



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIAS E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

GRENDAL JUARA ALVES COSTA

**INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS MORFODINÂMICOS PARA O
ENTENDIMENTO DA EROSÃO COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS
GUARARAPES (PE) – BRASIL**

Recife
2020

GRENDÁ JUARA ALVES COSTA

**INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS MORFODINÂMICOS PARA O
ENTENDIMENTO DA EROÇÃO COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS
GUARARAPES (PE) – BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Área de concentração: Ciências geodésicas e tecnologias da geoinformação.

Orientadora: Prof. Dr^a. Maria das Neves Gregório

Recife
2020

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

C837i Costa, Grenda Juara Alves.
Integração de parâmetros morfodinâmicos para o entendimento da erosão costeira no município de Jaboatão dos Guararapes (PE) – Brasil / Grenda Juara Alves Costa – Recife, 2020.
111 f.: figs., tabs., abrev. e siglas.

Orientadora: Profa. Dra. Maria das Neves Gregório
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2020.
Inclui referências.

1. Ciências Geodésicas. 2. Erosão costeira. 3. Sedimentologia. 4. Levantamento geodésico. 5. Hidrodinâmica. 6. Geotecnologias. I. Gregório, Maria das Neves (Orientadora). II. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.)

BCTG / 2020-139

GRENDAL JUARA ALVES COSTA

**INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS MORFODINÂMICOS PARA O
ENTENDIMENTO DA EROÇÃO COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS
GUARARAPES (PE) – BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Maria das Neves Gregório (Orientadora)
Secretaria de Educação e Esportes do Estado de Pernambuco

Prof. Dr. Francisco Jaime Bezerra Mendonça (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esta pesquisa aos meus pais João Herculano Costa e Maria Gorete Alves de Amorim por estarem sempre presentes neste momento tão importante da minha vida, a vocês devo todos os meus valores.

Obrigada por tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar e me ajudar a traçar meu caminho, por me dar saúde e forças para aguentar a saudade nos dois anos longe de casa e por abençoar todas as minhas conquistas.

Agradeço imensamente aos meus pais João Herculano Costa e Maria Gorete Alves de Amorim por confiarem em mim, pelo tempo que doaram e por não medirem esforços para que este sonho se realizasse sem eles nada teria sido possível, eles foram peças fundamentais para a concretização do meu trabalho, obrigada pelo amor incondicional.

Aos meus irmãos Gleidson Alves Costa e Gabriela Alves Costa por estarem sempre ao meu lado me apoiando. A todos os meus familiares por terem me apoiado em especial minhas tias Edina e Maria José por todo o apoio e ajuda durante esse longo período distante de casa.

Ao meu namorado e amigo Lucas Almeida Monte por permanecer ao meu lado, me apoiando, incentivando a cada dia principalmente nos momentos mais difíceis, a você que tanto admiro expressei toda minha gratidão e por sempre me estimular na conclusão de mais esta etapa. Obrigada por todo amor, apoio e confiança.

Aos meus amigos de graduação em especial a Mariana Rodrigues de Sousa que mesmo estando longe permaneceu ao meu lado, me dando forças e incentivo.

A Aline Neves Silva e Ayrton Martim Oliveira Dias Melo por todo carinho e refúgio que me deram nos momentos em que mais precisei. À Carla Iamara de Passos Vieira e Debora Araújo Carvalho minhas companheiras de lar em Recife no decorrer desses dois anos, meu muito obrigada pela convivência e ajuda diária.

Muito obrigada aos meus amigos que me deram auxílio nos levantamentos de campo e foram essenciais nos momentos de dúvidas a Deniezio dos Santos Gomes, Weyller Diogo Albuquerque Melo, Lucas Gonzales Lima Pereira Calado, Thiago Fernando de Holanda, Benevides Bonavides de Araújo, Lismariane da Silva Cardoso.

Aos meus amigos de turma do mestrado pela amizade, companhia nas aflições, por estarem presentes nos momentos de incertezas, pelos momentos de alegrias e descontrações desde o início do curso.

A minha orientadora Maria Gregório das Neves, por transmitir seus

conhecimentos, por fazer da minha pesquisa uma experiência positiva e por ter confiado, sempre estando ali com toda a paciência me orientando.

A professora Lígia Albuquerque de Alcântara Ferreira ministrante da disciplina de estágio docência, pelo conhecimento transmitido e pela experiência no decorrer do estágio, pois me proporcionou um grande aprendizado.

Aos membros da banca examinadora Professores Dr. Francisco Jaime Bezerra Mendonça e Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso pela disponibilidade e colaboração na pesquisa.

Aos professores e aos servidores que fizeram parte de minha formação acadêmica no mestrado do DEPART - UFPE, que tenho muita admiração e respeito.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (PPGCGTG), pela disponibilidade do curso de Pós-Graduação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão dos 18 meses de bolsa de estudos.

Aos projetos MAI (Monitoramento Ambiental Integrado), GRANMAR (Avaliação dos Granulados Marinhos do Litoral do Brasil) e ao Complexo Industrial Portuário de SUAPE pela disponibilização dos dados para a elaboração da pesquisa.

Expresso meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

RESUMO

Os processos erosivos no estado de Pernambuco são evidentes ao longo da costa, o município de Jaboatão dos Guararapes pode ser incluído dentre os que sofrem com o problema de erosão costeira. Dessa forma, as praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade vêm sofrendo intensamente com o processo de erosão costeira nas últimas décadas. Nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo estabelecer uma relação entre os processos morfodinâmicos e sua relação com o processo erosivo nas praias do município do Jaboatão dos Guararapes. Para isso, foram utilizados perfis topobatimétricos e dados sedimentológicos, bem como, a comparação e análise das variações multitemporais da linha de costa e a compreensão da influência dos fatores hidrodinâmicos nessas variações. Foram realizados levantamentos bibliográficos e aquisição de dados por levantamento geodésico através do método relativo cinemático com uso de receptor GNSS (*Global Navigation Satellite System*), para a aquisição dos perfis topográficos e da linha de costa das praias no ano de 2018. Fez-se a interpolação entre os perfis topográficos e os batimétricos do projeto MAI (2006) para a obtenção dos perfis topobatimétricos e elaboração do modelo tridimensional. Utilizou-se os dados sedimentológicos dos projetos MAI (2006), GRAMNAR (2005) e de Lima (2016), para a caracterização e análises estatísticas dos sedimentos. A delimitação das linhas de costa dos anos 1974, 1981, 1997, 2013, 2015 e 2016 foram de Santos Junior (2017). As linhas de costa foram analisadas em ambiente SIG, através do DSAS do *software ArcGis*, a fim de comparar o ano de 1974 a 2013, e de 2013 a 2018. Para a caracterização hidrodinâmica utilizou-se dados do INMET, PNBOIA e SISMO para os mesmos anos das linhas de costa em análise. Os perfis topobatimétricos mostram que entre a praia e a plataforma continental interna a altitude inicial dos perfis variaram de 1 a 3 m e a profundidade de -14 a -17 m, identificando-se a presença de um canal e de uma linha de *beachrock*. A plataforma continental interna apresentou em sua maior parte sedimentos de areia muito fina e areia grossa, moderadamente selecionados e aproximadamente simétricos, enquanto que para os dados da praia foram em sua maioria constituídos de areia média, moderadamente selecionados e aproximadamente simétricos. O município apresentou uma grande variação de progradação e retrogradação da linha de costa entre os anos, sendo em 2013 a

maior progradação e 1981 a maior retrogradação tendo como base o ano de 1974, enquanto como base o ano de 2013, 2018 foi o ano que apresentou maior progradação e retrogradação em relação aos anos de 2015 e 2016. Os resultados mostraram que as três praias do município continuam sofrendo com uma grande variação da linha de costa, mesmo após o processo de realimentação artificial, ocorrido durante o ano de 2013, mostrando assim, ser necessário um estudo contínuo. Dessa forma, o município necessita de um monitoramento contínuo no ambiente praial a fim de avaliar a deposição e perda de sedimentos, com o propósito de mitigar os efeitos dos processos erosivos, prevenindo perdas futuras dos sedimentos.

Palavras-chave: Erosão costeira. Sedimentologia. Levantamento geodésico. Hidrodinâmica. Geotecnologias.

ABSTRACT

The state of Pernambuco has faced problems related to erosion processes along its coast. In this context, the municipality of Jaboatão dos Guararapes can be included among those who suffer from the coastal erosion problem. The beaches of Barra de Jangada, Candeias and Piedade have been suffering intensely from the coastal erosion process in recent decades. In this sense, the present work aimed to establish a relationship between the morphodynamic processes and its relationship with the erosive process on the beaches of the municipality of Jaboatão dos Guararapes. For this, topobathymetric profiles, sedimentological data, comparison, analysis of the multitemporal variations of the coastline and the understanding of the influence of hydrodynamic factors in these variations were used in this research. Bibliographic surveys and data acquisition were carried out by geodetic survey using the relative kinematic method by using a GNSS receiver (Global Navigation Satellite System) for the acquisition of the topographic profiles and the coastline of the beaches in the 2018. For this stage, it was necessary the interpolation between the topographic and bathymetric profiles of the MAI project (2006) to obtain the topobathymetric profiles and elaboration of the three-dimensional model. Sedimentological data from the MAI (2006), GRAMNAR (2005) and Lima (2016) projects were used for the characterization and statistical analysis of sediments. The delimitation of the coastlines of the years 1974, 1981, 1997, 2013, 2015 and 2016 were obtained through the method used by Santos Junior (2017). The coastlines were analyzed in a GIS environment by using the DSAS from ArcGis software in order to compare the period from 1974 to 2013, and 2013 to 2018. For hydrodynamic characterization, data from INMET, PNBOIA and SISMO were used for the same years as the coastlines under analysis. The topobathymetric profiles show that between the beach and the internal continental shelf the initial height of the profiles varied from 1 to 3 m and the depth from -14 to -17 m, and it identify the presence of a channel and a beachrock line. The internal continental shelf mostly presented very fine sand and coarse sand moderately selected and approximately symmetrical, and the beach data were mostly composed of moderately selected and approximately symmetrical medium sand. The municipality presented a great variation of progradation and retrogradation of the coastline between the years. Thus, 2013 was the year with the greatest progradation, and 1981 was the year with the greatest

retrogradation based on the year 1974. Based on year 2013, 2018 was the year that showed the greatest progradation and retrogradation in relation to the years 2015 and 2016. The results obtained on three beaches show that the municipality needs a continuous study, as it continues to suffer a great variation of the coast even after the artificial update process occurred during the year of 2013. Thus, the municipality requests continuous monitoring in the environment to evaluate the exposure and loss of sediments, in order to mitigate the effects of erosion processes and prevent the future consequences of sediments.

