha na praia	27
3.5.3. Medição da temperatura	27
3.5.4. Medição da velocidade do vento e determinação da direcção	27
3.5.5. Determinação da maré	27
3.6. Determinação do peso dos sedimentos	28
3.7. Determinação do fluxo	28
3.8. Análise granulométrica	29
CAPITULO IV	30
4. Resultados e discussão	30
4.1. Variação da velocidade média e direcção preferencial do vento.	30
4.2. Variação da velocidade média do vento em diferentes alturas da armadilha	31
4.3. Variação do peso em função das direcções do vento	32
4.5. Variação do peso e da velocidade média do vento com a altura	33
4.6. Variação do fluxo dos sedimentos em função da altura da armadilha	35
4.7. Correlação entre o fluxo de sedimentos e a velocidade média do vento	35
4.8. Variação da quantidade de sedimentos transportados em função da maré.	36

4.9.Análise granulométrica dos sedimentos captados pela armadilha	38
CAPITULO V	40
5.Conclusões.....	40
5.1.Recomendações.....	40
CAPITULO VI.....	41
6.Referências bibliograficas.	41
CAPITULO VII.....	44
7. Anexos	44

CAPITULO I

1. Introdução

Praias são formações dinâmicas alteradas pelo vento e as ondas em um processo contínuo de deposição e erosão de sedimentos (Inman e Nordstrom, 1971), e os sedimentos são partículas resultantes da desintegração de rochas pré-existente, ou do acúmulo de detritos orgânicos ou da precipitação química, susceptíveis a serem transportados e depositados por vários agentes como água, geleiras e ventos. Classificam-se segundo o ambiente de sedimentação (continentais e marinhos), ou ainda quanto ao tipo de sedimentação (clástico ou detríticos, químico e biológico). Sendo que os continentais podem ser divididos em: fluviais, lacustre, eólicos e glaciais. Os marinhos, segundo a zona que ocupam, em nerítico, batial e abissal (Guerra e Guerra, 2008).

O vento é um dos agentes das mudanças morfodinâmicas das zonas costeiras sendo que ele actua directamente no transporte aerodinâmico de sedimentos quer por arrasto, saltação e suspensão. O mecanismo de transporte é um pouco diferente do realizado em zonas desérticas e regiões áridas ou semiáridas. Pós os factores responsáveis pelo transporte de sedimentos são diversos, podendo estes ocorrer isoladamente ou não, e são afectados por inúmeros factores sendo eles naturais e antrópicos (Almeida, 2012). O regime de vento capaz de transportar sedimento da zona de praia para os sistemas eólicos é unimodal com elevada direcionalidade (Castro *et al*, 2003). Associados à configuração da linha de costa e a disponibilidade de areia estocada na praia favorecem o transporte de sedimento para os campos de dunas (Almeida, 2012).

O transporte eólico é responsável pelo re-trabalhamento dos sedimentos depositados na face praiial em função do transporte transversal das correntes. Segundo Villwock *et al*. (2005), depois que a areia mobilizada por ondas e correntes é depositada na praia, sendo exposta ao ar, ela seca e é movimentada pelos ventos. Pois na sua maioria os sedimentos transportados pela força do vento são de uma granulometria fina excepto os transportados por ventos de tempestades (Dantas *et al*, 2010), (que são eventos extremos) onde que pode ocorrer o transporte de sedimentos de uma granulometria maior e podendo causar grandes modificações na morfodinâmica costeira.

Dependendo da direcção e da intensidade dos ventos os sedimentos são transportados do continente ao oceano por ventos denominados de brisas terrestre ou do oceano ao continente por ventos denominado brisas marítimas, pós a quantidade de sedimentos que são transportados variam com muitos factores como: a intensidade do vento, grau de humidade dos sedimentos, obstáculos ou barreiras, os tipos de sedimentos encontrados na praia entre outros (Dantas *et al*, 2010).

As armadilhas de sedimentos são instrumentos que são construídos para a captura de sedimentos em diferentes ambientes e em determinadas condições ambientais sendo que elas possuem vantagens e desvantagens. Segundo Schettini (1998) o princípio da utilização das armadilhas de sedimento consiste em criar um ambiente de baixa energia que possibilite capturar as partículas que estão sedimentando. A eficiência da armadilha em reter as partículas é uma função da sua geometria, bem como do escoamento onde se encontra (Schettini, 1998). As armadilhas eólicas de sedimentos são reféns de ventos e da disponibilidade de sedimentos onde que há maior disponibilidade de sedimentos verifica-se nos meses mais secos isto é meses menos chuvosos porque os sedimentos encontram-se soltos (Castro *et al*, 2003).

1.1. Problematização

O transporte eólico é um processo afectado por inúmeras variáveis e por isso é difícil de ser registrado com exactidão. Ao longo do tempo inúmeros autores como geólogos, engenheiros e cientistas oceânicos entre outros vêm tentando estabelecer um método eficiente aplicável à medida do transporte eólico de um determinado local (Leatherman, 1978; Illeberger & Rust, 1986). Pelo que, diversas técnicas e metodologias foram desenvolvidas com o tempo para o estudo e quantificação efectiva do transporte sedimentar pela força exercida pelo vento.

A falta de instrumentos específicos para o estudo do fluxo de sedimentos transportados pela forma eólica ao longo da vasta costa de Moçambique tem feito com que haja poucos estudos de género, e a escassez de informação tem feito com que os órgãos de tomada de decisões, a comunidade académica e a população no geral não saiba a real contribuição dos ventos na manutenção da morfologia costeira, levando a decisões que vão alterando a morfologia da costa e perca de valores monetários com construções ao longo da costa, retirada de sedimento das praias para construção de habitações e outros.

Isto porque aquisição de instrumentos específicos de fabrico estrangeiro para estudos de género como: sensores de fluxo de massa piezoeléctricos, sedimentos de alta resolução temporal e sensores de fluxo microfónicos sendo estes, sistemas de amostragem de alta frequência, a sua compra e importação é de alto custo, visto que o país enfrenta problemas financeiros nos últimos anos, o financiamento para a compra destes instrumentos acaba sendo escasso, os problemas acima citados.

1.2. Justificativa

O estudo de transporte de sedimentos ao longo da costa moçambicana é de extrema importância, isto porque ao longo da costa há registo de erosão nas praias, não causada unicamente pelo agentes hidrodinâmicos mas sim pelos agentes aerodinâmicos (ventos), havendo uma necessidade de se saber qual é a real contribuição dos agentes aerodinâmicos no transporte e alterações das morfologias costeiras (erosão das praias), sendo que a maioria de estudos existentes actualmente tratam mais dos estudos hidrodinâmicos.

Pois o estudo possui uma grande importância para as linhas de praia arenosas gerando um interesse significativo na comunidade científica, especificamente as que se dedicam aos estudos de processos costeiros, geociências e engenharia costeira, uma vez que a partir deste pode-se avaliar em que medida as variáveis aerodinâmicas contribuem para o balanço sedimentar da mesma.

No entanto a construção do instrumento tem uma particularidade de fazer uso de material de menor custo, existente no mercado local, para a construção de instrumentos de investigação científica; facto

que irá reduzir custos para realização dos estudos em causa associados a compra e importação de instrumentos de fabrico estrangeiro tais como sensores de fluxo de massa piezoeléctricos, cameras de vídeo, sedimentos de alta resolução temporal e sensores de fluxo microfónicos sendo estes, sistemas de amostragem de alta frequência.

A aplicação deste instrumento na quantificação de sedimentos transportados pelo vento ao longo das zonas costeiras contribuirá significativamente para o aumento da qualidade de estudos da aerodinâmica de sedimentos nas zonas costeiras, determinação da vulnerabilidade de erosão e para o monitoramento do balanço sedimentar, que por sua vez poderá contribuir para medidas de gestão e tomada de decisão.

1.3. Objectivos:

1.3.1. Geral:

- ❖ Estudar o fluxo de sedimentos transportados pela acção dos ventos na Praia de Zalala, Província de Zambézia.

1.3.2. Específicos:

- ❖ Quantificar os sedimentos transportados pelo vento;
- ❖ Determinar o fluxo de sedimentos captados pela armadilha;
- ❖ Quantificar os sedimentos transportados pela acção dos ventos em função das marés;
- ❖ Analisar a granulometria dos sedimentos transportados pela acção dos ventos;

CAPITULO II

2. Revisão de literatura

2.1. Ventos

O vento consiste no movimento horizontal do ar, que é resultante das diferenças de pressão atmosférica entre duas regiões. Estas diferenças são criadas por factores térmicos e/ou mecânicos, ou seja, as regiões com maior quantidade de energia radiante promovem o que se chama de ascensão do ar, que por sua vez formam os centros de baixa pressão (Tomasini, 2011). Desta forma, o ar tende a se deslocar das áreas de alta pressão para as de baixa pressão, formando o deslocamento horizontal do ar até que se estabeleça um equilíbrio barométrico (Marin, et al., 2008).

Na escala planetária existe três mecanismos regem o movimento das massas de ar: o movimento de rotação da Terra (Força de Coriolis); a força centrífuga, relacionada com a curvatura da trajetória da Terra, e o gradiente de pressão, causado pelo aquecimento não uniforme da superfície terrestre (Silva, 1999). Em altitudes onde o efeito do atrito pode ser desprezado, há um equilíbrio entre a força de gradiente de pressão e a força de Coriolis, definindo a aceleração das partículas de ar. Nesta região, o fluxo de ar é denominado vento geostrófico.

2.1.1. Descrição do vento

O vento é um elemento meteorológico diferente dos demais por necessitar de dois dados para sua caracterização: velocidade e direcção (Marin, et al., 2008). Pois os ventos são considerados grandezas vectoriais, possuem um valor escalar (quantificação da intensidade) e um valor vectorial (direccional) e em Meteorologia. É expressa em quilómetros por hora [km/h], milhas por hora [mph], nós (milhas náuticas por hora [kt] ou metros por segundo [m/s] (S.I.) (Felicio, 2008).

Direcção do vento

A direcção do vento é denominado pela direcção da onde provem o vento e é descrito com o valor em graus e é classificada a partir do norte geográfico conhecido como azimute, medido no sentido horário, sendo que o vento proveniente do leste terá direcção de 90°, 180° de sul, e o vento de oeste terá direcção de 270° (Marin et al., 2008). Para fins de pesquisa costuma-se dividir a rosa-dos-ventos em 8, 12 ou 16 sectores para aferir a direcção do vento (Machava, 2015).

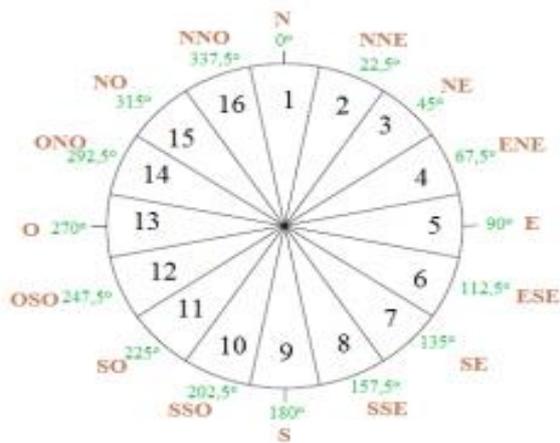


Figura 1: Rosa-dos-ventos dividida em 16 sectores com os respectivos ângulos horários e nomes.
Fonte: (Jonathan, 2010).

2.1.2. Tipos de ventos

❖ Global ou Planetários

O aquecimento e a rotação da Terra provocam a circulação global. Próximo do equador, devido ao aquecimento, criam-se zonas de baixas pressões, o que faz com que haja convergência de ventos provenientes dos cinturões subtropicais de alta pressão localizados em torno de latitudes 30° S e 30° N, desviados para o Oeste devido à força de Coriolis (Silva, 2005). Como consequência dos ventos globais, à latitudes compreendidas entre 90 e 60°S predominam os ventos de SE, de 60 a 30° S os de NO, de 30° S a 0° os alísios de SE, de 0° a 30° N os alísios de NE, de 30 a 60° N os de SO e de 60 a 90° N os de NE.

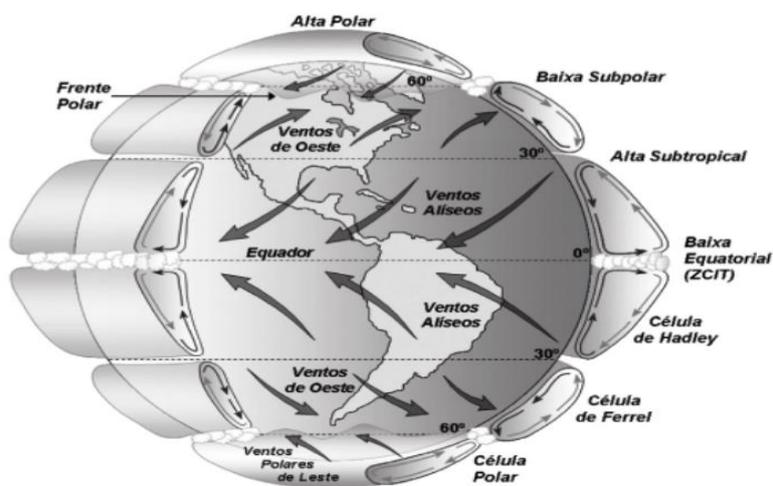


Figura 2: Circulação atmosférica. **Fonte:** (Jose Andarade, 2013).

Basicamente, observam-se três grandes zonas de circulação geral da atmosfera, as quais são denominadas: zona intertropical (situada na região do equador), que compreende uma faixa de baixas pressões por causa do forte calor, zona temperada (nas latitudes médias), onde existe uma faixa de altas pressões e zona polar (nas altas latitudes), também com alta pressão (Tomasini, 2011).

Associadas a esta distribuição de pressão, existem três células conectivas de circulação meridional em ambos os hemisférios. Estas três células são a célula tropical (também denominada de célula de Hadley), a célula das latitudes médias (célula de Ferrel) e a célula polar (Mendonça & Dani-Oliveira, 2007).

❖ Regional e Local

Os ventos locais são bastantes influenciados pelos elementos de paisagem de superfícies, como o relevo, floresta, bosques, savanas e edifícios (Tomasini, 2011).

❖ Brisas continentais e marinhas

Segundo Ayoade (2010), as brisas terrestres e marítimas ocorrem pelas diferenças térmicas entre a superfície terrestre e a superfície aquática. Durante o dia a superfície terrestre aquece mais rápido do que a aquática, contribuindo para a formação de uma célula convectiva sobre a mesma, assim, uma área de baixa pressão desenvolve-se sobre o continente e uma de alta pressão sobre a superfície aquática. O gradiente barométrico formado pela interação de ambos os sistemas faz com que, o ar escoe em direcção ao continente gerando a brisa marítimas. Pós a intensidade das brisas marinhas é proporcional às diferenças de temperatura (Hsu, 1988), e são mais fortes durante a parte da tarde dos dias quentes das regiões tropicais e semi-tropicais (Albuquerque, 2008).