Keywords: Coastal erosion. Sedimentology. Geodetic survey. Hydrodynamics. Geotechnologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Perfil litorâneo.....	24
Figura 2-	Aporte ou dissipação de sedimentos	28
Figura 3-	Posicionamento relativo.....	33
Figura 4-	Mapa de localização da área de estudo.....	37
Figura 5-	Mapa Geológico do município de Jaboatão dos Guararapes.....	39
Figura 6-	Fluxograma metodológico da pesquisa.....	40
Figura 7-	Levantamento de perfil de praia.....	41
Figura 8-	Localização dos perfis de praia.....	42
Figura 9-	Localização da batimetria.....	44
Figura 10-	Localização dos setores, Jaboatão dos Guararapes.....	45
Figura 11-	Localização das amostras de sedimentos.....	46
Figura 12-	Perfis topobatimétricos 1 a 4 (setor 1).....	52
Figura 13-	Perfis topobatimétricos 5 a 12 (setor 2).....	53
Figura 14-	Perfis topobatimétricos 13 ao 17 (setor 3).	54
Figura 15-	Perfis topobatimétricos 18 a 26 (setor 4).....	55
Figura 16-	Perfis topobatimétricos 27 a 35 (setor 4).....	56
Figura 17-	Modelo Tridimensional da plataforma continental.....	57
Figura 18-	Classificação dos sedimentos: tamanho médio.....	59
Figura 19-	Tamanho médio dos grãos da plataforma continental interna.....	60
Figura 20-	Percentual da média do grão da plataforma continental interna.....	60
Figura 21-	Classificação dos sedimentos: assimetria.....	61
Figura 22-	Distribuição de valores de assimetria da plataforma continental interna.....	62
Figura 23-	Classificação dos sedimentos: seleção.....	62
Figura 24-	Percentual da assimetria e seleção dos sedimentos da plataforma continental interna.....	63
Figura 25-	Percentual da média dos grãos da pós-praia e face média da praia.	64
Figura 26-	Percentual da seleção e assimetria dos sedimentos na pós- praia...	65
Figura 27-	Percentual de seleção e assimetria dos sedimentos da face média da praia.....	66

Figura 28-	Mapa de Linha de Costa dos anos de 1974,1981, 1997, 2013, 2015, 2016 e 2018.....	67
Figura 29-	Progradação e retrogradação 2013 a 2018.....	69
Figura 30-	Histograma de distribuição nas médias das taxas dos transectos do setor 1 (2013, 2015, 2016 e 2018).....	72
Figura 31-	Histograma de distribuição nas médias das taxas dos transectos do setor 2 (2013, 2015, 2016 e 2018).	73
Figura 32-	Histograma de distribuição nas médias das taxas dos transectos do setor 3 (2013, 2015, 2016 e 2018).	74
Figura 33-	Histograma de distribuição nas médias das taxas dos transectos do setor 4 (2013, 2015, 2016 e 2018).	75
Figura 34-	Rosa de distribuição da direção e velocidade dos ventos, 1974 e 1981.....	77
Figura 35-	Rosa de distribuição da direção e velocidade dos ventos, 1997 e 2013.....	78
Figura 36-	Rosa de distribuição da direção e velocidade dos ventos, 2015 e 2016.....	79
Figura 37-	Rosa de distribuição da direção e velocidade dos ventos, 2018.....	80
Figura 38-	Percentual da direção dos ventos.....	80
Figura 39-	Percentual da velocidade dos ventos.....	81
Figura 40-	Direção de ondas entre os meses de setembro e novembro de 2012.....	82
Figura 41-	Direção de ondas para o ano de 2013.....	83
Figura 42-	Direção de ondas para o ano de 2014.....	84
Figura 43-	Direção de ondas para o ano de 2015.....	84
Figura 44-	Direção de ondas entre os meses de janeiro a abril de 2016.....	85
Figura 45-	Direção de ondas entre os meses de outubro a dezembro de 2018..	86
Figura 46-	Precipitação total para os anos de 1974 e 1981.....	87
Figura 47-	Precipitação total para os anos de 1997 e 2013.....	88
Figura 48-	Precipitação total para os anos de 2015 e 2016.....	88
Figura 49-	Precipitação total para o ano 2018.....	89
Figura 50-	Percentual de precipitação total.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Características dos perfis topobatimétricos.....	50
Tabela 2-	Médias dos pontos iniciais, profundidade e comprimento máximo, dos perfis por setores.....	51
Tabela 3-	Altura e largura média e distância de linha de costa do canal e beachrock.....	51
Tabela 4-	Características dos sedimentos da plataforma continental interna.....	58
Tabela 5-	Características dos sedimentos na pós - praia e face média da praia.....	64
Tabela 6-	Progradação e retrogradação para os períodos compreendidos entre 1974_1981, 1974_1997, 1974_2013.....	68
Tabela 7-	Progradação e retrogradação para os períodos compreendidos entre 2013_2015, 2013_2016, 2013_2018.....	68
Tabela 8-	Variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974 a 2013.....	70
Tabela 9-	Variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 2013 a 2018.....	71
Tabela 10-	Direção e velocidade dos ventos dos anos de 1974 a 2018.....	76
Tabela 11-	Direção mensal predominante de ondas dos anos de 2012 a 2018.....	82
Tabela 12-	Precipitação total mensal dos anos de 1974 a 2018.....	86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DECART	Departamento de Engenharia Cartográfica
DSAS	Digital Shoreline Analysis System
GLONASS	<i>Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema</i>
GNSS	<i>Global Navigation Sattelite System</i>
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GRANMAR	Avaliação dos Granulados Marinhos do Litoral do Brasil
GRS80	<i>Geodetic Reference System</i> de 1980
IAG	<i>International Association of Geodesy</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPE	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ITEP	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
ITRF	<i>International Terrestrial Reference Frame</i>
LACCOST	Laboratório de Cartografia Costeira
LAGEO	Laboratório de Geodésia
MAI	Monitoramento Ambiental Integrado
MDT	Modelo Digital do Terreno
NMM	Nível Médio do Mar
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PERC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo Pernambuco Recife
PNBOIA	Programa Nacional de Boias
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SGR	Sistema Geodésico de Referência
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema Geocêntrico para as Américas
SISMO	Sistema de Informações Meteo-Oceanográficas em Tempo Real
UTM	Universal Transversa de Mercator
3D	Tridimensional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	JUSTIFICATIVA.....	19
3	OBJETIVOS.....	21
3.1	GERAL.....	21
3.2	ESPECÍFICOS.....	21
4	ZONA COSTEIRA E PROCESSOS COSTEIROS.....	22
4.1	LINHA DE COSTA.....	22
4.2	PERFIL DE PRAIA.....	23
4.3	MORFODINÂMICA.....	24
4.4	VENTOS, ONDAS E CORRENTES.....	25
4.5	MARÉS E VARIAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR.....	26
4.6	SEDIMENTOS.....	27
4.6.1	Granulometria.....	29
4.6.1.1	Média.....	29
4.6.1.2	Seleção.....	29
4.6.1.3	Assimetria.....	29
4.7	BATIMETRIA.....	30
5	GEOTECNOLOGIAS.....	31
5.1	SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES (GNSS)..	32
5.1.1	Método relativo.....	33
5.2	PROCESSAMENTO DE DADOS.....	34
5.2.1	Sistema Geodésico Brasileiro.....	35
5.2.2	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC).....	35
5.3	MODELO DIGITAL DO TERRENO.....	35
6	MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
6.1	ÁREA DE ESTUDO.....	37
6.2	MATERIAIS.....	39
6.3	MÉTODOS.....	40
6.3.1	Levantamento geodésico.....	40
6.3.2	Processamento dos dados.....	42
6.3.3	Dados batimétricos.....	43

6.3.4	Geração do Modelo Tridimensional.....	44
6.3.5	Dados de sedimentos.....	46
6.3.6	Dados para as linhas de costa.....	47
6.3.7	Dados meteorológicos e oceanográficos.....	48
7	RESULTADOS.....	49
7.1	PERFIS TOPOBATIMÉTRICOS.....	49
7.2	SEDIMENTOS.....	57
7.3	VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA.....	66
7.4	VENTOS.....	75
7.5	ONDAS.....	81
7.6	PRECIPITAÇÃO.....	86
8	DISCUSSÕES.....	90
9	CONSIDERAÇÕES.....	100
	REFERÊNCIAS.....	103

1 INTRODUÇÃO

As zonas litorâneas são os ambientes com maiores concentrações populacionais, ou seja, com uma maior exploração dos recursos naturais. Essas regiões possuem um conjunto de elementos climáticos, oceanográficos e geomorfológicos que incidem na sua morfodinâmica (COSTA *et al.*, 2017).

Dentro da concepção do desenvolvimento sustentável, estudos relativos à variação da morfologia praial, à dinâmica sedimentar e aos processos oceanográficos são imprescindíveis, pois fornecem ferramentas importantes ao monitoramento das áreas costeiras e para subsidiar os planos de gestão territorial na reorganização das atividades e práticas nesses ambientes (MOURA, 2009; STANICA e UNGUREANU, 2010).

As atividades humanas, aliadas aos processos naturais, afetam diretamente a fonte e a movimentação dos sedimentos nas zonas costeiras, sendo a erosão da linha de costa um dos principais problemas ambientais, causados por essa movimentação na atualidade.

De acordo com Martins *et al.* (2016) o litoral pernambucano se estende por 187 km, com predominância de praias arenosas.¹ Como principal característica morfológica típica ao longo deste trecho do litoral brasileiro tem-se os sedimentos que sofreram processo de litificação e que são encontrados paralelamente à linha de costa na zona intermaré denominados *beachrocks* ou arenitos de praia.

Os processos erosivos no estado de Pernambuco são evidentes ao longo da costa e variam apenas na intensidade. Foram feitas inúmeras tentativas de contenção à erosão como a implantação de matacões com a função de quebra-mar, diques, espigões, muros de proteção, dentre outros. Apesar destas técnicas para realizar as contenções, essas ações passaram a induzir a erosão em áreas próximas e o problema atingiu as regiões vizinhas (ITEP, 2012).

Diante deste cenário encontrado no estado de Pernambuco, o município de Jaboatão dos Guararapes pode ser incluído dentre os que sofrem com o problema de erosão costeira, essa se encontra em todo o município o que torna complexa a proteção efetiva de toda a área. Segundo Costa e Oliveira (2009), as causas dessa erosão na área são possivelmente a elevação do nível médio do mar (NMM), bem como o crescente desenvolvimento urbano e turístico na costa.