Já no período da noite, conforme Mendonça e Dani-Oliveira (2007), o solo perde calor mais facilmente do que a água e assim, o gradiente de pressão inverte-se, resultando no deslocamento do ar da superfície terrestre para a aquática, configurando a brisa terrestre.

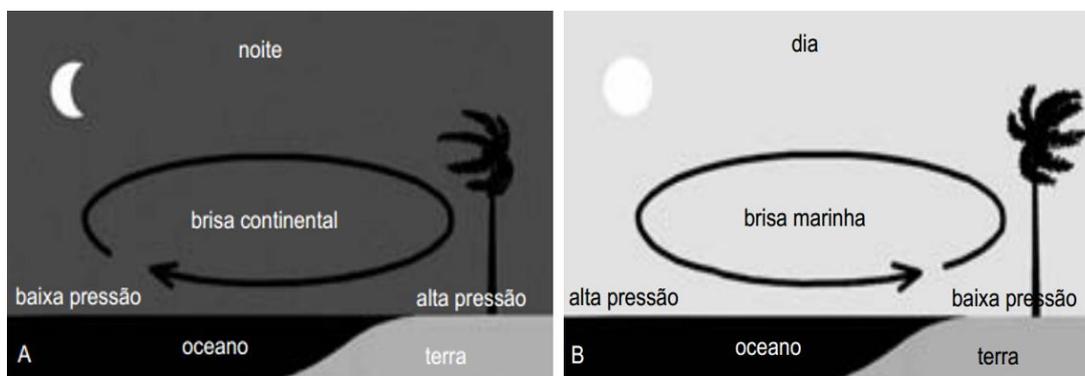


Figura 3: A) Brisa continental e B) Brisa Marinha. **Fonte:** (Dantas et al, 2010).

Tabela 1: Classificação de Beaufort dos tipos dos ventos baseados em sua velocidade de deslocamento. **Fonte:** adaptado de (Sigolo, 2003).

Ventos	Velocidades (km/hora)	Velocidade (m/s)
1. Calmarias	1,5	0,42
2. Aragem leve	1,5 - 6,1	0,42 - 1,7
3. Brisa leve	6,1 - 11,1	1,7 - 3,1
4. Vento suave	11,1 - 17,2	3,1 - 4,8
5. Vento moderado	17,2 - 24,1	4,8 - 6,7
6. Vento médio	24,1 - 31,6	6,7 - 8,8
7. Vento forte	31,6 - 38,5	8,8 - 10,7
8. Ventos fortíssimos	38,5 - 46,4	10,7 - 12,9
9. Ventania forte	46,4 - 55,4	12,9 - 15,4
10. Ventania fortíssima	55,4 - 64,8	15,4 - 18
Furacão	Maior que 64,8 (alguns com mais de 150 km/h).	Maior que 18 (alguns com mais de 416,7 m/s)

2.2. Efeitos da topografia sobre o vento

O campo de vento é controlado pelo balanço das forças de atrito provocadas pela superfície e pelo gradiente de pressão atmosférica. O atrito reduz o movimento das partículas de ar próximas ao solo e tem como consequência a redução da velocidade média do vento na superfície. A rugosidade da superfície determina a influência do atrito quando não há efeitos térmicos intensos e, além disso, delimita a espessura desta camada (Oke, 1978). Em condição de atmosfera neutra, a velocidade do vento em altura, na subcamada inercial, é representada por um perfil logarítmico determinado pela Equação:

$$U_z = \frac{U_*}{K} \ln \frac{z}{z_0}; \text{Equação (1).}$$

Onde:

U_z - Velocidade do vento a uma determinada altura;

Z e Z_0 - Comprimento de rugosidade.

Dependendo da superfície de contacto dos fluxos de ar, há uma variação dos perfis verticais quando em condição de estabilidade neutra (Lopes, 2003). Quanto maior é a rugosidade, menor é o gradiente da velocidade média do vento.

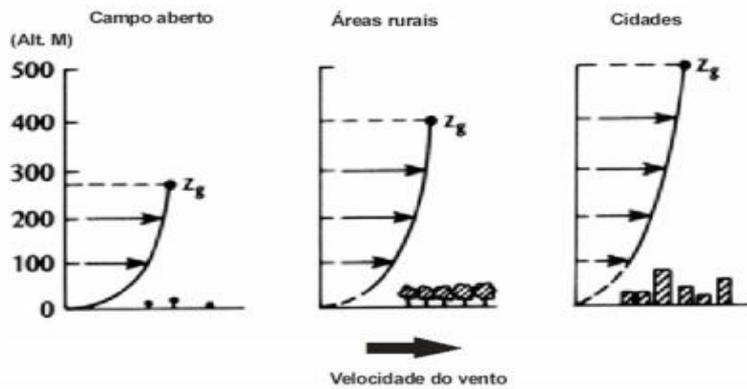


Figura 4: Perfis típicos de vento sobre vários tipos de superfície. **Fonte:** (Lopes, 2003).

2.2.1. Obstáculos

Os obstáculos (edifícios, árvores, formações rochosas, etc.) têm uma influência significativa na diminuição da velocidade do vento e são fontes de turbulência na sua vizinhança, sendo que a turbulência mais intensa na parte de trás (Machava, 2015).

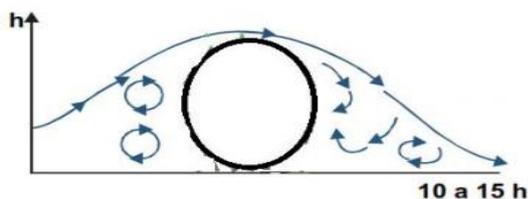


Figura 5: Efeito de obstaculo sobre o vento. **Fonte:** (Lopes, 2003).

2.3. Praia

2.3.1. Conceito

Praias são formações dinâmicas alteradas pelo vento e as ondas em um processo contínuo de deposição e erosão. Ciclos sazonais de deposição de areia e perda afetam drasticamente a aparência das praias no verão e inverno, 80 a 90 por cento dos sedimentos encontrados na praia são de origens fluviais (Inman e Nordstrom, 1971).

2.3.2. Subdivisões do Ambiente Praial

São muitas as terminologias utilizadas para caracterizar o ambiente praial. Nesse sentido optou-se pela subdivisão proposta por Hoefel (1998), que divide a praia em duas regiões: a zona subaérea é a zona subaquosa onde, a primeira é composta pelas regiões de pós-praia e face de praia e, a segunda é caracterizada pela praia média e ante-praia.

❖ **Pós-praia** é a zona acima da influência da maré alta e que só é alcançada pelas ondas de grandes amplitudes ou tempestade. Inserido na pós-praia está a berma. Está é uma feição característica de

processos de deposição sedimentar, apresentando-se sob a forma de um banco efectuadas por ondas.

- ❖ **Praia média** é a porção do perfil sobre a qual ocorrem os processos da zona de surfe e da zona de arrebatção e a face de praia é a parte do perfil praiial sobre a qual ocorrem os processos da zona de espraiamento, fluxo e refluxo das ondas. Está região também é comumente chamada de estirâncio na literatura.
- ❖ **Ante-praia** é a porção do perfil dominada por processos de emporamento da onda, que se estendem em direcção a terra, a partir da profundidade de fechamento externa, até a Profundidade de fechamento interna, ou até o início da zona de arrebatção.

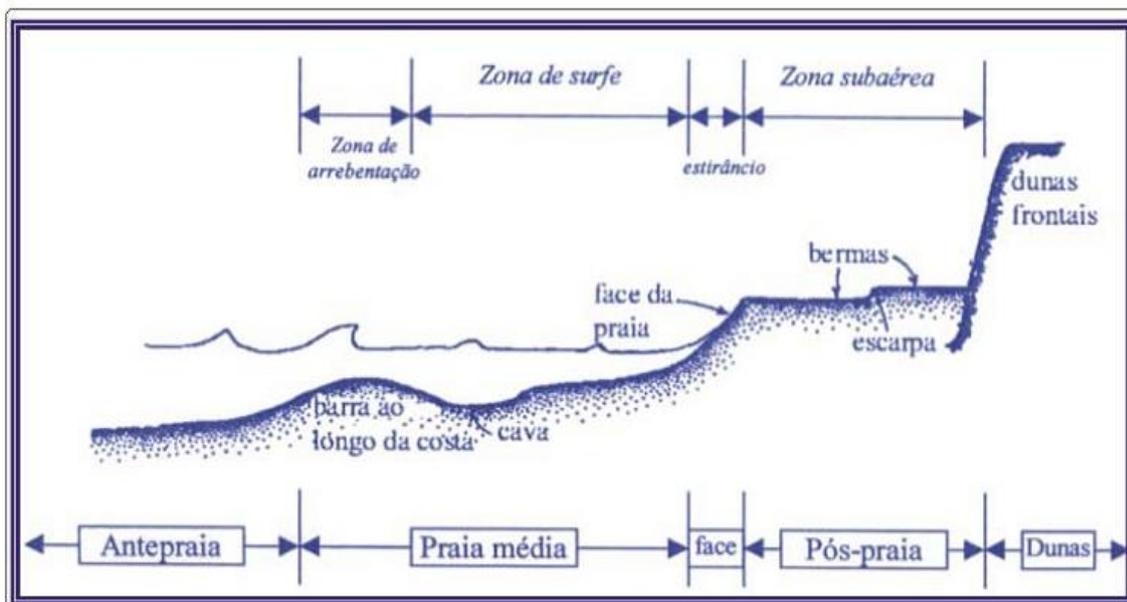


Figura 6: Subdivisão do ambiente praiial. **Fonte:** Komar (1998).

2.4.Sedimentos

2.4.1. Mecanismos de transporte de sedimentos eólico

Transporte de sedimentos pode ser, caracterizado pelos seguintes mecanismos: suspensão de curta ou longa duração, saltação, arraste superficial e rolamento. Este transporte varia consoante o tipo de vento e as dimensões dos sedimentos transportados (Almeida, 2012).

- ❖ **Saltação** – No momento em que a pressão de cisalhamento exercida pelo vento sobre um substrato arenoso ultrapassa um ponto crítico, alguns grãos começam a se mover para frente, chocando-se com outros grãos que estavam imóveis. O impacto gerado propicia que alguns grãos sejam arremessados para cima (Costa, 2004). Isso faz o vento penetrar em espaços com velocidades cada vez maiores. Como resultado deste efeito multiplicador, logo toda a superfície arenosa da

praia entra em movimento, descrevendo umas verdadeiras “nuvens” de grãos em saltação que, geralmente, se limitam a altura de 1 metro (Tomazelli, 1990).

- ❖ **Rastejamento Superficial (“surface creep”)** – Pode ocorrer quando um grão que se encontra em saltação cai sobre a areia da praia e se choca contra um grão bem maior. Este, devido ao seu peso não consegue ser lançado no ar, mas responde ao impacto através de um movimento de rolamento para frente (Costa, 2004). Cerca de $\frac{1}{4}$ do total da areia movida pelo vento se desloca desta maneira (Bagnold, 1941).
- ❖ **Suspensão** – Este processo é limitada aos grãos de tamanho inferior a 0,125 cm (de areia menor que muito fina), sendo desenvolvido sempre que um fluxo turbulento do ar ascendente exceder a velocidade de assentamento destes grãos (Costa, 2004).

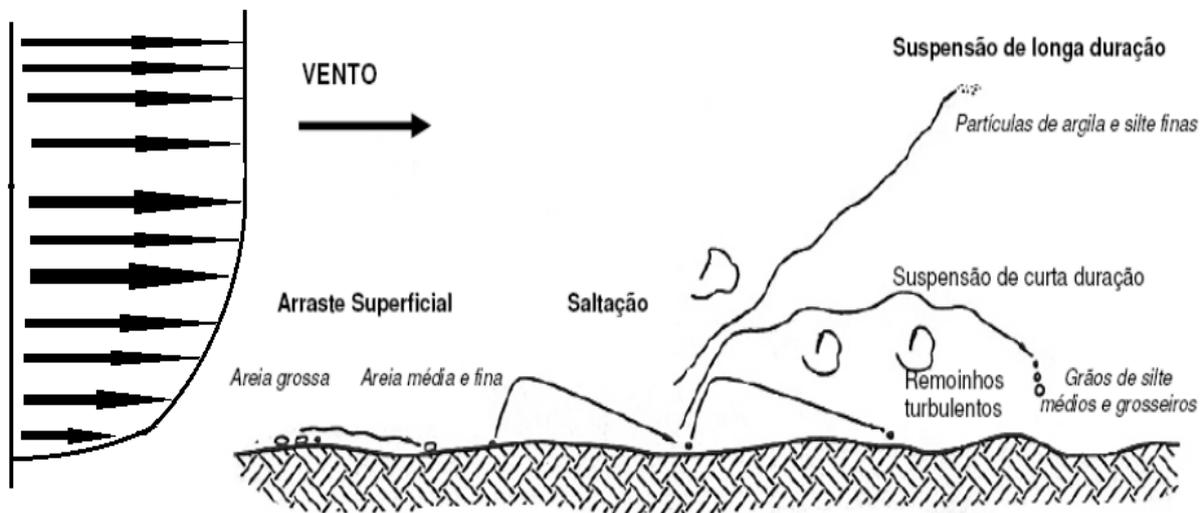
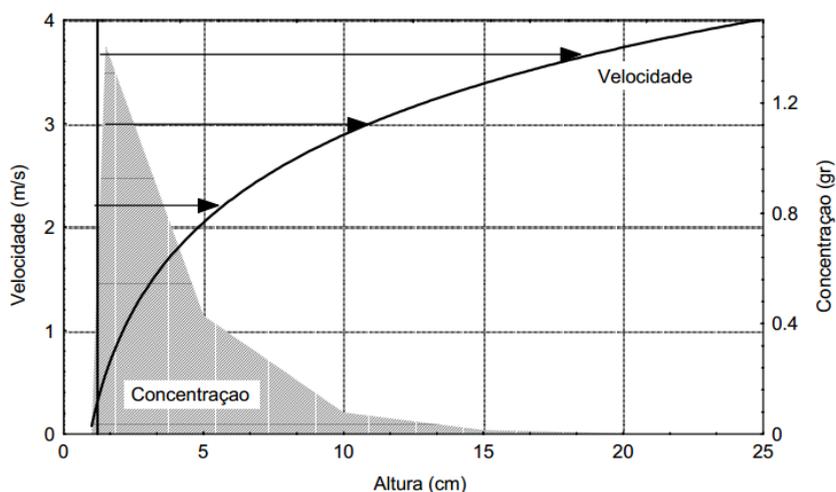


Figura 7: Os processos de transporte de sedimentos pelo vento. **Fonte:** daptado de (Oliveira, 2006).

2.4.2. Variação vertical do transporte de sedimentos

A variação do fluxo ou concentração de sedimentos é afectada por vários factores que controlam o transporte de sedimentos pelo vento. A uma redução do fluxo de sedimentos com a altura, em geral há uma diminuição em função da altura média do salto de grão (Bagnold, 1941), que é proporcional à velocidade de corte e ao tamanho de grão (Allen, 1970). A comparação dos valores de fluxo com o perfil semi-logarítmico da velocidade do vento permite extrair a estratificação da concentração de sedimentos.



Gráficos 1: Relação entre a velocidade vertical e os perfis de concentração de sedimentos. **Fonte:** (Maia, 1998).

2.4.3. Transporte eólico dos sedimentos em zonas costeiras

O transporte de sedimentos nas zonas costeiras é um pouco diferente do realizado em zonas desérticas e regiões áridas ou semiáridas. Pós os fenómenos responsáveis pelo transporte de sedimentos na zona costeira são diversos, podendo estes ocorrer isoladamente ou não (Almeida, 2012).

O regime de vento capaz de transportar sedimento da zona de praia para os sistemas eólicos é unimodal com elevada direccionalidade (Castro *et al*, 2003). Associados à configuração da linha de costa e a disponibilidade de areia estocada na praia favorecem o transporte de sedimento para os campos de dunas (Almeida, 2012).

Independentemente da sua intensidade todas as correntes litorais contribuem, com maior ou menor importância, nos processos de transporte sedimentar (Andrade, 1997), podendo mesmo verificar-se grande actividade sedimentológica aquando uma fraca intensidade das correntes que se fazem sentir nas proximidades da praia emersa. Associado encontra-se então a actuação do vento nestes locais variando quer em velocidade quer no rumo que além de promover a desintegração dos sedimentos é também responsável pelo seu transporte face às condições que se criam favorecendo o mesmo (Almeida, 2012). O transporte eólico é responsável pelo re-trabalhamento dos sedimentos depositados na face praial em função do transporte transversal das correntes. Segundo Villwock *et al*. (2005), depois que a areia mobilizada por ondas e correntes é depositada na praia, sendo exposta ao ar, ela seca e é movimentada pelos ventos.

2.4.4. Factores que influenciam o Transporte de sedimento pela acção do vento na zona costeira

O transporte e sedimento na zona costeira pela acção do vento é afectada por vários factores sendo eles naturais e antrópicos:

❖ **Factores Antrópico:** Construção de murros e barreiras, barcos de pescas, e obstáculos descartado ao longo da praia.

❖ **Factores Naturais:** Características atmosféricas (densidade de fluidos, velocidade e direcção do vento, temperatura, precipitação, humidade superficial em menor grau, humidade relativa do ar e radiação solar) Sherman (1990); Vegetação (altura e densidade); Solo (estrutura, textura e densidade dos sedimentos, rugosidade e humidade); Factores biológicos: organismos bioturbador (caranguejos nocturo).

i) Teor de humidade: Exerce uma forte influência na susceptibilidade do solo à erosão do vento, pois aumenta a resistência do solo à horizontal e levanta as forças de arrasto (Maia, 1998), depende das condições atmosféricas e, em menor grau, das flutuações nível da água (Bagnold, 1941).

ii) Flutuações nível de água: Influenciam principalmente os sedimentos do rosto da praia, sujeitas a flutuações periódicas pelas marés (Maia, 1998).

iii) A radiação solar: Controla a taxa de evaporação da água do solo, retornando às condições normais de humidade e, conseqüentemente, de maior transporte.

iii) Precipitação: Sua influência foi abordada por Van Dick e Stroosnijder (1996), que apresenta três conseqüências principais e inter-relacionadas do aumento das forças coesivas induzidas pela humidade: (a) aumento de velocidade limite de movimento, (b) diminuição do gradiente vertical de concentração do transporte de sedimentos e (c) diminuição do fluxo de transporte na saltação.

iv) Vegetação: Altura e densidade, pois podem diminuir a velocidade do vento constituindo um obstáculo ao mesmo (Oliveira, 2006).

v) Organismo bioturbador Caranguejo nocturno (nome nacional caranguejo cornudo): São mais encontrados em zonas intertidal das praias de areia, vive em buracos de areia com montinho ao lado (Fischer *et al.* 1990). Estes organismos fazem escavações no substrato (criando pequenos montes de areia) para a construção das suas tocas na zona interdal, principalmente na maré viva quando o substrato encontra-se mais húmido e mole (menos duro). Erodindo e mobilizando deste jeito a areia, que a través da radiação solar os pequenos montes de areia perdem a sua humidade e são seco que a partir do vento são transportados.

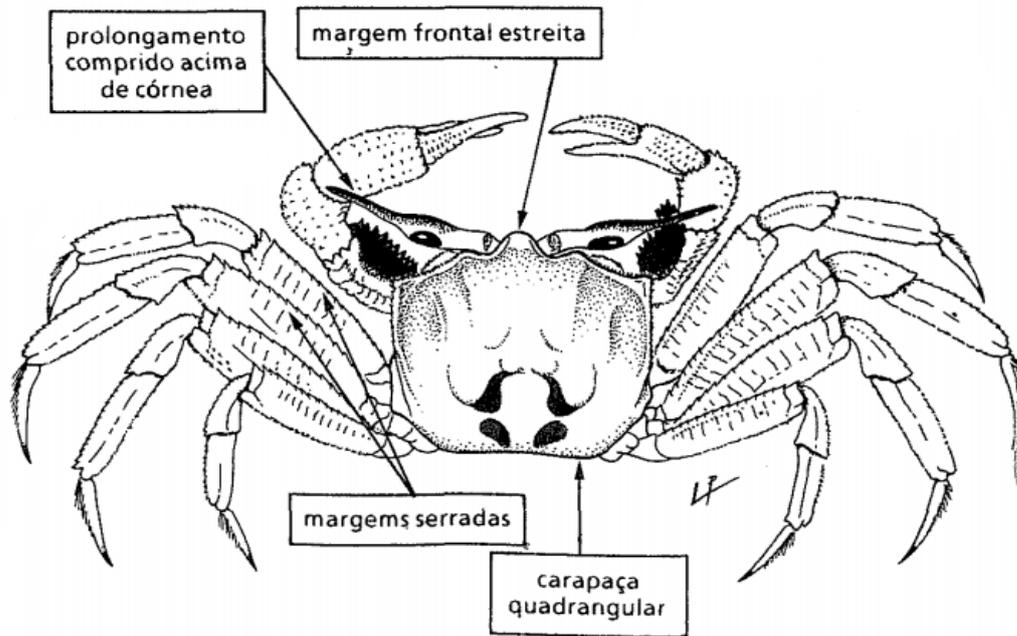


Figura 8: Caranguejo noturno (nome nacional *caranguejo cornudo*). **Fonte:** (Fischer *et al.* 1990).

2.4.5. Processos de deposição de sedimentos na zona costeira

A acumulação eólica refere-se à deposição do total de sedimentos através do tempo, ocorre quando o vento perde força ou encontra um obstáculo, dando origem a grandes corpos tridimensionais de estratos que podem ser incorporados ao registo geológico aos quais damos o nome de dunas, bastante comuns nos zonas litoranias e desertos (Tomazelli, 1990). Dentre os obstáculos, o mais comum encontrado nas regiões costeiras é a vegetação, que controla a formação das dunas (Bagnold, 1941).

2.5. Granulométrica de sedimentos

Consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras (presumivelmente representativas dos sedimentos) e no tratamento estatístico dessa informação. Normalmente faz-se, a determinação das dimensões das partículas individuais e estuda-se a sua distribuição, quer pelo peso de cada classe dimensional considerada e pelo seu volume (Alveirinho, 2004).

2.5.1. Análise granulométrica

A análise granulométrica nos permite estabelecer, de forma quantitativa, a distribuição textural das partículas sedimentares. Desta forma é possível caracterizar, classificar e correlacionar sedimentos de locais diferentes por meio de tratamento estatístico.

Tabela 2: Classificação dos sedimentos segundo a sua granulometria. **Fonte:** (Giannini e Riccomini, 2003).

Intervalo granulométrico (mm)	Classificação nominal			
	Proposição original (inglês)		Tradução usual (português)	
> 256	GRAVEL	Boulder	CASCALHO (ou balastro em Portugal)	Matacão
256-64		Cobble		Bloco ou calhau
64-4,0		Pebble		Seixo
4,0-2,0		Granule		Grânulo
2,0-1,0	SAND	Very coarse sand	AREIA	Areia muito grossa
1,0-0,50		Coarse sand		Areia grossa
0,50-0,250		Medium sand		Areia média
0,250-0,125		Fine sand		Areia fina
0,125-0,062		Very fine sand		Areia muito fina
0,062-0,031	SILT	Coarse silt	SILTE	Silte grosso
0,031-0,016		Medium silt		Silte médio
0,016-0,008		Fine silt		Silte fino
0,008-0,004		Very fine silt		Silte muito fino
<0,004	CLAY	Clay	ARGILA	Argila

2.5.2. Escalas Granulométricas

Para estudar a distribuição granulométrica das partículas que constituem os sedimentos é preciso, utilizar uma escala. As primeiras escalas a serem utilizadas foram aritméticas, actualmente usa-se a escala Phi ϕ (Alveirinho, 2004).

❖ A Escala ϕ (Phi)

Escala ϕ (Phi) tem como o principal objectivo a transformação e facilitação a aplicação dos métodos estatísticos convencionais à sedimentologia. Assim, a escala ϕ actualmente em uso define-se como:

$$\phi = \frac{-\log_2 d(mm)}{1mm} ; \text{Equação (2)}$$

d- diâmetro do sedimento

2.5.3. Granulometria de sedimentos transportados pelos ventos

Segundo (Barroso, 2010) para partículas menores que 0,125 mm (areia fina, silte e argila) os sedimentos são transportados em suspensão, enquanto que as partículas entre 0,125 mm e 0,5 mm (areia fina a grossa) são transportadas por saltação. Nos sedimentos mais pesados, com dimensões superiores a 0,5 mm, o deslocamento, quando existente, faz-se por arrasto ou lamento e é bem menos significativo (Barroso, 2010) como é o caso dos blocos e cascalhos podendo variar consoante a textura e forma dos próprios sedimentos (Barroso, 2010).

Tabela 3: Diâmetro máximo de partículas movimentadas pelo vento, para partícula de quartzo (peso específico 2,65 g/cm³). **Fonte:** Adaptado de (Sigolo, 2003).

Velocidade do vento		Diâmetro máximo movimentado (mm)
Em (km/h)	Em (m/s)	
1,8	0,5	0,04
11	3,055	0,25
32	8,89	0,75
47	13,056	1,0
Furacão	----	10

2.6. Armadilhas e Técnicas de Medição

2.6.1. Princípio de utilização de armadilhas

O princípio da utilização das armadilhas de sedimento consiste em criar um ambiente de baixa energia que possibilite capturar as partículas que estão sedimentando. A eficiência da armadilha em reter as partículas é uma função da sua geometria, bem como do escoamento onde se encontra, (Schettini, 1998).

Na literatura internacional existem poucas referências em relação a cálculos de transporte eólico utilizando armadilhas de areia e a maioria destas, sempre se referem a dois tipos principais: verticais e horizontais (Cunha, 2005).

As armadilhas horizontais têm como vantagem modificar minimamente o fluxo aéreo e como desvantagem o fato de não serem úteis no caso de velocidades elevadas. No caso das armadilhas verticais, o inconveniente principal é o da alteração das condições do fluxo do ar por sua mera presença, chegando inclusive a formar pequenas escavações na parte da frente da armadilha, quando posicionada em superfícies bastante móveis, Maia (1998). Para contornar estes problemas, Maia (1998) apresentou também outros dois tipos de armadilhas, baseadas na original de Leatherman (1978).

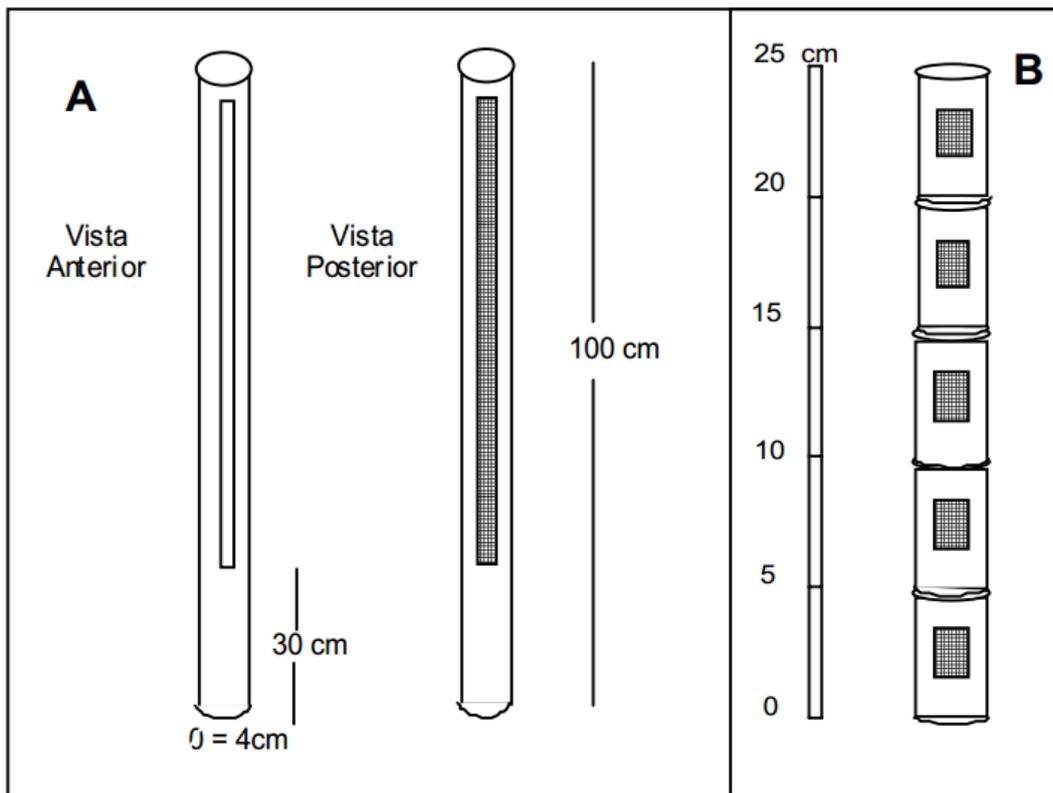


Figura 9: Desenho esquemático das armadilhas (a) Integração e (b) Discretização.
Fonte: (Maia, 1998).



Figura 10: Armadilha de sedimentos discretiva.
Fonte: mscecesoton.files.wordpress.com/2015/03/figure-3-3-20140703_162039.jpg

2.6.2. Vantagens e desvantagem do uso das armadilhas

Segundo Kraus (1987), as principais vantagens oferecidas pelas armadilhas são: a) medições de valor absoluto, com os sedimentos sendo capturados, pesados e analisados; c) Medição da distribuição vertical da taxa de transporte; e) Baixo custo, fácil construção e manutenção simples além de serem rústicos; f) Permitem elevado número de medições, principalmente quando comparado com métodos acumulativos.

As principais desvantagens seriam: a) erosão do fundo nas proximidades da armadilha, produzindo alterações artificiais no fluxo de sedimentos; b) alteração na velocidade local do fluxo pela interferência física do equipamento alterando as taxas de transporte medidas; c) não pode ser utilizada durante a ocorrência de eventos extremos e está limitada a perda significativa de informação, já que as principais taxas de transporte ocorrem exatamente durante as tempestades (Kraus, 1987).