As praias, por estarem localizadas na estreita faixa de contato da terra com o mar, reagem a qualquer variação energética e/ou eustática. Assim, possuem a capacidade de adaptação, protegendo a costa da ação erosiva do mar. Entretanto, nem todas as praias têm um estoque de sedimentos suficiente para responder morfologicamente a uma elevação do nível do mar por transferência de sedimento do berma para a região da antepraia (SOUZA, 2009).

Não obstante, a evolução tecnológica vem proporcionando um embasamento eficaz e eficiente no monitoramento das erosões costeiras. Schweitzer (2013) afirma que o monitoramento em campo da morfologia costeira utiliza técnicas topográficas para obter os registros da superfície da praia através da repetição dos levantamentos ao longo do tempo e da análise do comportamento geomorfológico do local.

Assim, a aplicação das geotecnologias, com o apoio aos sistemas de informações geográficas para a integração das características morfodinâmicas é de grande importância para a análise da erosão costeira, além de apresentarem uma rápida produção, facilidade de manipulação, grande quantidade de informações e de atualização de dados.

2 JUSTIFICATIVA

A erosão de praias, causada, sobretudo, pela forte pressão antrópica, ocorre especialmente em praias arenosas expostas. O conhecimento da evolução da linha de costa ganhou grande enfoque em todo o mundo principalmente pela ameaça que o avanço do mar pode causar ao desenvolvimento das atividades realizadas pelo homem nas zonas costeiras (MENEZES, 2011).

No Brasil, a erosão costeira em praias é conhecida por causar diversos tipos de danos, dentre eles problemas socioeconômicos, os quais, geralmente, resultam de uma combinação de fatores naturais e humanos (MENDONÇA *et al.*, 2014). Essa erosão, em termos globais, atinge boa parte das praias e o monitoramento desse processo é essencial para mitigar os impactos da erosão, a qual apresenta estudos que recentemente se destacam no Brasil.

No litoral pernambucano, a erosão marinha afeta cerca de 1/3 das praias e, os fatores que influenciam decisivamente neste processo são as ocupações das áreas adjacentes às praias, como é o caso das praias de Boa Viagem e Região Metropolitana de Recife (MANZO *et al.*, 2006). Entretanto, as diretrizes em relação à erosão costeira no país ainda estão com pouca aplicabilidade pelo poder público e sua respectiva atuação no que diz respeito ao estabelecimento de regras claras e concisas sobre usos das praias e restrições às intervenções antrópicas na linha de costa (SOUZA, 2009).

Segundo Menezes *et al.* (2018), o município do Jaboatão dos Guararapes apresenta uma intensa ocupação urbana, principalmente na sua área litorânea, a qual intensifica o processo de erosão através do transporte de sedimentos nas regiões costeiras, construção de espigões e quebra-mar, incidindo diretamente na intensidade das ondas, ventos e elevação do Nível Médio do Mar (NMM).

No litoral do município foram realizadas obras de contenção, com a instalação de estruturas rígidas, que provavelmente podem ter intensificado o processo de erosão marinha. Para Carvalho, Oliveira e Carvalho (2017) foram adotadas inúmeras medidas, mas sem nenhuma proteção à linha de costa. Em 2004 foi construído um quebra-mar paralelo à costa com cerca de 750 m, porém já tinha sido construído um espigão, o que provocou aumento da energia das ondas, intensificando cada vez mais o processo de erosão na linha de costa da área. Para a atenuação da erosão,

foi realizada durante o ano de 2013 a realimentação artificial, ou seja, o engordamento das praias do município.

Para Italiani (2014) a realimentação artificial das praias é utilizada como uma solução temporária, que permite estabilizar e/ou ampliar praias sujeitas à erosão quando não se conhecem suas causas, ou criar uma nova morfologia praial adequada para a absorção da energia das ondas. Para tanto, a realimentação da praia depende do tipo de areia utilizada, da sua granulometria e de sua composição.

Estudos realizados por Santos Júnior (2017) sobre o deslocamento da linha de costa do município de Jaboatão dos Guararapes-PE demonstraram que a utilização da técnica de alimentação artificial para a erosão costeira com a aplicação de técnica de traspasse de sedimentos, como única técnica sem associa-la a outras – sejam espigões, quebra mar e enrocamentos – não se obterá o sucesso esperado e que a obra aplicada no município só realizou a alimentação artificial, exclusivamente na praia emersa, sem incluir a zona submersa do perfil. De acordo com Carvalho, Oliveira e Carvalho (2017) o processo de engorda de uma praia deve entrar em equilíbrio com a energia hidrodinâmica imposta e a declividade do perfil, fazendo com que ocorra a uma manutenção do equilíbrio e da hidrodinâmica, mas no caso da praia de Candeias, em Jaboatão dos Guararapes, não se teve um cuidado com o ângulo de declividade da praia, fazendo com que a área passasse por um processo de indução aos transportes de sedimentos.

Ainda de acordo com Santos Júnior (2017), para atenuar o processo erosivo nas praias do município, deve-se iniciar trabalhos de manutenção, sob a pena de um deslocamento acelerado dos sedimentos, pondo em risco total a obra aplicada. Mediante isto, para entender o processo erosivo da área, é necessário conhecer melhor as dinâmicas naturais que causam a intensificação desse processo.

3 OBJETIVOS

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, foram traçados, a seguir, o objetivo principal e os específicos do trabalho.

3.1 GERAL

Estabelecer uma relação entre os processos morfodinâmicos (levantamentos geodésicos, batimétricos, oceanográficos e meteorológicos) e sua relação com o processo erosivo nas praias do município do Jaboatão dos Guararapes.

3.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar levantamento geodésico do ambiente praial através da utilização de receptor GNSS;
- ✓ Obter os perfis de praia e linha de costa para o ano de 2018;
- ✓ Comparar as linhas de costa de 1974, 1981, 1997, 2013, 2015, 2016 e 2018;
- ✓ Produzir um modelo tridimensional das praias e plataforma continental interna da área;
- ✓ Analisar os parâmetros morfodinâmicos e sua relação com o processo erosivo.

4 ZONA COSTEIRA E PROCESSOS COSTEIROS

As zonas costeiras são ambientes dinâmicos que podem sofrer erosão, sedimentação e equilíbrio em curto prazo, através de forças naturais (ondas, correntes, marés e ventos), e, em longo prazo, consequência das flutuações do nível relativo do mar (MANSO *et al.*, 2006).

As zonas costeiras possuem um importante papel socioeconômico devido a grande valorização das áreas. De acordo com Manso *et al.* (2006), o valor paisagístico dessas áreas tem se configurado como grande atrativo populacional, especialmente nos últimos 30 anos, com consequente expansão da área urbana e degradação da área litorânea, principalmente de cordões arenosos litorâneos, causando assim, grandes variações da linha de costa.

A destruição da vegetação costeira e a construção de edificações na orla marítima podem intervir no processo do transporte sedimentar, eólico e marinho, provocando desequilíbrios no balanço sedimentar do ambiente praial e, consequentemente, na estabilidade da linha de costa (SOUZA, 2009). Ainda nesse sentido, Christofolletti (1980) corrobora afirmando que as alterações são expressas por meio da união dos movimentos verticais e horizontais.

Para Martins (2015), no estado de Pernambuco o turismo em áreas litorâneas apresenta um grande potencial para a economia do estado, porém essa procura representa uma ameaça para o ambiente praial. Mediante isto, o crescimento não planejado de assentamentos ao longo das linhas costeiras e a dinâmica natural das regiões podem ter sérios efeitos sobre a natureza da erosão nessas áreas, assim, o monitoramento e o gerenciamento da linha costeira é muito importante, embora permaneçam difíceis de empreender (GONÇALVES, AWANGE e KRUEGER, 2012).

4.1 LINHA DE COSTA

A linha de costa é definida pelo limite entre o ambiente marinho e o ambiente terrestre, este limite apresenta uma mobilidade espacial e temporal que é controlada pelas condições da hidrodinâmica local. A mobilidade de uma linha de costa ao longo do tempo caracteriza a sua evolução, podendo apresentar tendências erosivas (MENEZES, 2011). As modificações na linha de costa ocorrem, em sua grande maioria, pela falta de sedimentos, esse processo se dá pela transferência de

sedimentos e/ou por efeitos resultantes da intervenção antrópica, principalmente através da construção de barragens ou obras que provocam a retenção do fluxo de sedimentos ao longo da costa (PBMC, 2014).

Para Mendonça (2005) a posição da linha de costa é resultado de interações morfodinâmicas, interações essas que são geradas pelos sistemas meteorológicos, pelo balanço hídrico e sedimentar resultante da deposição e retirada através do aporte continental e marinho, no qual o recuo acontece à erosão e o avanço ao aumento da área praial. Com a utilização de dados cartográficos históricos é possível quantificar o avanço e recuo da linha de costa, fornecendo assim, resultados muito úteis para o planejamento e gerenciamento de zonas costeiras (GONÇALVES, AWANGE e KRUEGER, 2012).

O mapeamento sistemático da linha de costa e o acompanhamento das suas modificações representam ferramentas para a geração de informações que subsidiam o planejamento e gerenciamento costeiro, pois fornecem subsídios para o estabelecimento de faixas de recuos da zona litorânea e permitem a determinação de áreas de risco de erosão costeira, contribuindo assim para a implantação de obras de intervenção direta na linha de costa (MARINO e FREIRE, 2013).