CAPITULO III

3. Metodologia

A metodologia do trabalho baseou-se na revisão de literatura, saídas ao campo para os ensaios da armadilha, colheitas de dados e análises laboratoriais. As saídas ao campo realizaram-se na praia de Zalala, localizada a 30 km da cidade de Quelimane.

3.1.Área de estudo

O presente foi realizado na praia de Zalala, que segundo Da cruz (2006) localiza-se no distrito de Quelimane, província de Zambézia, entre os paralelos 17°50` 186`` latitude sul e 37° 07`27`` longitude. Tem como limite no norte a distrito de Namacurra, a sul a distrito de Nicoadala, a este o Oceano Indico e a oeste distrito de Nicoadala.

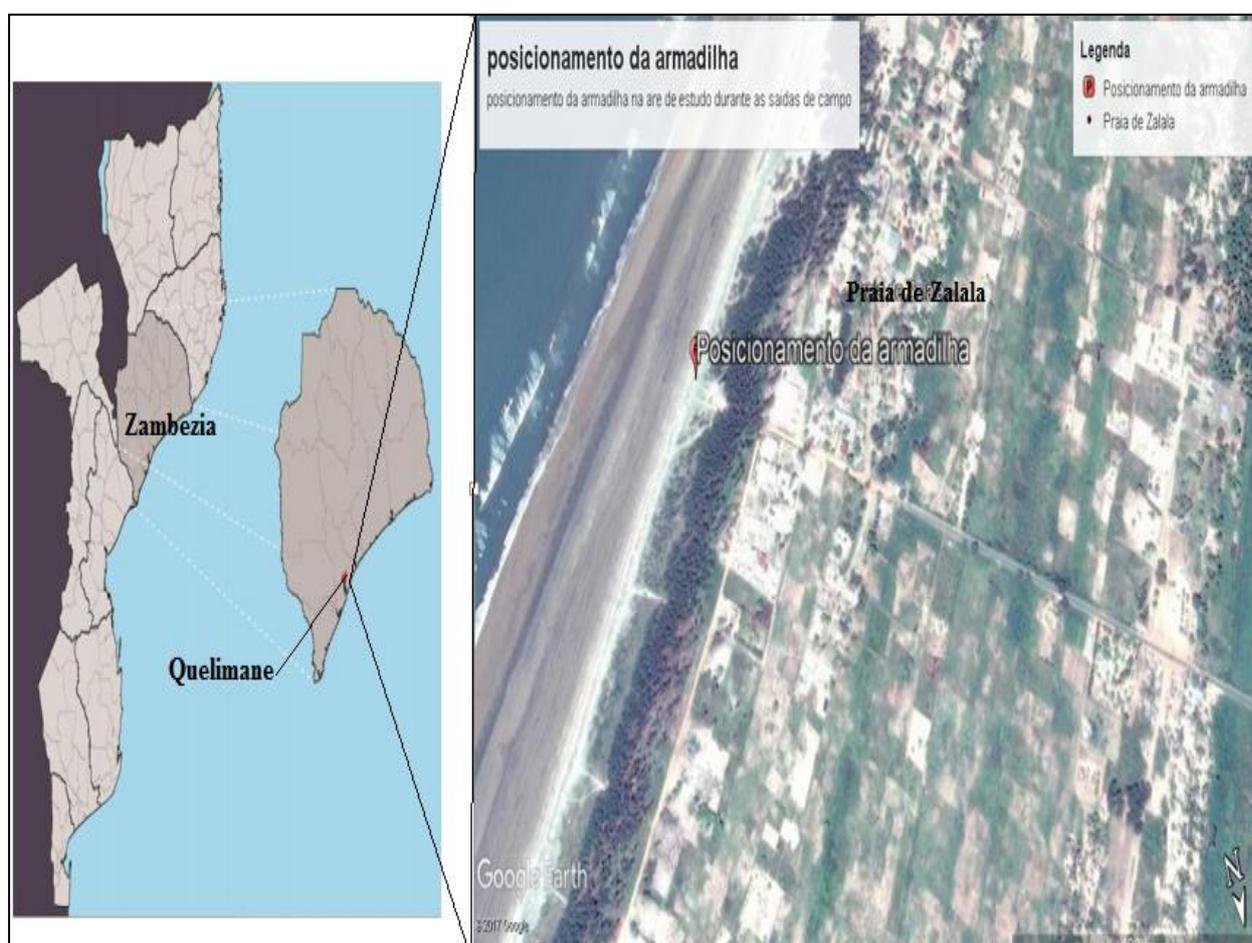


Figura 11: Área de estudo. **Fonte:** Google.earth

3.1.1. Caracterização da área de estudo

❖ Clima

A província de Zambézia apresenta um clima subtropical/semi-húmido, caracterizado por uma estação seca com frio moderado (Inverno, de Maio a Setembro) e uma estação húmida e quente (Verão, de Outubro a Abril) (Mae, 2005). O distrito de Quelimane apresenta uma temperatura média de 25.7 °C, máxima absoluta de 42.1°C com a mínima absoluta de 10.3°C. Com precipitação média mensal de 72.1 mm (<http://www.inam.gov.mz>). O mês mais seco é o de Setembro, com 20 milímetro de chuvas. Maior parte da precipitação cai em Janeiro, com uma média de 260 milímetros (Mae, 2005).

❖ Ventos

Moçambique apresenta um regime de ventos de intensidade média-baixa com velocidades predominantemente entre os 4 e os 6 m/s a 80 m acima do nível do solo, com excepção da zona sul do país e das zonas altas no centro e norte do país onde os ventos atingem valores mais elevados. O regime de ventos nas zonas costeiras apresenta-se bastante estável ao longo do ano com maior intensidade nos meses de Setembro a Novembro (FUNAE, 2015).

A circulação atmosférica é caracterizada por zonas de influência de baixas pressões equatoriais com ventos de monção de NE durante o verão. Os ventos na zona sul e central são predominantemente alísios de SE (Hoguane, 2007).

❖ Geologia

A cidade de Quelimane apresenta formações do quaternário, nomeadamente aluviões ribeirinhos e formações litorâneas (barras costeiras) que consistem em areia fina. Os materiais aluviais são de origem de rochas pré-cambriano que se encontra mais no interior do país (Scholten, 1987).

A praia de Zalala é constituída maioritariamente por sedimentos muito finos (areia), onde a areia muito fina encontra-se concentrada nas zonas de dunas e de marés. Este resultado é devido a existência de uma topografia suave (declive acentuado), associado aos processos físicos que ocorrem no local, tais como vento, marés, ondas e correntes de deriva litorais. Através das suas dinâmicas ocasionam processos de acreção praial de sedimentos, pois essas características são de praias dissipativas (Mareve, 2015).

3.2. Materiais e instrumentos usados

Para a realização do trabalho construiu-se uma armadilha eólica de sedimentos com materiais de baixo custo, de modo a facilitar na colheita dos dados nas saídas do campo.

3.2.1. Construção da armadilha

Tabela 4: Instrumentos e materiais que foram usados na construção da armadilha.

Instrumentos e materiais	Utilidade
Varões	Construção estrutura da armadilha;
Tecido	Revestimento das laterais da armadilha;
Máquina de soldar, Eléctrodes.	Soldadura da armadilha;
Papelões (caixas)	Constituirão as paredes da armadilha;
Rebadeira, fita métrica;	Corte dos varões e medições dos mesmos;

3.2.2. Saída de campo

Tabela 5: Instrumentos usados

Instrumentos	Utilidade
Armadilha eólica de sedimentos	Captura dos sedimentos transportados pelo vento;
Anemómetro	Determinar as variações das velocidades do vento;
Termómetro	Determinar as variações da temperatura;
GPS	Obter as coordenadas geográficas do posicionamento da armadilha;
Sacos plásticos	Armazenamentos dos sedimentos captados;
Caderno, canetas e marcadores	Anotações dos dados;



Figura 12: A) Armadilha eólica de sedimentos pronta, B) Estrutura da armadilha e C) Saco plástico com sedimentos captados.



Figura 13: A e B) termómetro, C) Anemómetro de copos ou conchas e D) GPS

3.3.Métodos

3.3.1. Construção da armadilha de sedimentos

A armadilha de sedimentos foi construída na serralharia da ESCMC, onde primeiramente fez-se a concepção e em seguida realizou-se a construção (soldadura e costura dos tecidos para revestimento das paredes da armadilha).

❖ Concepção da armadilha

Fez-se o desenho da armadilha eólica baseando-se na revisão de literatura, onde que idealizou-se as dimensão e os materiais que iriam constituir a armadilha, olhando-se para o custo e eficiência na colheita de dados. Dimensões da armadilha:

Possui uma altura de (160 cm) com (30 cm) de largura e um comprimento. É subdividida em 5 partes iguais de 25 cm na vertical, a 1ª subdivisão encontra-se a uma altura de (0-25 cm), a 2ª a (25 a 50 cm), a 3ª a (50-75 cm), a 4ª a (75-100 cm) e a 5ª a (100-125 cm) e os seus pés tem uma altura de (35 cm).

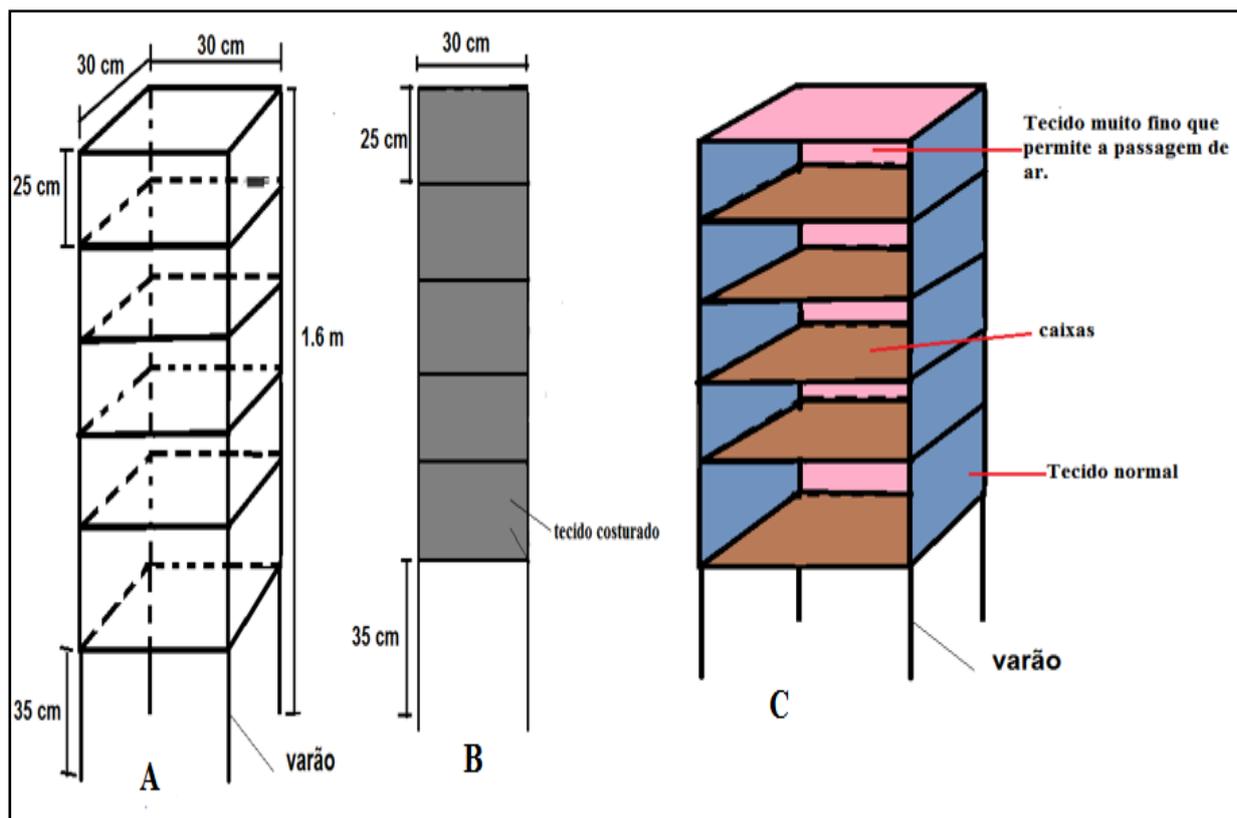


Figura 14: A) Vista frontal da armadilha em 3D, B) vista lateral da armadilha e C) Desenho esquemático da armadilha.

❖ Construção da armadilha

A soldadura da armadilha realizou-se na serrilharia da ESCMC, e a costura dos tecidos para a cobertura das laterais da armadilha foi realizada por um costureiro.



Figura 15: A) Soldadura da armadilha e B) Retirada das medidas para a costura dos tecidos da cobertura da armadilha.

3.4. Saídas de Campo

Antes da colheita de dados efectiva para o estudo, realizaram-se ensaios experimentais da armadilha para poder se notar as possíveis falhas da armadilha na colecta de dados e saber qual seria a melhor posição a se afixar ao longo da praia olhando para as marés, topografia, (velocidade e direcção) do vento e presença de obstáculos ao longo da praia.

3.4.1. Ensaios experimentais da armadilha

Foram realizadas 4 saídas de campo em dias diferentes para a avaliação experimental da armadilha (tabela 6), sendo a 1ª na praia de Madal onde que a quantidade de sedimentos captada foi muito reduzida isto porque as condições meteorológicas não eram favoráveis (queda da chuva no período da colecta), e as restantes três na praia de Zalala. As primeiras três saídas para a colheita de dados foram realizadas usando a armadilha que na parte traseira era constituída por plástico e a outra foi realizada usando a armadilha constituída por pano na parte traseira.



Figura 16: A) Armadilha constituída pelo plástico na parte traseira (armadilha de plástica); B) Armadilha constituída por pano na parte traseira (armadilha de pano).

Tabela 6: Dados das saídas de campo da avaliação experimental das duas armadilhas.

Armadilha	Praia	Dia	Maré	H. exp	D. vent	T	V.vent	Peso
Plástico	Madal	24.06.17	Enc (viva)	5	SUL	25	4,84	-----
	Zalala	26.06.17	Enc (viva)	6	SO	24	2,56	1,704
	Zalala	30.06.17	Vaz (morta)	6	NO	25	4,6	13,17
Pano	Zalala	05.07.17	Enc (morta)	6	SE	25	3,47	11,23

3.4.2. Principal causa de troca da armadilha de plástica por armadilha de Pano

Na armadilha constituída por plástico, durante o período das colheitas notou-se que a altas velocidades de ventos ela não captava os sedimentos transportados. Isto porque o plástico enchia de ar, e a não saída de ar para o outro lado da armadilha não permitia a entrada dos sedimentos, porque o ar dentro do plástico funcionava como uma barreira que desviava os sedimentos e o vento aos lados.

O desvio do vento aos lados criava um fluxo turbulento, que criava escavações ou erosão nos lados da armadilha (**figura 17**). Estes factos fazia com que a quantidade de sedimentos captados pela armadilha não corresponde-se a realidade.

A solução encontrada para contornar o problema, foi a substituição de plásticos por pano (tecido) muito fino que permitia a passagem do vento, mas que barre os sedimentos.

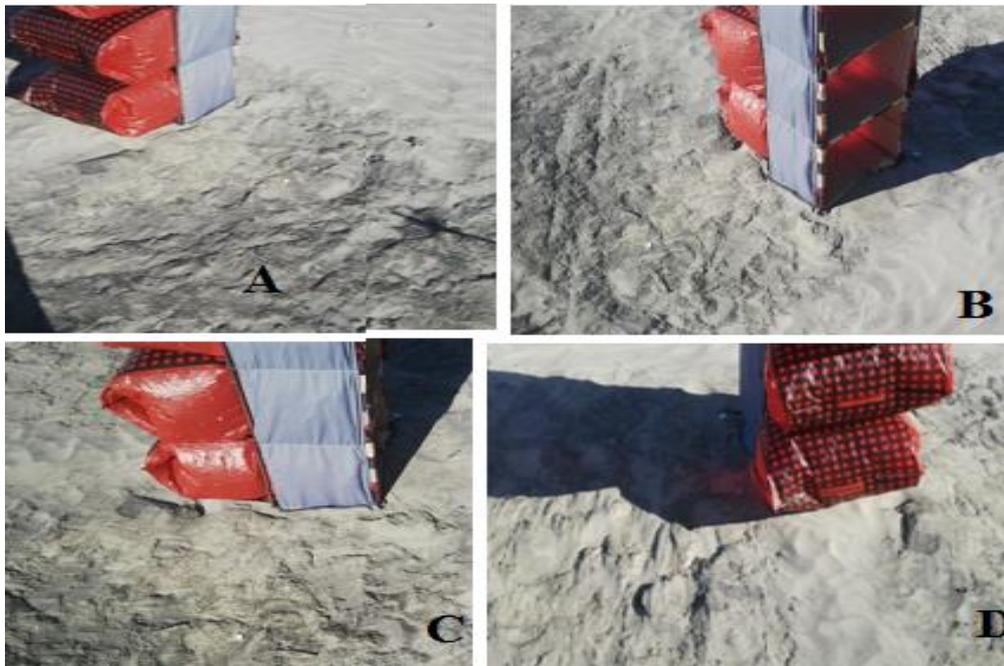


Figura 17: Escavações causadas nas laterais da armadilha devido o desvio do vento.

3.4.3. Principais vantagens e desvantagem da armadilha de pano em relação a de plástico

- ❖ **Vantagem:** Pouca escavação nas laterais da armadilha; Entrada de sedimentos significativa muito próxima da realidade; Permite a passagem do vento para o outro lado mas não a dos sedimentos.
- ❖ **Desvantagens:** Processo de montagem e retirada mais difícil e moroso; E mais difícil de retirar os sedimentos da armadilha porque os sedimentos mais finos como argila e silte fixam-se ao pano.



Figura 18: A) parte traseira da armadilha constituída por pano, B) Retirada dos sedimentos para posterior pesagem e C) armazenamento dos sedimentos no plástico a pois a colheita.

3.5. Colheita efectiva de dados

As campanhas de colheitas efectivas dos dados realizaram-se na praia de Zalala, província da Zambézia nos dias (07 e 26) de Julho, (02, 26 e 27 de Agosto) e (18, 26, 27, 28, 29 e 30 de Setembro) de 2017. A escolha destes meses deve-se á registo de maiores velocidades do vento que se fazem sentir em comparação a outros meses do ano, fazendo com que haja grande quantidade de sedimentos transportados. Os dias das colheitas analisaram-se previamente as condições meteorológicas através de serviços de previsão meteorológicas (televisão e a internet), isto porque o transporte eólico de sedimentos é fortemente influenciado pelas condições meteorológicas.

3.5.1. Montagem da armadilha

A montagem da armadilha sempre realizou-se na praia 30 minutos antes do início das colheitas isto porque o processo da montagem leva em média 20 minutos.

3.5.2. Posicionamento da armadilha na praia

A armadilha foi posicionada em único ponto do perfil praiial, na berma. Com as seguintes coordenadas (17°50'09.6''S 37°07'34.8''E), em uma única direcção (unidireccional) do vento. A identificação deste ponto baseou-se nos dados registados durante os ensaios experimentais da armadilha.

3.5.3. Medição da temperatura

A medição da temperatura local fez-se com base num termómetro portátil (**figura 13. A e B**), que mede a em (°C). O ciclo de medição era de 10 min durante 6 horas.

3.5.4. Medição da velocidade do vento e determinação da direcção

A medição da velocidade do vento fez-se com base num anemómetro portátil (**figura 13. C**) que, mede o módulo da velocidade do vento em (m/s) no S.I. O ciclo das medições da velocidade do vento era de 10 minutos durante 6 horas. Onde que fazia-se as medições em três diferentes alturas que são (25 cm), (75 cm) e a (125 cm) em relação ao substrato para se perceber a variação da velocidade do vento com a altura.

3.5.5. Determinação da maré

A determinação da maré nas saídas de campo fez-se com base numa tabela de maré do ano 2017, onde que durante todas as saídas de campo para a colheita verificava-se na tabela o período da maré. Com base nesta tabela é que se determinava a hora em que seria afixada a armadilha. Isto é: se a vazante da maré viva começa-se as 7 horas, chegava-se no campo 30 minutos antes de modo a preparar a armadilha para a colheita, e era afixada as 7 horas até o início da enchente isto é 6 horas depois.

Para a determinação da direcção do vento usou-se um método visual em que fixou-se um pau no substrato na horizontal, amarrado por um pano na parte superior. Na medida em que o vento soprava,

o pano movia-se indicando a direcção em que o vento soprava, facilitando na identificação da direcção do vento e no melhor posicionamento da armadilha.

3.6. Determinação do peso dos sedimentos

Após a colheita nas saídas de campo (Praia de Zalala), os sedimentos foram armazenados em sacos plásticos para uma posterior pesagem. Onde fez-se a pesagem dos sedimentos no laboratório de Química da ESCMC com a balança electrónica (**figura 19**), seguindo a seguinte formula:

$$\text{Peso} = P_{\text{acu}} - P_{\text{plast}} ; \text{Equação (3)}$$

Onde:

P_{acu} - Peso dos sedimentos armazenados num saco plástico;

P_{plast} - Peso do saco plástico sem sedimentos;



Figura 19: Pesagem de sedimentos com a balança electrónica.

3.7. Determinação do fluxo

A Determinação do fluxo fez-se a partir da quantificação do material retido nas armadilhas ao longo do tempo em que esteve exposta no campo, onde o fluxo de material particulado em suspensão é obtido pela razão entre a massa (quantidade em kg) total retida pelo produto da área da boca com tempo de amostragem ou de colheita, conforme a seguinte equação:

$$\text{Fluxo} = \frac{\text{Massa}}{\text{Area} * \text{Tempo}}, \text{ ou } \text{Kg/m}^2\text{s no S.I. Equação (4)}$$

Onde:

- ❖ Área total da armadilha é de $3,750 \text{ cm}^2$, que corresponde a $3,75 \text{ m}^2$
- ❖ Área de cada subdivisão da armadilha é de 750 cm^2 , que corresponde a $0,75 \text{ m}^2$
- ❖ Tempo de exposição é 6 horas - 21600 s

3.8. Análise granulométrica

A análise da granulometria dos sedimentos foi realizada no laboratório de sedimentologia no departamento de Geologia da Faculdade de Engenharia em Maputo.



Figura 20: A) Pesagem dos sedimentos com a balança electrónica e B) Vibrador agitando os sedimentos existentes na peneira.

3.9. Processamento dos dados

Os resultados das análises dos dados foram processados a partir dos software computacional Microsoft Excel 2013, onde que organizaram-se os dados em patilha, determinou-se as médias e possibilitou a confecção dos gráficos.

CAPITULO IV

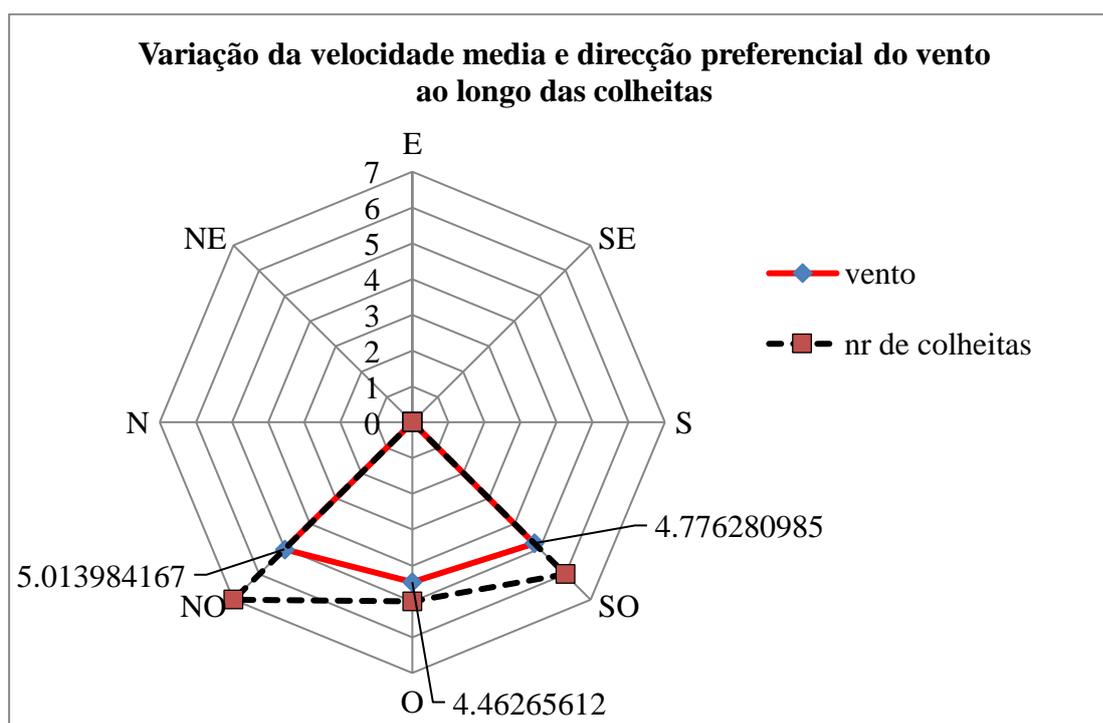
4. Resultados e discussão

4.1. Variação da velocidade média e direcção preferencial do vento.

O gráfico 2 ilustra a variação da velocidade média e direcção preferencial do vento ao longo das 18 colheitas realizadas. Registou-se que o ventos vário em três principais direcções, sendo a Noroeste (NO) 7 vezes, a Oeste (O) 6 vezes e a Sudoeste (SO) 5 vezes, com diferentes intensidade dos ventos.

A Noroeste registou-se maior velocidade média do vento (5,014 m/s) e a menor registou-se a Oeste com (4,463 m/s). Estas velocidades são classificadas como ventos moderados por (Sigolo, 2003), vindo elas do oceano ao continente são classificadas como (brisas oceânicas).

A variação da velocidade média do vento em função das direcções deve-se maioritariamente ao período em que ocorreu a brisa, Pós a intensidade das brisas marinhas é proporcional às diferenças de temperatura (Hsu, 1988) e são mais fortes durante a parte da tarde dos dias quentes das regiões tropicais e semi-tropicais (Albuquerque, 2008).



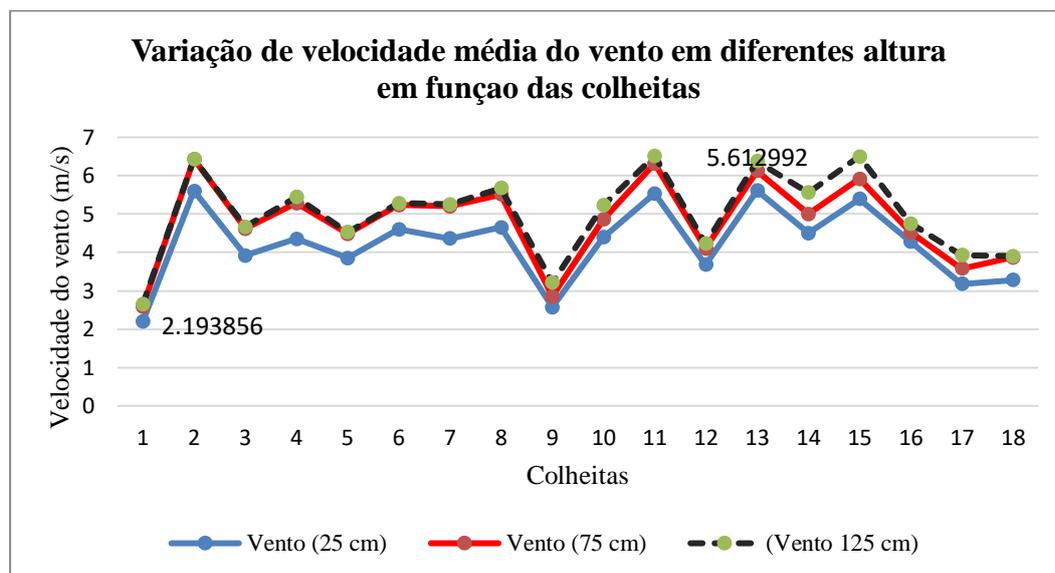
Gráficos 2: Variação da velocidade média e direcção preferencial do vento ao longo das colheitas.

4.2. Variação da velocidade média do vento em diferentes alturas da armadilha

O gráfico 3, ilustra a variação da velocidade média do vento em diferentes alturas em função das colheitas realizadas. A maior da velocidade média do vento registou-se a 125 cm de altura com 6,5135 m/s verificada na 11ª colheita no dia 26 de Setembro na enchente da maré viva, e a mais baixa foi de 2,643 m/s registada na 1ª colheita no dia 07 de Julho na enchente da maré morta, no entanto a 25 cm de altura registou-se as menores velocidades durante todas as colheitas comparando com as restantes alturas tendo 5,613 m/s de máxima registada na 13ª colheita no dia 27 de Setembro na enchente da maré viva, e com a velocidade media mais baixa de 2,194 m/s registada na 1ª colheita no dia 07 de Julho na enchente de maré morta.

Esta Redução da velocidade dos ventos nas alturas mais baixas é causada maioritariamente pelo atrito do substrato (solo), barreiras e outros obstáculos encontrados na superfície que impede a livre circulação do vento (Sigolo, 2003) e com o aumento da altura há uma redução destes obstáculos que da maior liberdade de circulação dos ventos, atingindo assim valores altos e com poucas variações.

Nota-se que a velocidade média do vento aumenta com a altura seguindo um perfil logaritmico facto este confirmado por (Maia 1998, Bagnold 1941).