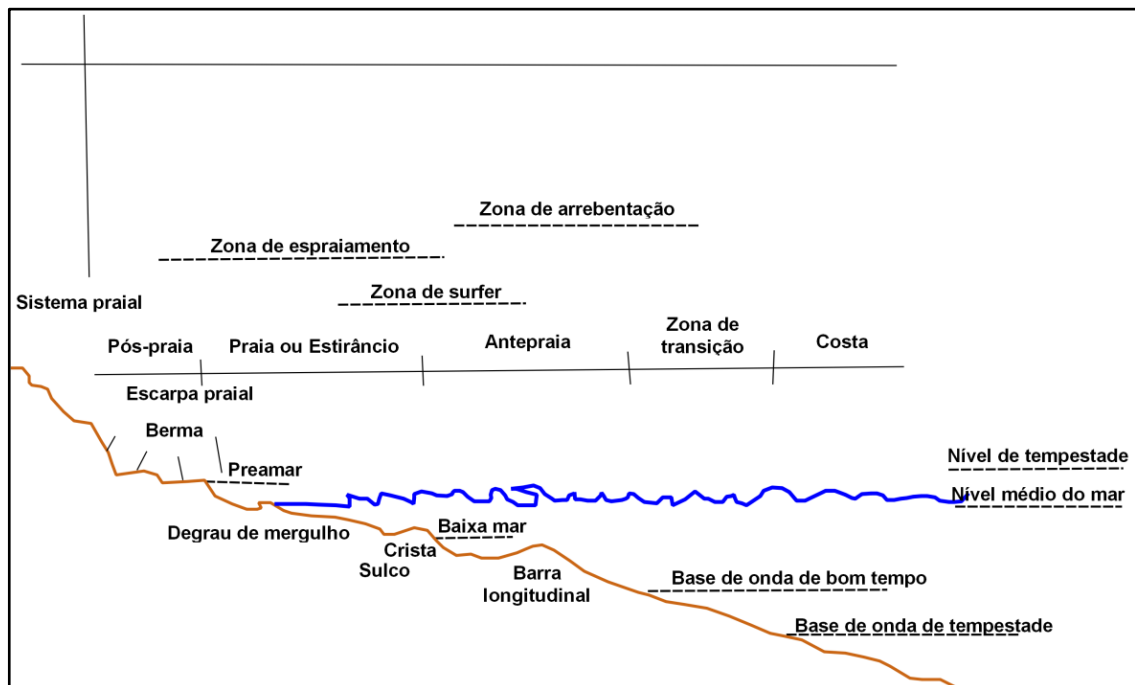
De acordo com Santos *et al.* (2012) a comparação multitemporal entre esses elementos podem permitir a identificação e a mensuração das variações temporais superficiais e volumétricas ocorridas nas superfícies praiais, sendo assim possível calcular áreas e a intensidade dos processos erosivos, assim como indicar a orientação e o transporte de sedimentos. Esta análise, na maioria das vezes, é feita a partir da utilização de imagens aéreas da área. Essas informações integradas podem ser utilizadas em questões relacionadas à evolução costeira, tais como na alimentação dos modelos de prognósticos de linha de costa e na identificação das zonas de risco.

4.2 PERFIL DE PRAIA

A classificação do perfil litorâneo contribui para verificação das diferentes formas de relevo de acordo com os elementos que contribuem para a dinâmica da morfologia litorânea, dentre os quais se destacam a ação dos fatores geológicos, oceanográficos, bióticos e climáticos. De acordo com Reanding e Collisson (1996) o perfil praial é classificado em (Figura 1): **Pós-Praia** - se situa acima da linha da

preamar, essa área só é alcançada em marés muito altas, ou seja, marés de sizígia e/ou tempestades. **Praia ou Estirâncio** – é a área de contato entre o oceano e continente, está situada entre o limite superior da preamar e inferior da baixa-mar, sendo a área que sofre com a das ondas e marés e onde ocorre a acumulação de sedimentos. **Antepraia** - a área se inicia no nível médio do mar (maré baixa), ou seja, uma região que fica submersa, sendo caracterizada por barreiras arenosas subparalela a linha da praia. **Zona de transição** – é a transição entre os continentes e as bacias oceânicas, é caracterizada pelas mudanças entre alta e baixa energia.

Figura 1- Perfil litorâneo.



Fonte: adaptado de Reanding e Collisson (1996).

4.3 MORFODINÂMICA

A morfodinâmica da praia se refere às interações dinâmicas dos processos oceanográficos. Essas interações se tornam mais complexas quando adicionados outros processos como os ventos, morfologia, geologia e características dos sedimentos (SHORT e JACKSON, 2013). As mudanças na morfodinâmica praial, como clima de ondas, transporte de sedimentos, ventos, marés, ondas, dentre outros, são fatores que determinam as transformações ocorridas no ambiente praial (OKAMOTO, 2009). Para Nascimento (2009), os fenômenos que ocorrem no meio

físico, as mudanças climáticas e a geologia são importantes para o entendimento dos processos transformadores das feições morfológicas costeiras.

O estudo da morfodinâmica das praias consiste em métodos que integram a morfologia e a dinâmica praial. Dessa forma, o processo de maior ocorrência são as erosões, que são provocadas, sobretudo, por inúmeros fatores hidrodinâmicos. Para Wright e Short (1984) a hidrodinâmica que existe ao longo da praia é o resultado da interação de ondas, dentre outros, resultados da arrebentação e dos fluxos das ondas e marés.

Os fatores climáticos e meteorológicos têm maior influência nas variações do NMM, na atuação dos ventos que agem no comportamento do clima de ondas e nas características das correntes costeiras. Dentre os diversos fatores geológicos atuantes no litoral, os de maior importância para as praias são os processos sedimentares responsáveis pelos ganhos e perdas de areia, que determinam o seu balanço sedimentar (FEITOSA, 2017).

Para Manso *et al.* (2006) o estudo temporal das variações morfológicas praias estão relacionadas as condições de ondas, tipos de sedimentos, dentre outros. Esses vêm tomando uma maior dimensão no que se refere à caracterização da estabilidade das praias, tornando-as elementos de grande importância para o monitoramento do ambiente praial. Para os mesmos autores, esses processos são responsáveis pela dinâmica sedimentar e incluem além dos processos hidrodinâmicos, a população e o crescimento urbano. A hidrodinâmica produz determinadas morfologias e induzem mudanças no padrão hidrodinâmico atuantes, ou seja, a morfologia e hidrodinâmica evoluem conjuntamente (DIAS e ROCHA-BARREIRA, 2011).

4.4 VENTOS, ONDAS E CORRENTES

O vento é o ar em movimento, que é resultante do deslocamento das massas de ar derivadas dos efeitos das diferenças da pressão atmosférica entre duas regiões diferentes (SOUZA, 2007). O ritmo climático sazonal da costa do Nordeste brasileiro é definido por dois regimes distintos, sendo uma fase de chuvas com pluviosidade superior a 100 mm, e outro seco, com precipitações inferiores a 100 mm (GREGÓRIO *et al.*, 2017). Os ventos são os responsáveis pela formação das

ondas e correntes. Esses processos influenciam diretamente nos processos morfodinâmicos de erosão, alterando assim a morfologia costeira.

As ondas são geradas pelos ventos que sopram sobre a superfície do oceano, onde a gravitacional terrestre se configura força restauradora, gerando assim as ondas superficiais de gravidade (WRIGHT COLLING e PARK, 1999). Essas ondas se configuram como a principal força motora das correntes costeiras que resultam no deslocamento e transporte de sedimentos.

As correntes são geradas pela incidência de ondas na linha de costa, de acordo com Manso *et al.* (2006) os sistemas de correntes que afetam a morfologia costeira são as correntes de marés, correntes fluviais e correntes litorâneas, e são fortes o suficiente para transportar os sedimentos.

No Brasil o clima de ondas pode ser deduzido a partir do conhecimento dos mecanismos responsáveis que geram as correntes no Atlântico Sul e áreas de tempestades nas altas latitudes, a costa leste-nordeste do Brasil é controlada pelo anticiclone estacionário Atlântico Sul (GREGÓRIO *et al.*, 2017).

4.5 MARÉS E VARIAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR

A maré é um processo complexo que engloba, principalmente, o estudo de forças astronômicas, influências meteorológicas, hidrodinâmicas, atrito com o fundo do mar. A maré se apresenta geralmente na plataforma continental como uma combinação de co-oscilação e propagação de onda (MIRANDA, CASTRO e KJERFVE, 2012).

Segundo Coelho (2016) as marés são classificadas em marés sizígia e de quadratura (Figura 2). Para o mesmo autor, as marés de sizígia ocorrem quando a Terra, a Lua e o Sol estão no mesmo alinhamento, produzindo as maiores amplitudes de maré, as maiores preamares e menores baixa-mares; as marés de quadratura, ocorrem quando as forças geradoras das marés, oriundas da ação da Lua e do Sol estão defasadas em um ângulo de aproximadamente 90°, nas situações de Lua crescente e minguante, gerando as menores amplitudes de maré.

A onda de maré é uma onda longa e suas características são modificadas quando avança do oceano profundo para as plataformas continentais, os efeitos induzidos por processos meteorológicos quando são simultâneas às marés de

sizígia, podem gerar níveis muito acima dos níveis possíveis devido somente à maré astronômica (TRUCCOLO e SCHETTINI, 1999).

Inúmeras regiões vêm sofrendo com os efeitos negativos, como consequências do aumento do nível médio do mar. Com a elevação do nível médio do mar e dos eventos extremos, é previsto que as mudanças nas condições costeiras, como a erosão das praias e o branqueamento dos corais afetem os recursos locais (OLIVEIRA, SILVA e HENRIQUES, 2009).

Pickering *et al.* (2012) afirmam que apesar de vários estudos onde são abordados cenários futuros para a variação do NMM, os eventos mais danosos ocorrerão na preamar da maré de sizígia. De acordo com os mesmos autores, esses estudos devem levar em consideração as modificações de marés, mudanças nas dinâmicas sedimentares, sendo necessário aplicar as variações nas componentes de maré astronômica, muitas vezes consideradas constantes, nos cenários de subida do nível médio do mar.

Estudos aprofundados sobre marés, alturas e outras características, os registros são realizados por marégrafos. De acordo com IBGE (2010), os marégrafos têm como objetivos determinar a posição geocêntrica, a variação temporal de no mínimo uma estação geodésica, com precisão científica no entorno do marégrafo. Esses estudos contribuem para verificação das diferenças de nível e do geopotencial, assim como as variações temporais entre os sensores e estabelecer redes de estações geodésicas que sirvam de referência para vinculações a Nível Médio do Mar.