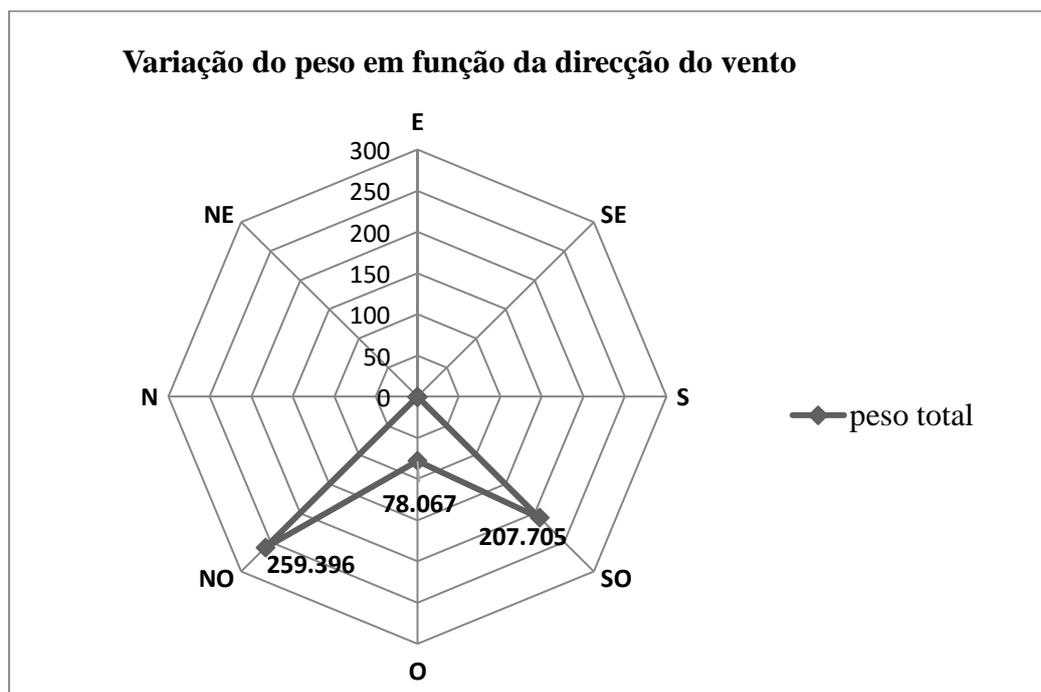
Gráficos 3: Variação da velocidade média do vento em diferentes alturas em função das colheitas.

4.3. Variação do peso em função das direcções do vento

O gráfico 4 ilustra a variação do peso em função da direcção do vento durante o período das colheitas. Onde a maior quantidade de sedimentos foi transportada para o Noroeste (NO) com um peso de (259,396 g), e a Oeste (O) teve a menor quantidade com (78,067 g).

São vários os factores que contribuíram para variação da quantidade de sedimentos transportados em determinada direcção do vento, sendo que, os de maior influência são: o número de colheita realizada numa determinada direcção, a velocidade média do vento e o período das marés durante a colheita.

A Noroeste (NO) registou-se a maior quantidade de sedimentos (259,396 g), numero de colheitas realizadas foi mais elevado com um total de 7 que corresponde a (38, 88 %) e registou-se a maior velocidade média do vento com (5,013 m/s), e a Oeste (O) teve-se a menor quantidade de sedimentos captados com (78,067 g), o menor numero de colheita realizada com um total de 5 que corresponde a (27,78%) das 18 colheitas realizadas a uma velocidade média do vento de (4,463 m/s) que é a mais baixa.



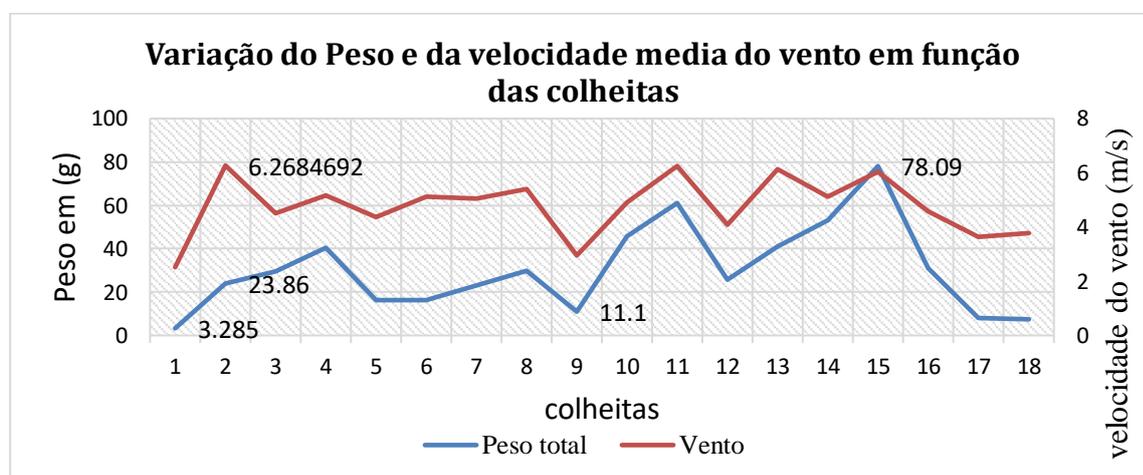
Gráficos 4: Variação do peso em função da direcção do vento.

4.4. Variação do peso e da velocidade média do vento em função das colheitas

O gráfico 5 ilustra a variação do peso e da velocidade média do vento em função das colheitas realizadas no campo. Obteve-se a maior quantidade de sedimentos captado na 15ª colheita realizada no dia 28 de Setembro na enchente da maré morta, com (78,09 g) há uma velocidade média do vento de (6,2684 m/s), não sendo esta a máxima registada da velocidade média do vento, e a menor quantidade e velocidade média do vento registou-se na 1ª colheita realizada no dia 07 de Julho na enchente de maré viva com (3,285 g) e (2,51 m/s) respectivamente.

Durante o período de colheita de dados a velocidade média do vento e a quantidade de sedimentos captado pela armadilha tiveram grandes variações, e a quantidade de sedimentos coletados pela armadilha aumentou à medida que aumentou a velocidade média do vento tendo uma proporcionalidade directa, resultado este que assemelha-se ao estudo realizado por Malta & Amaral (2013).

As menores quantidades de sedimentos captados durante as colheitas deveram-se no geral, a menor velocidade de vento e ao alto teor de humidade da praia para o caso das enchentes, este resultado assemelha-se ao registado por Maia (1998) e Ranieri & El-Robrini (2012). A combinação destes factores tem uma forte influência na quantidade de sedimentos que são transportados a zona da berma onde encontrava-se posicionada a armadilha.



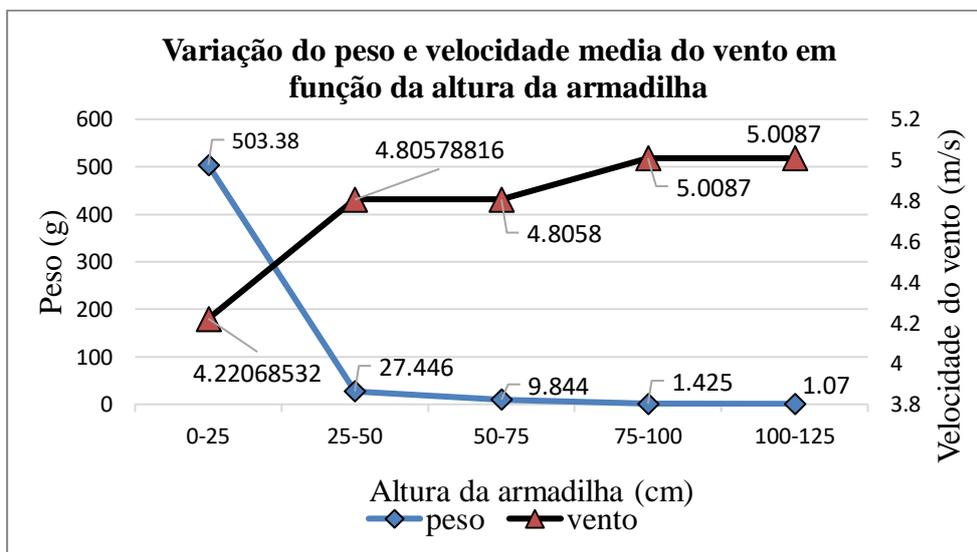
Gráficos 3: Variação do peso e da velocidade média do vento em função das colheitas.

4.5. Variação do peso e da velocidade média do vento com a altura

O gráfico 6 ilustra a variação do peso e da velocidade média do vento em função da altura da armadilha. Na 5ª subdivisão da armadilha, registou-se maior velocidade média de vento 5,0087 m/s, e menor quantidade de sedimentos captados 1,07 g, e na 1ª subdivisão registou-se a menor velocidade média do vento 4,22069 m/s e a maior quantidade de sedimento captado 503,38 g.

A 1ª subdivisão da armadilha apresenta maior quantidade de sedimentos, transportados maioritariamente por deslizamento e saltação. Isto porque a velocidade do vento é moderada e o tamanho de sedimentos é ligeiramente maior se comparados aos encontrados nas subdivisões mais elevadas da armadilha (tabela 8), esta tendência assemelha aos resultados verificados por Ranieri & El-Robrini (2012) e, por sua vez nas subdivisões mais elevadas 3ª, 4ª e 5ª o principal mecanismo de transporte é a suspensão e saltação longa, e a quantidade de sedimentos captadas é reduzida. Isto porque para que os sedimentos sejam transportados a estas subdivisões que se encontra mais distante do substrato é necessário o aumento exponencial da velocidade média do vento para transportar a mesma quantidade de sedimentos registada na 1ª subdivisão, facto este também confirmado por (Malta & Amaral, 2013).

No geral, são vários os factores que influenciaram na redução da quantidade de sedimentos captados pela armadilha em função da altura, sendo o de maior influencia é a redução da pista (espaço) de actuação do vento entre a face da praia e o local em que se encontra posicionada a armadilha (berma), causada principalmente pela (enchentes) da maré onde a água cobria quase toda da praia, este resultado assemelha-se ao verificados por (Ranieri & El-Robrini, 2012). Com a redução do espaço da actuação do vento, há uma redução da altura média do salto do grão (sedimento) (Bagnold 1941), que faz com que o sedimento seja captado ou se deposite nas primeiras subdivisões da armadilha. Associado a este facto também se encontra a velocidade do vento e o tamanho do sedimento que possui uma relação directa com a altura média do salto do grão (Allen, 1970).

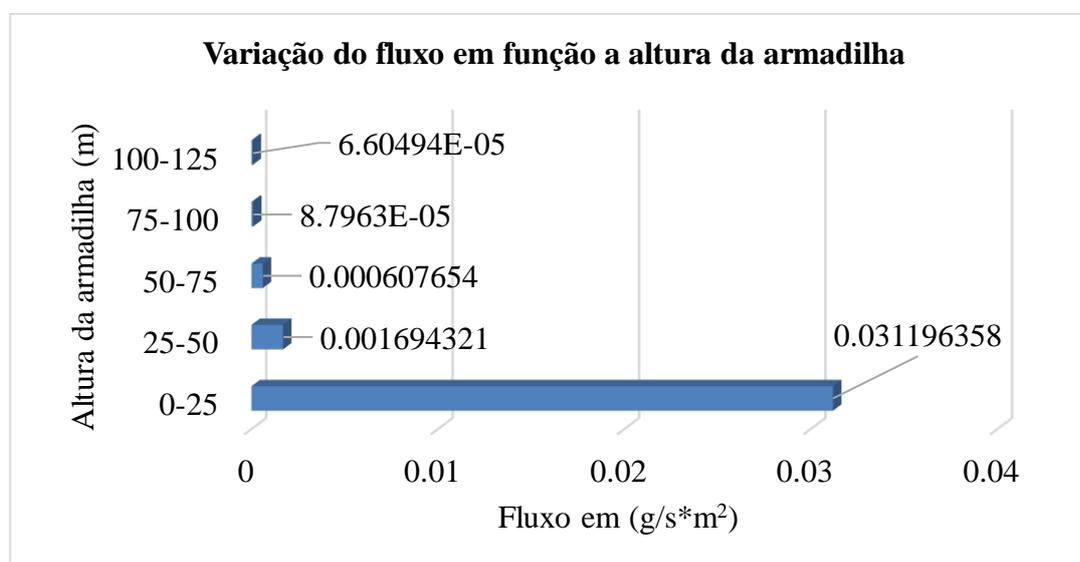


Gráficos 4: Variação do peso e velocidade média do vento em função da altura da armadilha.

4.6. Variação do fluxo dos sedimentos em função da altura da armadilha

O gráfico 7 ilustra a variação do fluxo em função da altura da armadilha, onde a 1ª subdivisão apresenta maior fluxo de sedimentos transportados com (0.0311 g/s*m²) e vai reduzindo com a altura da armadilha, na 5ª subdivisão apresenta o menor fluxo de todas as subdivisões com (6,6049 g/s*m²).

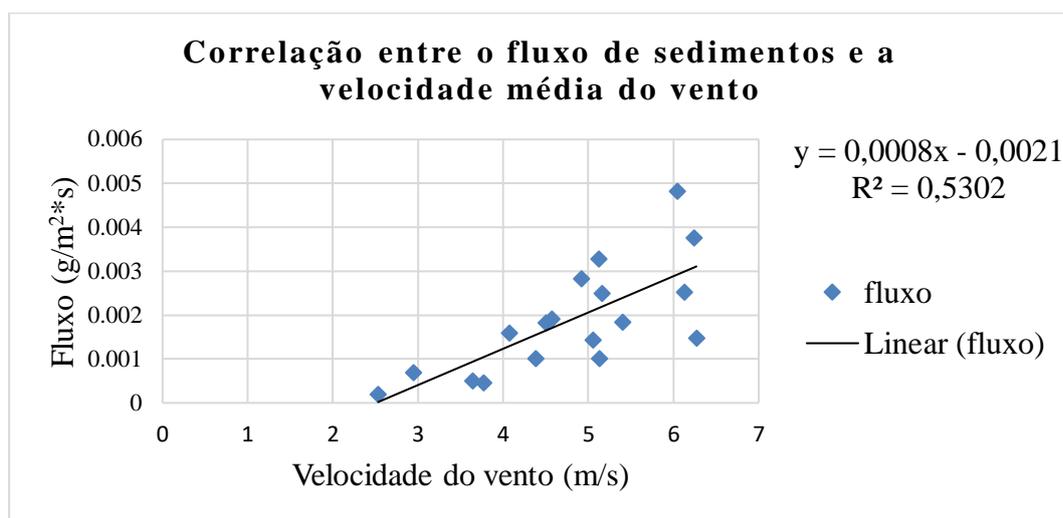
A variação do fluxo é afectada por vários factores que controlam o transporte de sedimentos pelo vento (Bagnold, 1941). A redução do fluxo de sedimentos com a altura da armadilha está directamente ligado a quantidade de sedimentos que é captada em unidade de tempo pela armadilha, ou por outra o fluxo é directamente proporcional ao peso de sedimentos captados, facto este também confirmado pelo estudo realizado por (Malta & Amaral, 2013).



Gráficos 5: Variação do fluxo em função da altura da armadilha.

4.7. Correlação entre o fluxo de sedimentos e a velocidade média do vento

O gráfico 8, ilustra a correlação entre o fluxo de sedimentos e a velocidade média do vento durante o período das colheitas de dados. A correlação obtida no gráfico é de $R^2 = 0,5302$ nos dados das colheitas, de acordo com os resultados o fluxo de sedimentos teve uma dependência linear a velocidade média do vento.



Gráficos 6: Correlação entre o fluxo de sedimentos e a velocidade média do vento.

4.8. Variação da quantidade de sedimentos transportados em função da maré.

A tabela 7 ilustra a quantidade de sedimentos captados pela armadilha em função das marés, onde nas 18 colheitas realizadas 9 foram na maré viva e 9 na maré morta. Das 9 colheitas realizadas em cada período da maré, 5 foram na enchente e 4 foram na vazante.

Tabela 7: Quantidade de sedimentos transportados pelo vento em função das marés.

Maré	Período da maré	Nr. de colheitas	Vento (m/s)	Temperatura (°C)	Peso (g)	Percent. (%)	Pre. bioturbadores
Viva	Enchente	5	5,8327	24,202	171,95	31,504	Alta
	Vazante	4	4,6046	24,589	111,01	20,362	
	Geral	9	5,2869	24,374	282,95	51,903	
Morta	Enchente	5	3,9317	24,386	130,25	23,891	Baixa
	Vazante	4	4,6545	24,316	131,97	24,207	
	Geral	9	4,253	24,355	262,22	48,098	
Total	-----	18	4,7699	24,364	545,17	100	-----

O período da maré viva apresenta maior quantidade de sedimentos captados com um peso de total de (282,95 g) que corresponde a (51,903 %), a velocidade média de vento e temperatura média de (5,2869 m/s e 24,374 °C) respectivamente e notou-se alta presença de organismos bioturbadores. Por sua vez no período de maré morta obteve-se menor quantidade de sedimento captados com um peso total de (262,22 g) que corresponde a (48,098%), a uma média da velocidade de vento e temperatura de (4,253 m/s e 24,355 °C) respectivamente e notou-se baixa presença de organismos bioturbadores.

No geral na maré morta obteve-se menor quantidade de sedimentos captado pela armadilha, em relação a maré viva. Fazendo a diferença das quantidades de sedimentos captados entre as duas marés é de (20,73 g) que em termos percentual corresponde a (3,8 %). Valor este que não é tão alto ou por outra existe um pequeno equilíbrio nas quantidades de sedimentos captadas entre as duas marés (viva e morta).

Um dos factores que faz com que a diferença não seja tão alta ou que haja este pequeno equilíbrio entre as duas mares é o facto da maré viva apresentar maior média da velocidade do vento, temperatura e a presença de organismos bioturbadores, por sua vez neste período a praia apresenta alto teor de humidade. Isto porque as enchentes são mais elevadas e a água cobre quase toda zona da praia, reduzindo a disponibilidade de sedimentos e a pista de actuação do vento, pós os sedimentos são erodidos e transportados nas próprias bermas ou a escassos metros da mesma, facto também confirmado por (Maia, 1998). O alto valor da velocidade média do vento que se faz sentir neste período contribui em grande medida para a erosão e o transporte de sedimento exposto nesta zona da berma, onde se encontra posicionada a armadilha. A temperatura contribui para com o aquecimento das massas de ar deixando as menos densas que faz com que a velocidade do vento seja mais elevada, e também contribui para a rápida evaporação dos sedimentos húmidos pelas marés (enchente e vazante) encontrados na zona de praia facilitando assim o seu transporte pela acção dos ventos (Maia, 1998), e a elevada presença de organismos bioturbadores (Carangueijo Nocturo) tem uma contribuição muito significativa isto porque esse organismo criam buracos ao escavar o substrato para fazerem de suas tocas, em grande parte neste período quando o substrato se encontra mais húmido (menos duro) sendo mais fácil de escavar. Com estes buracos os sedimentos são expostos e húmidos, secam e são transportados pelo vento a zona das bermas, contribuindo assim com a disponibilidade de sedimentos.

Por sua vez na maré morta a média da velocidade do vento, a temperatura e a presença de organismos biturbadores é menor se comparado com a maré viva. Mas a disponibilidade de sedimento neste período é alta, sendo fornecida directamente pala zona da praia, onde os sedimentos são depositados pelas correntes e são expostos a radiação solar que reduz a sua humidade pelo processo da evaporação deixando os secos. Ficando assim disponível para o transporte pela acção do vento, facto também confirmado pelo Villwock *et al.* (2005). Por sua vez a praia apresenta baixo teor de húmida, e alta pista da actuação do vento, isto por porque as vazantes e enchentes não são muito elevadas e a água não cobre toda zona da praia. A presença dos organismos bioturbadores é baixa, porque o substrato encontram-se mais seco e duro para a perfuração e construção das suas tocas, deste modo a sua contribuição na disponibilidade de sedimento acaba sendo reduzida. Apesar da alta disponibilidade de sedimentos existente neste período a velocidade média do vento é menor, isso faz com que a

quantidade de sedimentos transportados não seja muito elevada. Criando assim um pequeno equilíbrio na quantidade de sedimentos captada pela armadilha entre as duas marés (viva e morta).

Fazendo a comparação entre as vazantes e enchente das marés (morta e viva) notou-se que durante as enchentes de ambas as marés o teor de humidade da zona da praia é elevado, deixando grande parte da face da praia húmida. Por sua vez os sedimentos são fornecidos ou erodidos directamente da berma da praia ou a escassos metros da mesma esgotando todo o estoque de sedimentos (areia fina e muito fina) existente nesta região, criando espécie de uma varredura facto também registado por (Maia, 1998) e na enchente a média da velocidade do vento é ligeiramente maior com 4,8822 m/s.

Por sua vez na vazante das marés (viva e morta) notou-se que há uma alta pista do vento e pouca humidade nos sedimentos e verifica-se ligeira redução da velocidade média do vento e os sedimentos são fornecidos directamente pela praia, a menor velocidade média do vento é o principal factor que contribuí para a reduzida quantidade de sedimentos verificada neste período.

4.9. Análise granulométrica dos sedimentos captados pela armadilha

A tabela 8 ilustra os dados de análise granulométrica dos sedimentos captados na 1ª e 2ª subdivisão da armadilha. Nas restantes 3 subdivisões não se fez as análises granulométricas por não se atingir uma quantidade de 20g que são necessários para a análise granulométrica.

Tabela 8: Dados da análise granulométrica dos sedimentos captados na 1ª e 2ª subdivisão da armadilha.

Nr Peneira (mm)	Escala phi (ϕ)	1ª Subdivisão (0-25 cm)		2ª Subdivisão (25-50 cm)		Classe de sedimento
		Peso (g)	Percent. (%)	Peso (g)	Percent. (%)	
0,18	2,47	0,361	1,805	0,268	1,34	Areia fina
0,125	3	0,208	1,04	0,094	0,47	Areia fina e muito fina
0,075	3,74	17,309	86,545	10,807	54,035	Areia muito fina
0,063	3,99	1,473	7,365	6,897	34,485	Areia muito fina e silte grosso
0,043	4,54	0,554	2,77	1,857	9,285	Silte grosso
0,038	4,72	0,095	0,475	0,077	0,385	Silte grosso
Total	3,74	20	100	20	100	Areia fina e muito fina

Os sedimentos captados na 1ª subdivisão apresentam em maior quantidade da fracção de (areia muito fina) com phi (3,47 ϕ) e peso de (17,309 g) que corresponde a (86,545%), e a menor quantidade captada foi a do (silte grosso) com phi (4,72 ϕ) e peso de (0,077 g) que corresponde a (0,475%) do peso total analisado. Por sua vez na 2ª subdivisão maior quantidade de sedimento captado é da fracção de (areia muito fina) com phi (3,74 ϕ) e (10,807 g) de peso que corresponde a uma percentagem de (54,035 %), e apresenta a menor quantidade da fracção de (areia fina e muito fina) com phi (3 ϕ) e (0,094 g) de peso que corresponde a (0,47%) do valor percentual do peso total a analisado sedimentos.

Os resultados da análise mostram que a granulometria dos sedimentos captados variam da fracção de areia fina com phi (2,47 ϕ) a silte grosso com phi (4,72 ϕ) em ambas as amostras analisadas, a fracção de areia muito fina de phi (3,74 ϕ) apresenta maior valor percentual com (70,27 %). A maior presença desta fracção sedimentar deve-se aos processos físicos de balanço sedimentar que ocorrem nesta zona da praia (berma), este resultado assemelha ao verificado por Mareve (2015) na mesma praia (Zalala). Por sua vez, a fracção sedimentar que apresenta o valor percentual mais baixo é o silte grosso de phi (4,74 ϕ) com (0,43%) do total da análise realizada nos sedimentos. A média do phi (ϕ) de ambas as amostras analisadas é de (3,74 ϕ) que corresponde a fracção da (areia fina e muito fina).

O diâmetro ou tamanho dos sedimentos captados vai reduzindo com a altura da armadilha resultado este que se assemelha ao verificado pelo Maia (1998) e Bagnold (1941), onde a 1ª subdivisão apresenta maior quantidade a fracção sedimentar de areia fina e muito fina com percentagem de (89,39 %) em comparação com a 2ª subdivisão, que apresenta (55,845 %) de percentagem da mesma fracção sedimentar. Por sua vez a 2ª subdivisão apresenta maior quantidade da fracção de sedimentos finos (areia muito fina a silte grosso) com uma percentagem de (44,15 %) que é maior a verificada na 1ª subdivisão com (10,61 %) de percentagem do peso analisado.

CAPITULO V

5. Conclusões

Com o final da elaboração do presente trabalho que se refere ao estudo do fluxo de sedimentos transportados pela acção do vento na praia de Zalala, chegou-se as seguintes conclusões:

- ❖ A quantidade de sedimentos captados pela armadilha diminui com a altura, onde a 1ª subdivisão apresenta a maior quantidade com 503,38 g de sedimentos captados.
- ❖ O fluxo de sedimentos transportados é directamente proporcional a quantidade de sedimentos captados, e diminuí com a altura, onde 1º subdivisão apresenta a maior quantidade com 0,0312 g/s*m².
- ❖ No geral, a diferença da quantidade de sedimentos transportados entre as marés vivas 282,85 g e as mortas 262,22 g foi ligeiramente pequena, sugerindo um pequeno equilíbrio entre as duas marés.
- ❖ Os organismos bioturbadores (caranguejos nocturnos) tem uma grande influência na disponibilidade de sedimentos, principalmente na maré viva.
- ❖ Da análise granulométrica foram captados sedimentos finos pela armadilha, onde a maior proporção é de areia muito fina, com phi (2,47 ϕ) e em menor é do silte grosso com phi (4,74 ϕ).

5.1. Recomendações

- ❖ Recomenda-se que realizar-se mais estudos de géneros em outras praias ao nível do país que tenha características diferentes ou iguais a praia de Zalala de modo a aumentar o número de estudos e do conhecimento das contribuições do transporte eólico de sedimentos.
- ❖ Alastrar o número de colheitas de modo a se ter maior dados para a comparação e se ter maior quantidade de sedimentos em todas as divisões da armadilha, isto é nas alturas mais elevada para a realização da análise granulométrica.
- ❖ Se realizar algumas colheitas nos períodos nocturnos para poder se notar a influência das brisas continentais no transporte de sedimentos.
- ❖ Que seja realizado um trabalho em conjunto entre uma estudante de biologia marinha e geologia Marinha de modo a compreender a real contribuição dos organismos bioturbadores (Caranguejos Nocturnos) no transporte sedimentos na praia de Zalala.

CAPITULO VI

6. Referências bibliográficas.

1. Allen, J. R. L. (1970). *Physical processes of sedimentation*. London. 180 p.
2. Andrade, C. F. D. (1997). *Dinâmica, erosão e conservação das zonas de praia*. 1ª Edição ed. Parque Expo 98 S. A. Lisboa.
3. Albuquerque, M. (2008). *Morfodinamica da praia do futuro, fortaleza-ce*. Universidade federal de Rio Grande, Brasil.
4. Almeida, E. M. F. (2012). *Componente eólica de transporte sedimentar em praias do litoral norte*. Escola de Engenharia, Universidade do Minho.
5. Alveirinho dias. J., (2004). *A análise sedimentar e os conhecimentos dos sedimentos marinhos*. Versão preliminar, Brazil.
6. Ayoade, J. (2010). *Introdução à climatologia para os trópicos*. 13ª Ed. Brasil.
7. Barroso, J. (2010). *Os ventos e a formação de dunas, Niterói*. Conselho Comunitário da Região Oceânica de Niterói.
8. Bagnold, R.A. (1941). *The physics of blown sand and desert dunes*. London, 265p.
9. Castro, J. W. A., Dias, F. F., Rangel, F. E. & Miguez, A. I. P. (2003). *Taxa de transporte de sedimento eólico em dunas costeiras oblíquas do município de Cabo Frio - Estado do Rio De Janeiro*.
10. Costa, T. C. (2004). *Estudo da fácies eólicas, no contexto da estratigrafia de seqüências e determinação das oscilações relativas do nível "eustático" dos lagos, na época da deposição da Formação Sergi*. MCT/ANP/PRH08/UFBA.
11. Cunha, E.M.S. (2005). *Considerações gerais sobre a zona costeira*. Capítulo 3, 29p. Disponível em: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1432/3>.
12. Da Cruz. E. P. (2006). *Impactos sócio-econômico da pesca de pequena escala: o caso da região de Zalala*. UEM- Faculdade de Economia, Maputo. 45p.
13. Dantas, C., Cavalcante, J. P. S., & Bittencourt, L. P. (2010); *Glossário de oceanografia abiótica*. UFC/LABOMAR/NAVE, Fortaleza.
14. Felicio, R. A. (2008). *Climatologia II-os ventos*. Faculdade de ciências humanas, Brasil.
15. Fischer, I. W., Sousa, I., Massinga, A., Feral, J. P., Silva, A. C., de Freitas, J. M., & Pautiers, W. (1990). *Guia de campo das espécies comerciais marinhas e de águas salobras de Moçambique*. Ficha FAO de identificação de espécies para actividades de pesca. Roma, FAO. 1990. 424 pp.
16. FUNAE. (2015). *Atlas de Energias Renováveis de Moçambique*. www.funae.co.mz
17. Giannini, P. C. F. & Riccomini, C. (2003). *Sedimentos e processos sedimentares, decifrando a terra*, 2ª ed., cap 9, São Paulo.