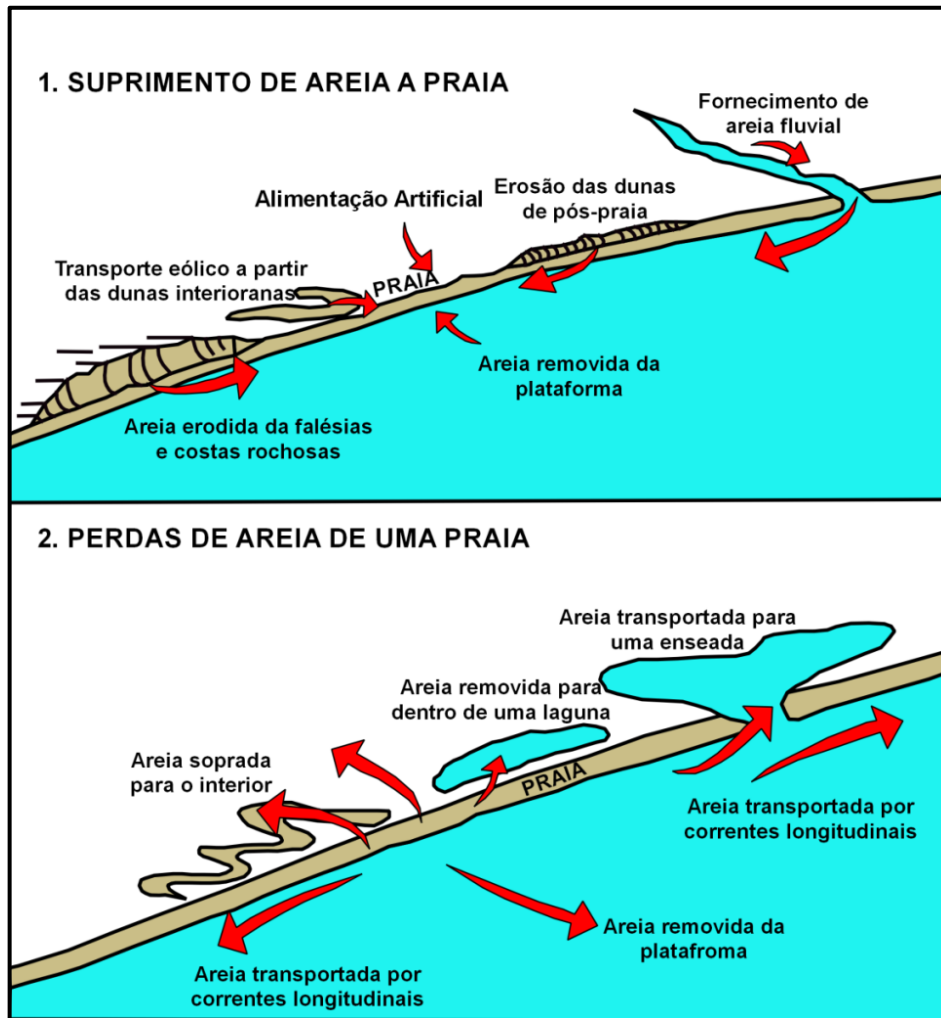
4.6 SEDIMENTOS

As praias são formadas por acumulações de sedimentos ao longo do litoral. Os sedimentos que se encontram junto à linha de costa, estão em constante movimentação, procurando sua posição no perfil de equilíbrio em função das características geomorfológicas e hidrodinâmicas do ambiente costeiro (GREGÓRIO *et al.*, 2017).

Os movimentos das águas exercem atritos sobre os sedimentos da praia, causando variações espaciais e temporais em seu transporte, que ocasionam mudanças morfológicas e provocam modificações no padrão hidrodinâmico. A

Figura 2 ilustra que as variações dos suprimentos de sedimentos que ocorrem nas praias são reflexos das mudanças que ocorrem (BIRD, 1985).

Figura 2 - Aporte ou dissipação de sedimentos nas praias.



Fonte: adaptado de BIRD, 1985 *apud* MARTINS, 1997.

De acordo com Brasil (2008) uma das principais causas da erosão é a falta de suprimento sedimentar, seja ela por escassez de fonte natural ou pela retenção de sedimentos nos rios, dentre outros, como exemplo, tem-se a erosão na costa pernambucana, que se ampliou de Recife até a ilha de Itamaracá, após a construção de um quebra-mar de Recife e espigões em Olinda.

A troca de estoques de areia entre a porção emersa e submersa do perfil praiar, ocorre principalmente durante os ventos de tempestade que normalmente são mais significativos em regiões temperadas, erodindo as áreas e provocando modificações na linha de costa (GREGÓRIO *et al.*, 2017). Esses transportes de

sedimentos são influenciados diretamente pelas suas características, como a sua granulometria.

4.6.1 Granulometria

A granulometria especifica as características granulométricas dos sedimentos, sendo composta por vários fatores, dentre eles, a média, selecionamento e a assimetria, entre outros parâmetros estatísticos (JESUS e ANDRADE, 2013). Para Calliari (1980), com a análise a partir dos parâmetros estatísticos torna-se possível fazer análises da distribuição do grão de forma qualitativa e quantitativa.

4.6.1.1 Média

A média é a definição do tamanho médio das partículas, Martins (2003) afirma que a granulometria média dos sedimentos da praia são classificadas entre areia muito fina a média. Wentworth (1922) classificou a média dos sedimentos de acordo com o seu tamanho: cascalho -1ϕ , areia muito grossa -1 a 0ϕ , areia grossa 0 a 1ϕ , areia média 1 a 2ϕ , areia fina 2 a 3ϕ , areia muito fina 3 a 4ϕ e a lama 4 a 5ϕ .

4.6.1.2 Seleção

De acordo com Briggs (1997) e Muehe (1994) a seleção é a medida de dispersão das amostras de sedimentos (desvio padrão) em relação à média. Folk e Ward (1957) classifica a seleção de acordo com o phi (ϕ) das amostras de sedimentos, sendo eles, muito bem selecionado $< 0,35$, bem selecionado $0,35$ a $0,50$, moderadamente selecionado $0,50$ a $1,00$, pobremente selecionado $1,00$ a $2,00$ e extremamente mal selecionado $> 2,00$.

4.6.1.3 Assimetria

A assimetria é o grau do desvio da curva, podendo ser positivo ou negativo, identificando se a curva é simétrica ou assimétrica, para Folk e Ward (1957) a assimetria é separada em cinco limites - $1,0$ a $-0,3 \phi$ assimetria muito negativa; -

0,3 a $-0,1 \phi$ assimetria negativa; $-0,1$ a $0,1 \phi$ simétricas; entre $0,1$ até $0,3 \phi$ assimetria positiva; e entre $-0,3$ a $-1,0 \phi$ assimetria muito positiva.

4.7 BATIMETRIA

A batimetria consiste na obtenção de informações subaquáticas de profundidade, que geralmente faz uso de sonares de varrimento que permitem a captação de ondas acústicas para a medição das profundidades. Dentre as várias possibilidades de aplicações citam-se o estudo do relevo do fundo dos oceanos, capacidade de armazenamento e monitoramento de assoreamento de reservatórios (QUEIROZ e GONÇALVES, 2016).

Para Frazão (2011) o estudo batimétrico é a medição da profundidade dos oceanos, lagos e rios, a qual é apresentada por curvas batimétricas onde são unidos pontos de mesma profundidade com equidistâncias verticais, à semelhança das curvas de nível topográfico.

A partir dos avanços das tecnologias, os levantamentos batimétricos vêm sendo realizados com o auxílio de receptores GNSS e ecobatímetros para mensuração da profundidade (FARIA *et al.*, 2017). Os levantamentos batimétricos fornecem as estimativas mais acuradas sobre a produção de sedimentos, já que representa de melhor forma a variação temporal de eventos extremos (DE VENTE *et al.*, 2013).

Em suma, os ecobatímetros são os equipamentos utilizados pela batimetria para medir a profundidade. Esse equipamento é constituído de uma fonte emissora de sinais acústicos e um relógio interno que mede o intervalo entre o momento da emissão do sinal e o instante em que o eco retorna ao sensor, esse som é captado pelo transdutor que converte as ondas de pressão do eco em sinais elétricos (FRAZÃO, 2011).

5 GEOTECNOLOGIAS

As geotecnologias são um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica. Dentre as geotecnologias destacam-se o SIG - Sistemas de Informações Geográficas, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto por Satélites, Sistema de Posicionamento Global, Aerofotogrametria, Geodésia e Topografia, dentre outras (PEZZUTO, LABAKI e FRANCISCO FILHO, 2009).

O termo geotecnologias apresenta várias definições dentro da comunidade científica, até mesmo por se tratar de uma temática recente e por trazer em sua base aspectos de várias áreas de estudos, contribuindo para associar aparatos computacionais às variáveis espaciais (SOUZA, 2015).

A utilização das geotecnologias vem se mostrando de grande importância para diversos estudos, permitindo minimização de efeitos e impactos ambientais, dando suporte à tomada de decisões para um ambiente sustentável. Dessa forma se torna importante o conhecimento das informações sobre a superfície terrestre através das técnicas de geoprocessamento, pois a confiabilidade e a rapidez no processo permitem uma maior facilidade na aquisição e mapeamento de dados (SOUZA, *op. cit.*).

É possível identificar inúmeras atividades de mapeamento que podem ser realizadas para diversos fins. Essas podem ser aplicadas a diversos ambientes e localidades como o mapeamento costeiro que distinguem feições, estruturas e processos existentes na região costeira, passíveis de mapeamento, tais como: linhas de costa, dunas, vegetação, vida marinha, fundo dos oceanos, ventos, ondas, Nível Médio do Mar, relevo e o transporte de sedimentos (QUEIROZ e GONÇALVEZ, 2016).

Em análises temporais, é comum encontrar mudanças nos ambientes costeiros em longo e a curto prazo. A longo prazo pode estar relacionado a mudanças, como por exemplo, ao NMM, transporte de sedimentos, energia das ondas, controles geológicos que provocam mudanças em sua posição ao longo de um período de cem ou mais anos. Já, os relacionados a curto prazo podem ocorrer em escalas de tempo menores (décadas) que estão relacionados ao movimento diário, mudanças mensais ou sazonais nas correntes, marés, ondas, clima e eventos episódicos (MENDONÇA *et al.*, 2014).

5.1 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO PO SATÉLITE (GNSS)

Com a modernização das técnicas e métodos de posicionamentos em especial pela aquisição de dados associados ao *Global Navigation Satellite System* (GNSS), foram atualizadas as especificações e normas para levantamentos geodésicos (IBGE, 2017). Para Schwchow (2018) o GNSS é um sistema de navegação composto por satélites artificiais que orbitam a terra, transmitindo neste processo sinais de rádio contendo observáveis como as efemérides de suas posições e o tempo de transmissão destas.

O GNSS é o termo utilizado para se referir aos sistemas de posicionamento global por satélites existentes na atualidade, incluindo o GPS (*Global Positioning System*), GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*), Galileo e o Beidou/Compass (QUEIROZ e GONÇALVES, 2016). Para Jerez e Alves (2019) hoje em dia, GLONASS (sistema de satélite de navegação GLOBAL) e GPS (*Global Positioning System*) são os sistemas disponíveis com constelações completas, ressaltando que o uso de mais de uma dessas ferramentas é importante devido ao número de satélites visíveis e isso aumenta o número de observáveis melhorando assim a geometria dos satélites.

De acordo com Chuerubim (2015) a qualidade do posicionamento *Global Navigation Satellite System* depende da aquisição e processamento dos dados, como o tempo, tipo de receptor, a antena, quantidade e comprimento da linha de base. Existem diferentes métodos para se realizar um levantamento GNSS, que podem ser agrupados em estático e relativo. Essas classificações dependem do tipo de receptor e da portadora utilizada e sua finalidade.