18. Guerra, A. T., & Guerra, A. J. T. (2008). *Novo dicionário Geológico- Geomorfológico* – 6ª ed., Rio de Janeiro. Bertrand Brasil.
19. Hoefel, F. G. (1998). *Morfodinâmica de praias arenosas: Uma revisão bibliográfica*. Ed. Univali, Itajaí, 92 pp.
20. Hogueane, A. (2007). *Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique*. Revista Da Gestão Costeira Integrada. V. 7, n.1, p. 69–82.
21. Hsu, S. A. (1988). *Coastal meteorology*. Academic Press, London. 260p.
22. Inman, D. L., & Nordstrom, C. E. (1971). *Na classificação tectônica e morfo-lógica das costas*. *Jornal de Geologia*, 79: 1-21 pp.
23. Instituto Nacional de Meteorologia de Moçambique (INAM). (2017). *Boletim meteorológico Mensal da cidade de Quelimane*. Consultado em 07 de outubro de 2017, de www.inam.gov.mz/index.php/.
24. Illeberger, W. K., & Rust, I. C. (1986). *Venturi-compensated eolian sand trap for field use*. *Journal of Sedimentary Petrology* (ISSN: 0022-4472): 541-543.
25. Jonathan, M. (2010). *Wind Energy*. Disponível em www.istc.illinois.edu/main_sections/tech_assist/wind-energy.pdf.
26. Jose Andarade, G. B. (2013). *Clima e estado do tempo. Factores e elementos do clima-classificação do clima*. Universidade de Évora, Portugal.
27. Komar, P. D. (1998). *Beach process and sedimentation*. Upper Saddle River, NJ.
28. Kraus, N. C., Dean, J. L. (1987). *Longshore sand transport rate distribution measured by sediment trap*. *Coastal Sediments '87*, (New York), 891-896 pp.
29. Leatherman, S. (1978). *A new aeolian sand trap design*. *Sedimentology*. 303-306.
30. Lopes, A. M. S. (2003). *Modificações no clima de Lisboa como consequência do crescimento urbano: vento, ilha de calor de superfície e balanço energético*. Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa.
31. Mae. (2005). *Perfil do distrito de Milange província de Zambézia*. Ministério da Administração Estatal, Maputo.
32. Machava, L. d. (2015). *Estudo do comportamento do vento para implementação de tecnologias eólicas na costa de Vilankulo*. Universidade Pedagógica. Gaza.
33. Maia, L. P. (1998). *Processos costeros y balance sedimentário a lo largo de Fortaleza* implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral. (NE-Brasil). 269 pp.
34. Malta, J. V & Amaral, R. F. (2013). *Experimento de Fluxo de Sedimentos em um Segmento de Campo de Dunas Eólicas Costeiras de Jenipabu - Litoral Oriental do Rio Grande do Norte, Brasil*. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 13(1):61-78.

35. Mendonça, F., & Dani-Oliveira, I. M. (2007). *Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil*. Oficina de textos, São Paulo.
36. Mareve, J. F. A. (2015). *Estudo da morfodinâmica sedimentar na praia de Zalala*. Tese de licenciatura não publicado. UEM-ESCMC, Quelimane.
37. Marin, F. R., Assad, E. D., Pilau, F. G. (2008). *Clima e ambiente: Introdução à climatologia para ciências ambientais*. Campinas – São Paulo.
38. Oke, T. R. (1978). *Boundary layer climates*. London: Methuen & Co Ltd.
39. Oliveira, J. M. (2006). *Contribuições geotécnicas para o estudo do problema da erosão*. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
40. Ranieri, L. A., & El-Robrini, M. (2012). *Avaliação experimental de métodos de armadilhas de sedimentos para determinação do transporte costeiro da praia da romana, ilha dos guarás (Nordeste do Pará)*. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 31, n. 1, p. 103-116.
41. Schettini, C. A. F. (1998). *Nota sobre um procedimento de quarteamento de amostras obtidas com armadilhas de sedimento utilizadas em águas costeiras notas tec*. *Facimar*, 2:175-179, cttmar/univali.
42. Sherman, R. (1990). *Aeolian sediment transport theory and measurement*. In: *Coastal dunes, form and process*, 17-33 pp.
43. Scholten, J. H. M. (1987). *Estudo de Solos ao Nível de Reconhecimento da Faixa Costeira de Quelimane*. Maputo, Moçambique.
44. Sigolo, J. B. (2003). *Processos Eólicos a acção dos ventos, decifrando a terra*, 2ª ed., Cap 12, USP, São Paulo.
45. Silva, F. A. (1999). *Vento como ferramenta no desempenho do ambiente construído: uma aplicação ao nordeste do Brasil*. Universidade de São Paulo.
46. Silva, V. (2005). *Meteorologia – Climatologia*, Versão Digital, Recife.
47. Tomasini, J. (2011). *Padrão de variabilidade do vento à superfície, Em Lajeado, Rio grande do sul, brasil: Implicações Ambientais*, Brasil.
48. Tomazelli, L. J. (1990). *Contribuição ao estudo de sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da província do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
49. Villwock, J. A., Lessa, G. C., Suguio, K., Angulo, R.J., & Dillenburg, S.R. (2005). *Geologia e geomorfologia de regiões costeiras*. Ribeirão Preto, pp. 94-113.
50. Van Dick, P.M., & Stroosnijder, L., (1996). *The influence of rainfall on transport of beach sand by wind*. *Earth Surface Proces. Land form*, 21: 341-352 pp.

CAPITULO VII

7. Anexos

Tabela 8: Dados de todas as colheitas da 1ª subdivisão da armadilha.

1ª Subdivisão							
colh.	Datas	H. exp	Mare	Dir.vento	T (°C)	Vento	Peso (g)
1	07.07.17	6	Ench (Morta)	NE-SO	26,420	2,194	1,585
2	26.07.17	6	Ench (viva)	SE-NO	24,500	5,599	14,300
3	02.08.17	6	Ench (Morta)	SE-NO	23,880	3,923	27,640
4	02.08.17	6	Vaza (Morta)	SE-NO	24,125	4,356	37,420
5	26.08.17	6	Vaza (Viva)	E-O	23,160	3,851	15,512
6	26.08.17	6	Ench (Viva)	E-O	22,857	4,599	15,512
7	27.08.17	6	Vaza (Viva)	SE-NO	23,500	4,362	19,816
8	27.08.17	6	Ench (Viva)	E-O	23,000	4,655	27,416
9	18.09.17	6	Ench (Morta)	SE-NO	24,620	2,569	10,200
10	26.09.17	6	Vaza (Viva)	NE-SO	25,125	4,392	43,700
11	26.09.17	6	Ench (Viva)	NE-SO	26,714	5,536	58,900
12	27.09.17	6	Vaza (Viva)	NE-SO	26,571	3,681	23,520
13	27.09.17	6	Ench (Viva)	NE-SO	23,940	5,613	38,640
14	28.09.17	6	vaza (Morta)	SE-NO	25,710	4,502	50,860
15	28.09.17	6	Ench (Morta)	NE-SO	23,411	5,395	76,400
16	29.09.17	6	Vaza (Morta)	SE-NO	24,279	4,281	30,060
17	30.09.17	6	Ench (Morta)	E-O	23,598	3,183	7,300
18	30.09.17	6	Vaza (Morta)	E-O	23,149	3,282	6,600

Tabela 9: Dados de todas as colheitas da 2ª e 3ª subdivisão da armadilha.

Col	Datas	H.Ex	Mare	D. Ven	T (°C)	2ª Subdivisã		3ª Subdivisã	
						Vent	P (g)	Vent	P (g)
1	07.07.17	6	Enc (Morta)	NE-SO	26,42	2,59	0,75	2,59	0,54
2	26.07.17	6	Enc (viva)	SE-NO	24,50	6,44	4,36	6,44	3,12
3	02.08.17	6	Enc (Morta)	SE-NO	23,88	4,62	1,35	4,62	0,64
4	02.08.17	6	Vaz (Morta)	SE-NO	24,13	5,28	2,11	5,28	0,94
5	26.08.17	6	Vaz (Viva)	E-O	23,16	4,49	0,61	4,49	0,19
6	26.08.17	6	Enc (Viva)	E-O	22,86	5,23	0,61	5,23	0,19
7	27.08.17	6	Vaz (Viva)	SE-NO	23,50	5,20	2,48	5,20	0,87
8	27.08.17	6	Enc (Viva)	E-O	23,00	5,51	1,81	5,51	0,64
9	18.09.17	6	Enc (Morta)	SE-NO	24,62	2,86	0,90	2,86	0,00
10	26.09.17	6	Vaz (Viva)	NE-SO	25,13	4,86	1,64	4,86	0,45
11	26.09.17	6	Enc (Viva)	NE-SO	26,71	6,32	1,64	6,32	0,45
12	27.09.17	6	Vaz (Viva)	NE-SO	26,57	4,10	1,84	4,10	0,39
13	27.09.17	6	Enc (Viva)	NE-SO	23,94	6,12	1,84	6,12	0,45
14	28.09.17	6	Vaz (Morta)	SE-NO	25,71	5,00	2,04	5,00	0,19
15	28.09.17	6	Enc (Morta)	NE-SO	23,41	5,92	1,50	5,92	0,19
16	29.09.17	6	Vaz (Morta)	SE-NO	24,28	4,52	0,70	4,52	0,20
17	30.09.17	6	Enc (Morta)	E-O	23,60	3,58	0,65	3,58	0,20
18	30.09.17	6	Vaz (Morta)	E-O	23,15	3,87	0,65	3,87	0,20

Tabela 10: Dados de todas as colheitas da 4ª e 5ª subdivisão da armadilha.

Col	Datas	H. Ex	Mare	D. Vent	T (°C)	4ª Subdivisã		5ª Subdivis	
						Vent	P. (g)	Vent	P (g)
1	07.07.17	6	Enc (Morta)	NE-SO	26,42	2,64	0,28	2,64	0,14
2	26.07.17	6	Enc (viva)	SE-NO	24,5	6,44	1,15	6,44	0,93
3	02.08.17	6	Enc (Morta)	SE-NO	23,88	4,67	0,00	4,67	0,00
4	02.08.17	6	Vaz (Morta)	SE-NO	24,13	5,45	0,00	5,45	0,00
5	26.08.17	6	Vaz (Viva)	E-O	23,16	4,53	0,00	4,53	0,00
6	26.08.17	6	Enc (Viva)	E-O	22,86	5,29	0,00	5,29	0,00
7	27.08.17	6	Vaz (Viva)	SE-NO	23,5	5,26	0,00	5,26	0,00
8	27.08.17	6	Enc (Viva)	E-O	23	5,68	0,00	5,68	0,00
9	18.09.17	6	Enc (Morta)	SE-NO	24,62	3,21	0,00	3,21	0,00
10	26.09.17	6	Vaz (Viva)	NE-SO	25,13	5,23	0,00	5,23	0,00
11	26.09.17	6	Enc (Viva)	NE-SO	26,71	6,51	0,00	6,51	0,00
12	27.09.17	6	Vaz (Viva)	NE-SO	26,57	4,23	0,00	4,23	0,00
13	27.09.17	6	Enc (Viva)	NE-SO	23,94	6,38	0,00	6,38	0,00
14	28.09.17	6	vaz (Morta)	SE-NO	25,71	5,56	0,00	5,56	0,00
15	28.09.17	6	Enc (Morta)	NE-SO	23,41	6,50	0,00	6,50	0,00
16	29.09.17	6	Vaz (Morta)	SE-NO	24,28	4,76	0,00	4,76	0,00
17	30.09.17	6	Enc (Morta)	E-O	23,6	3,93	0,00	3,93	0,00
18	30.09.17	6	Vaz (Morta)	E-O	23,15	3,91	0,00	3,91	0,00



Figura 21: A) Estrutura da armadilha, B) Armadilha de pano fixada para a colecta, C) Sedimentos captados na 1ª subdivisão da armadilha e D) Saco plástico contendo sedimentos armazenados para a posterior análise.

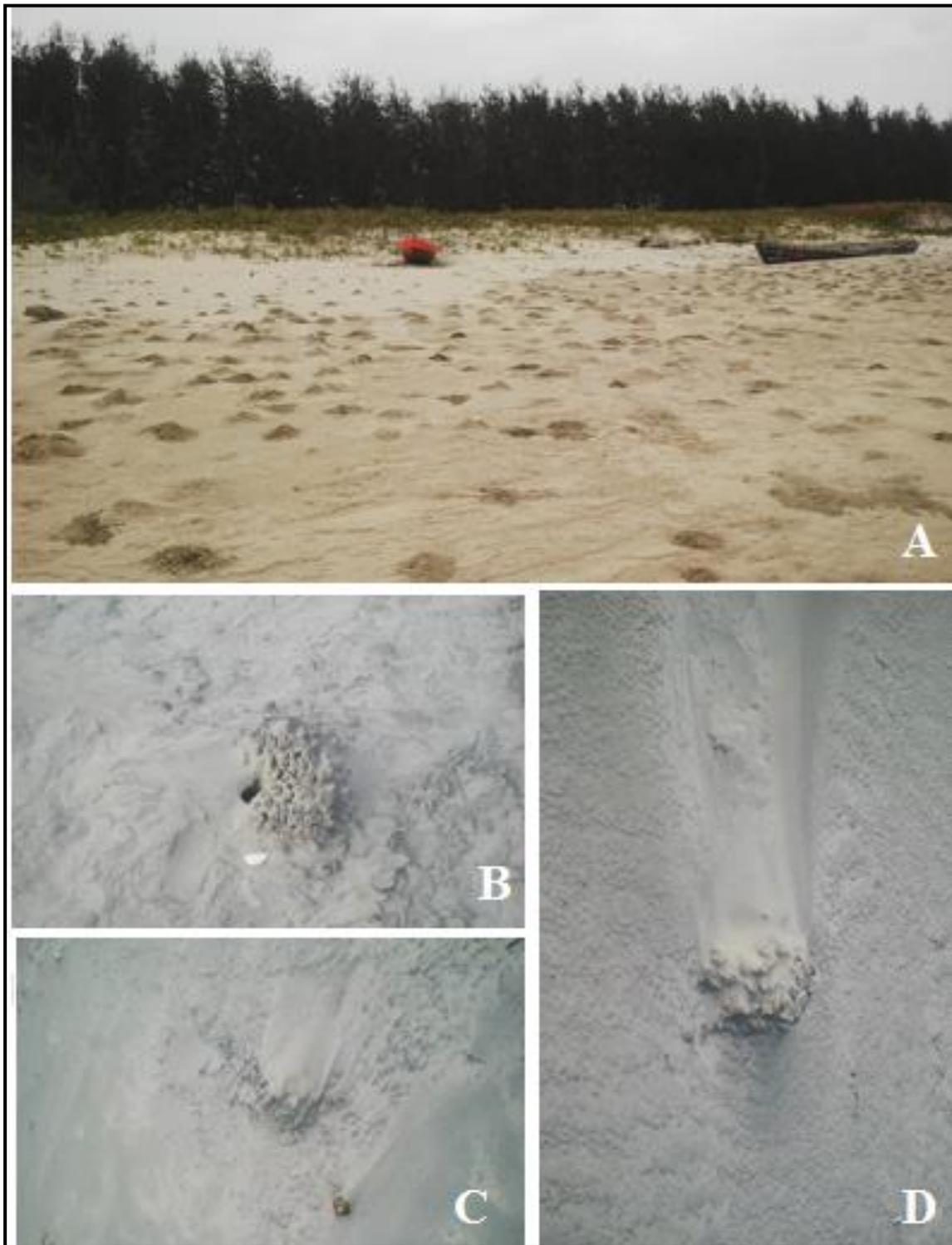


Figura 22: A) Montes de areia criados pelos caranguejos nocturnos na maré viva, B) Toca do organismo e monte de areia, D) Princípio de transporte da areia exposta pelo caranguejo nocturno e C) Areia exposta pelo caranguejo nocturno totalmente transportada a zona das bermas.