No posicionamento absoluto, as coordenadas estão associadas diretamente ao geocentro e no relativo, são determinadas com relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas (POLEZEL, 2010). Esses posicionamentos podem ter duas características, se o receptor estiver estático é caracterizado como posicionamento estático e se estiver em movimento é caracterizado como posicionamento cinemático (MONICO, 2000).

Ressalta-se que para a presente pesquisa foi usado o método de posicionamento relativo. Um dos usos práticos do GNSS é o levantamento de linha de costa, sendo este responsável pelo levantamento geodésico com o objetivo de determinar a trajetória, pelas coordenadas, em um determinado instante de tempo

com Monico (2008) seguem as definições para cada método de posicionamento relativo:

Estático - o posicionamento relativo estático, tanto o receptor do vértice de referência quanto o receptor do vértice de interesse devem permanecer estacionados durante o levantamento, o tempo de rastreo (medição) devendo ser maior que 20 minutos.

Estático-rápido - O posicionamento relativo estático-rápido segue do mesmo princípio do estático, a diferença básica é a duração da sessão de rastreo, que dura um período inferior a 20 minutos.

Stop and go ou semicinemático - Este método de posicionamento é uma transição entre o estático-rápido e o cinemático, onde o receptor que ocupa o vértice de interesse permanece estático, um curto período de tempo, quanto maior a duração do levantamento, melhor a precisão na determinação de coordenadas.

Cinemático - No posicionamento relativo cinemático, enquanto um ou mais receptores estão estacionados no vértice de referência, o receptor de coleta permanece em movimento. Esses dados podem ser processados após a coleta (pós-processados) ou simultaneamente a coleta.

Um posicionamento relativo é caracterizado pelo rastreo simultâneo dos satélites em no mínimo dois receptores, para a determinação de uma trajetória. É importante mencionar que um receptor geodésico deve ser instalado em uma estação de coordenadas conhecidas, denominada de base e o outro aparelho é instalado no local onde se deseja obter as coordenadas geodésicas, denominado de estação móvel ou itinerante (SEEBER, 2003; MONICO 2008).

Seeber (2003) afirma que os métodos cinemáticos de levantamento se caracterizam pelo receptor permanecer em pleno movimento e o nível de precisão após o processamento é de 10 cm dependendo das condições do levantamento.

5.2 PROCESSAMENTO DE DADOS

Neste tópico é apresentada a base conceitual dos componentes necessários para a etapa de processamento dos dados obtidos para a pesquisa, sendo eles, o Sistema Geodésico Brasileiro e a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo.

5.2.1 Sistema Geodésico Brasileiro

O Sistema Geodésico de Referência (SGR) é o conjunto de constantes, convenções, modelos e parâmetros fundamentais para a representação geométrica e física da posição espacial de objetos e eventos. O Sistema Geodésico Brasileiro é caracterizado pelos pontos geodésicos implantados na superfície terrestre delimitando o país (MONICO, 2008).

O SGB é composto pelas redes planimétrica, altimétrica e gravimétricas e começou a ser implantado pelo IBGE em 17 de maio de 1944. Atualmente o SGB é o SIRGAS2000 (Sistema Geocêntrico para as Américas). Os sistemas de referência altimétricos são definidos através das estações maregráficas e materializados pelas redes observadas por nivelamento geométrico

O SIRGAS é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, é um sistema geocêntrico, e sua realização é uma densificação regional do ITRF (International Terrestrial Reference Frame) para a América Latina e Caribe, com um elipsoide de referência o GRS80 (*Geodetic Reference System* de 1980), recomendado pela IAG (*International Association of Geodesy*), além de ser considerado geometricamente similar ao sistema WGS84.

5.2.2 Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC)

As estações da RBMC desempenham o papel do ponto de coordenadas conhecidas pertencentes ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), excluindo assim a necessidade de que o usuário imobilize um receptor em um ponto com dificuldades de acesso (IBGE, 2008). A rede é um serviço de posicionamento em tempo real, onde os dados são disponibilizados via internet, disseminando a correção de dados. As correções são recebidas pelo receptor GPS, atualmente (2019) o IBGE recebe informações de 120 estações espalhadas pelo Brasil.

5.3 MODELO DIGITAL DO TERRENO

O Modelo Digital do Terreno (MDT) é uma representação da superfície contínua do terreno por um número de pontos selecionados com coordenadas x, y e z (BARBOSA, 1999). Para Medina; Medina (2007) o MDT não condiz apenas a uma

feição altimétrica de determinada região, mas também como representação contínua de qualquer feição como, vegetação, hidrologia, dentre outros.

Conforme Mitishita, Saraiva e Machado (2003) o modelo matemático de superfícies não consiste somente na construção de um modelo digital do terreno, mas também deve possuir algoritmos de interpolação de valores de altitude em pontos que não correspondem somente às amostras. De acordo com McCullang (1988), os requisitos para a escolha da função interpoladora são que produza uma superfície contínua, o tempo de computação e propriedades de interesse para a aplicação.

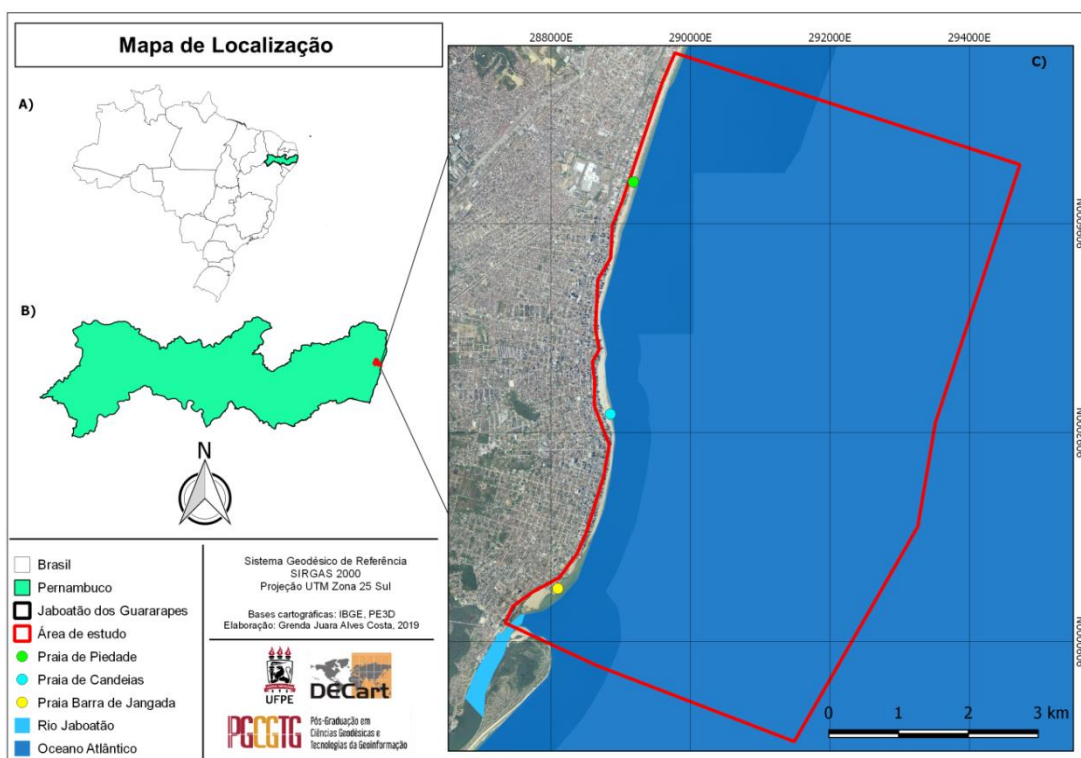
6 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos constituem as principais etapas para consolidação da pesquisa, dentre as quais destacam-se os principais procedimentos metodológicos para a obtenção de resultados satisfatórios.

6.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende as praias do município de Jaboatão dos Guararapes, localizado no litoral pernambucano entre as coordenadas Norte de 9096856 m N, 9098390 m N, 9090226 m N e 9088499 m N e Leste de 294728 m E, 289794 m E, 287426 m E e 291520 m E fazendo parte da Região Metropolitana de Recife (RMR). Na Figura 4A é possível visualizar a localização do estado de Pernambuco (Nordeste), 4B o município de Jaboatão dos Guararapes na região litorânea de Pernambuco e em 4C o litoral pesquisado. A região é composta por três praias, sendo elas, Praia de Piedade, Candeias e Barra de Jangada, perfazendo cerca de 8 km de extensão.

Figura 4 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: A autora, 2020.

De acordo com o INMET (2009), o clima da região tem a predominância de temperaturas altas, com médias de 25° C, podendo chegar à máxima de 32° C e a mínima de 18° C, e uma precipitação de até 2.000 mm/ano.

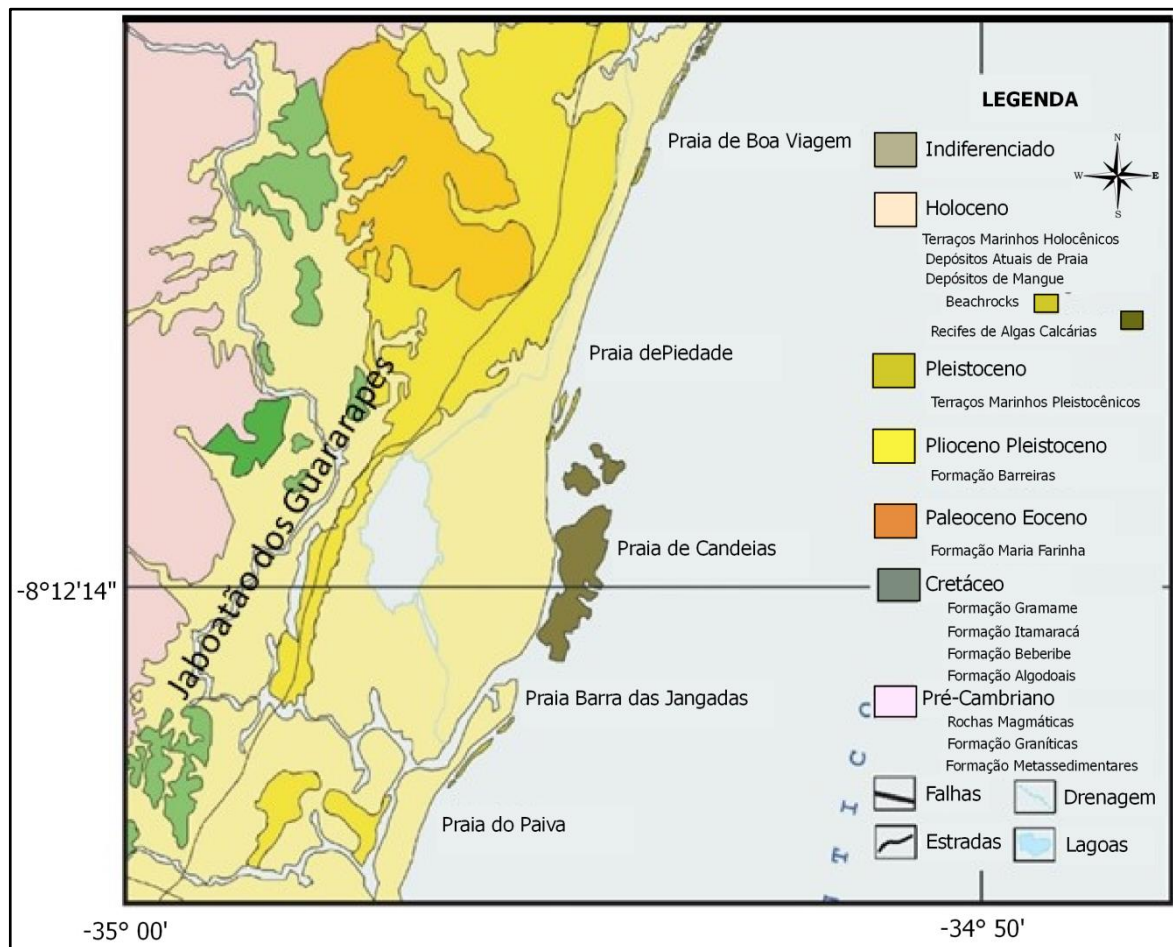
De acordo com Manso (2003) no litoral pernambucano uma das principais características é a presença de linhas de arenito paralelas à costa, o que serve de base para o desenvolvimento dos corais e algas calcárias, a área de estudo apresenta a presença de recifes de arenitos e algas calcárias na praia de Candeias e praia de Piedade.

A grande maioria dos recifes de corais ao longo da costa do litoral pernambucano é constituída de corpos alongados paralelos à linha de costa, na área se encontram depósitos de pântanos associados ao afogamento da região costeira ocorrido na última transgressão, bancos de arenito e recifes de corais de idade holocênica instalados sobre os bancos de arenitos (DOMINGUEZ *et al.*, 1990).

Ainda para Domingues *et al.* (1990) ao longo da costa de Pernambuco existem dois conjuntos de terraços arenosos com características tipicamente marinhas, sendo eles, os terraços mais altos, com altitudes de 7 a 11 m acima da preamar atual, que apresentam nos afloramentos vestígios de antigas cristas de cordões litorâneos e os terraços com altitudes variando de 1 a 5 m acima da preamar atual que formam faixas alongadas de larguras variáveis.

De acordo com Manso (2003) os terraços marinhos Holocênicos originam áreas susceptíveis à erosão marinha, não apresentam estoque de areia suficiente para a manutenção do equilíbrio morfodinâmico das praias atuais (Figura 5). Para Gois (2011), o litoral pernambucano não possui condição favorável à acumulação de depósitos de sedimentos, como por exemplo, ausência de dunas.

Figura 5 - Mapa geológico do município do Jaboatão dos Guararapes.



Fonte: Projeto MAI, 2006.

6.2 MATERIAIS

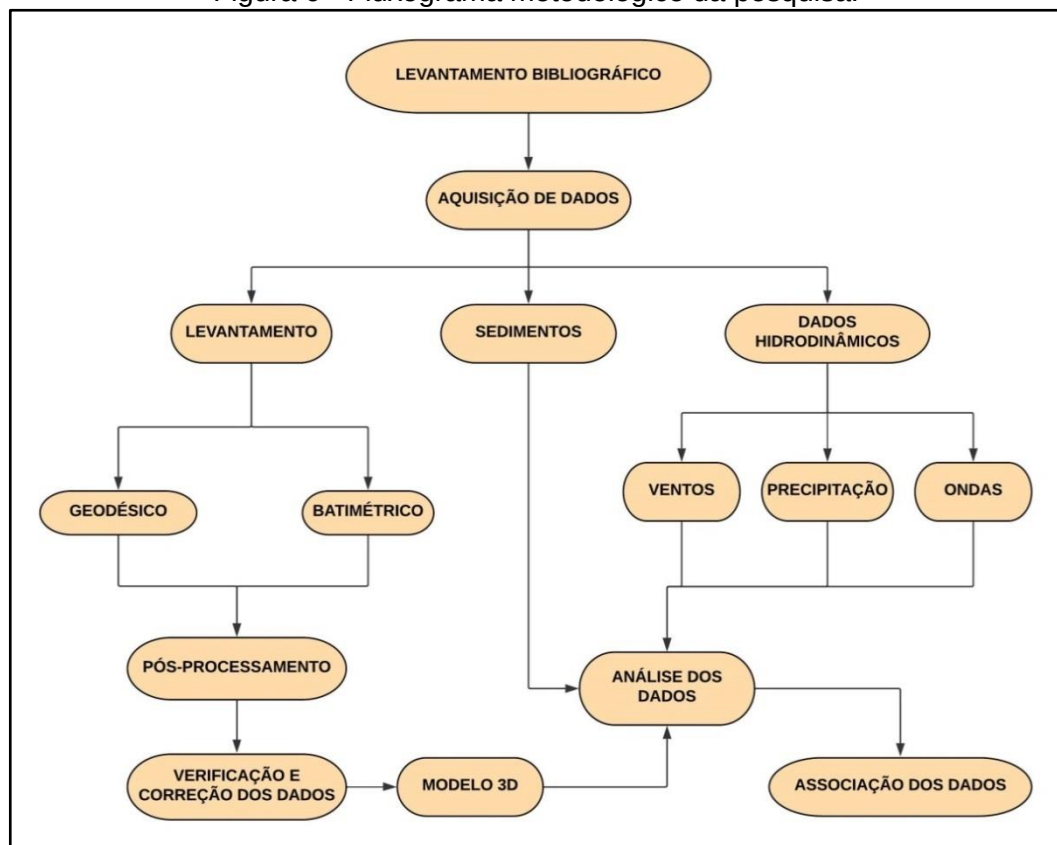
Os equipamentos utilizados para elaboração da dissertação foram: receptores GNSS da *Topcon Hiper Lite Plus* e acessórios, bastão, tripé, *software* da *topcon tools*, *software* ArcGIS 10.5, *software* QGIS 2.18, *software* SURFER 13 (versão gratuita de 15 dias) e *software* Excel e Statistic. Os materiais utilizados para as análises dos sedimentos foram os do projeto MAI (Monitoramento Ambiental Integrado, 2007) e Gramnar (Avaliação dos Granulados Marinheiros do Litoral do Brasil, 2005), sendo utilizada para a coleta dos sedimentos uma draga manual e para as análises os *softwares* ANASED e Sysgram. Para a batimetria o projeto MAI utilizou uma ecossonda *Garmin GPSMap 298*, o equipamento foi acoplado à embarcação *Mattang*, e utilizado o *software* *Garmin MapSource*. Os dados hidrodinâmicos utilizados foram os disponibilizados pela INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), SISMO (Sistema de Informações Meteo-Oceanográficas em

Tempo Real) e PNBOIA (Programa Nacional de Boias), após a obtenção desses dados eles foram manuseados nos *softwares Excel, GRAPHER e Statistic*.

6.3 MÉTODOS

O processo metodológico da pesquisa foi dividido em etapas, a fim de uma melhor execução dos objetivos descritos, conforme demonstra o fluxograma ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma metodológico da pesquisa.



Fonte: A autora, 2020.

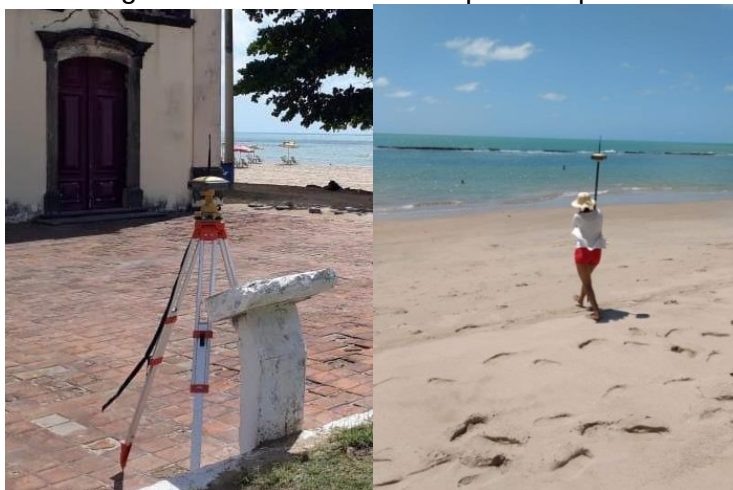
6.3.1 Levantamento Geodésico

Inicialmente foi realizado um planejamento em momento anterior à coleta de dados, no qual se levou em consideração as marés mínimas de sizígia dos meses do levantamento, obtidas na tábua de maré disponibilizadas no Centro de Hidrografia da Marinha (Marinha do Brasil), onde foram observados os dias com marés de amplitude abaixo de 0,4 metros da maré de sizígia.

A aquisição dos dados geodésicos da área ocorreu entre os meses de setembro (dias 27 e 28) e outubro (dia 23) de 2018 durante o turno da manhã, na maré mínima de sizígia. Os levantamentos foram conduzidos com receptores GNSS (*Global Navigation Sattelite System*) da *Topcon Hiper Lite +*. Utilizou-se a técnica de levantamento relativo cinemático, no qual a base ficou estacionada em um ponto de coordenadas conhecidas e o outro em movimento e os dois receptores coletaram os dados simultaneamente. O ponto de coordenadas conhecidas para a instalação da base foi na estação de referência implantada frente à Igreja Nossa Senhora da Piedade. A Igreja está situada à Avenida Beira Mar (Figura 7), Largo da Piedade, no município de Jaboatão dos Guararapes nas coordenadas 289086,345m E e 9096452,613m N, zona UTM (Universal Transversa de Mercator) 25 S.

No dia 22 de abril de 2019 foi realizado o levantamento para a base, no qual a base ficou estacionada no ponto coletando os dados por quatro horas seguidas, para que pudesse ser feito o processamento dos dados com a RMBC PERC, instalada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pernambuco (IFPE) em novembro de 2018.

Figura 7 - Levantamento de perfil de praia.

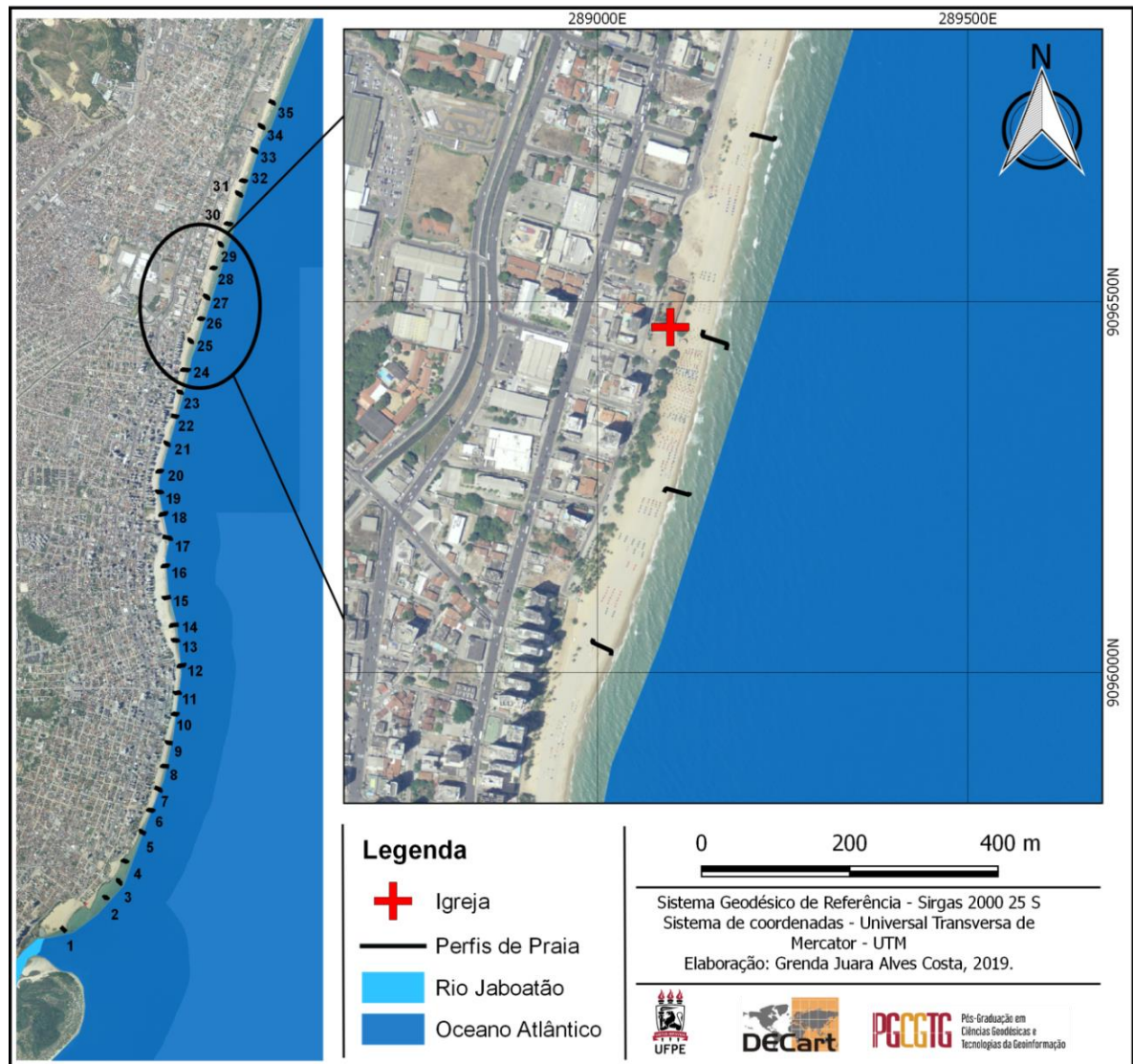


Fonte: A autora, 2020.

Os levantamentos foram realizados em todas as praias do município, seguindo o padrão do trecho ilustrado na Figura 8, onde o receptor da *Topcon* (base) ficou instalado no ponto de coordenadas conhecidas, enquanto que o outro receptor da *Topcon* (receptor móvel) seguiu se deslocando em modo cinemático no sentido de caminhamiento em todo o litoral de Jaboatão dos Guararapes (Norte -

Sul) com taxa de 5 segundos para coleta dos dados. A coleta obteve um total de 35 perfis que foram delimitados de acordo com a proximidade dos perfis topobatimétricos disponibilizados pelo projeto MAI, para que assim fosse pudesse ser feita a interpolação dos dados.

Figura 8 - Localização dos perfis de praia.



Fonte: A autora, 2020.

6.3.2 Processamentos dos dados

Após o término de cada levantamento, os dados foram transferidos dos receptores para o computador e feita a verificação dos pontos obtidos. O *software* utilizado para o processamento, geração de relatórios e exportação dos dados para

o manuseio em ambiente SIG e edição de tabelas foi o *TopconTools* v.8.3.2 da *Topcon*, disponibilizado pelo laboratório de Geodésia-LAGEO do Departamento de Engenharia Cartográfica (DECART). Esse processamento foi feito após cerca de quinze dias, devido à espera pelas órbitas precisas que são disponibilizadas pelo GNSS *calendar* (<http://www.gnsscalendar.com/>) para uma melhor precisão dos dados.

O processamento da base foi realizado utilizando a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS) PERC-Recife, que está estacionada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) e as órbitas precisas baixadas diretamente do *Topcon Tools* obtendo as coordenadas geodésicas (latitude, longitude e altitude elipsoidal).

Com os dados da base processados fez-se o processamento dos dados dos levantamentos de setembro e outubro de 2018, no qual foi utilizado o resultado da base como ponto fixo e as órbitas precisas para cada dia de levantamento. Foram obtidas as coordenadas geodésicas (latitude, longitude e altitude elipsoidal) dos pontos e estas convertidas para UTM (Norte, Leste) SIRGAS 2000 25 Sul.

Utilizou-se o *software* MAPGEO2015 do IBGE para a obtenção da ondulação Geoidal de cada ponto, com o intuito de referenciar as elevações obtidas no modelo geoidal adotado. Logo após os dados obtidos foram inseridos de acordo com a fórmula abaixo para a conversão das altitudes elipsoidais para ortométricas.

$$H = h - N$$

Em que: H =Altitude ortométrica;

h = Altitude elipsoidal;

N = Altura Geoidal ou Ondulação Geoidal.

6.3.3 Dados Batimétricos

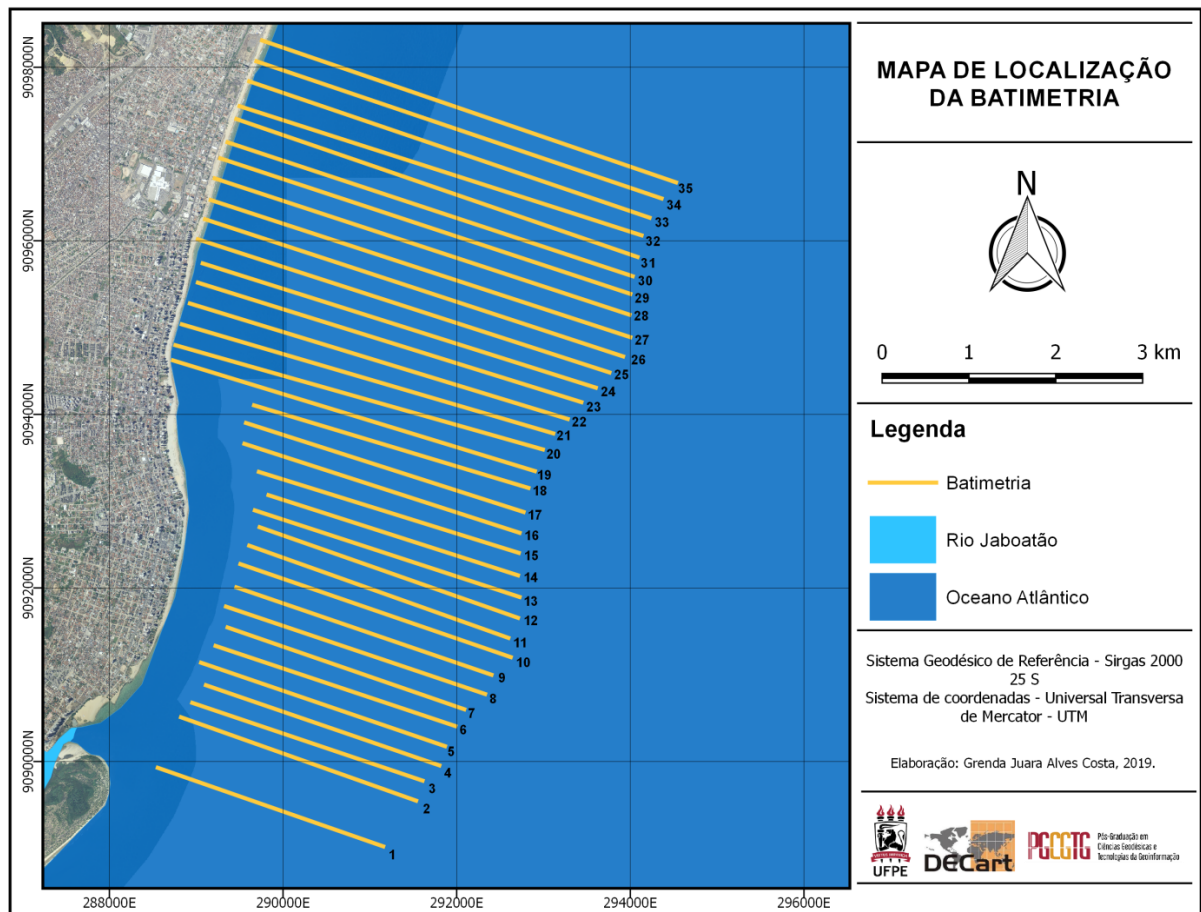
Os dados batimétricos utilizados foram os do projeto MAI, coletados entre os anos de 2006 a 2007. Na pesquisa foram utilizados 35 perfis batimétricos perpendiculares à linha de costa. O espaçamento é de 200 m entre si, com uma extensão em torno de 4 km e 15 m de profundidade ao longo da plataforma continental interna (Figura 9).

Para a coleta dos perfis, o projeto MAI, utilizou uma ecosonda *Garmin GPSMap* 298, o equipamento foi acoplado à embarcação *Mattang*, e o *software*

Garmin MapSource e programado para operar em uma frequência de 200KHz. Após a coleta os dados foram armazenados com intervalo de três segundos de cada ponto, no sistema de coordenadas UTM, sistema geodésico de referência SIRGAS 2000.

Os dados, após a coleta, foram descarregados diariamente em laboratório e realizadas as correções de altura, transdutor e maré, sendo referenciados em função do zero hidrográfico (nível de referência para a altura da maré para a região) e dessa forma os perfis totalizam 13. 656 pontos.

Figura 9 - Localização da batimetria.



Fonte: A autora, 2020.

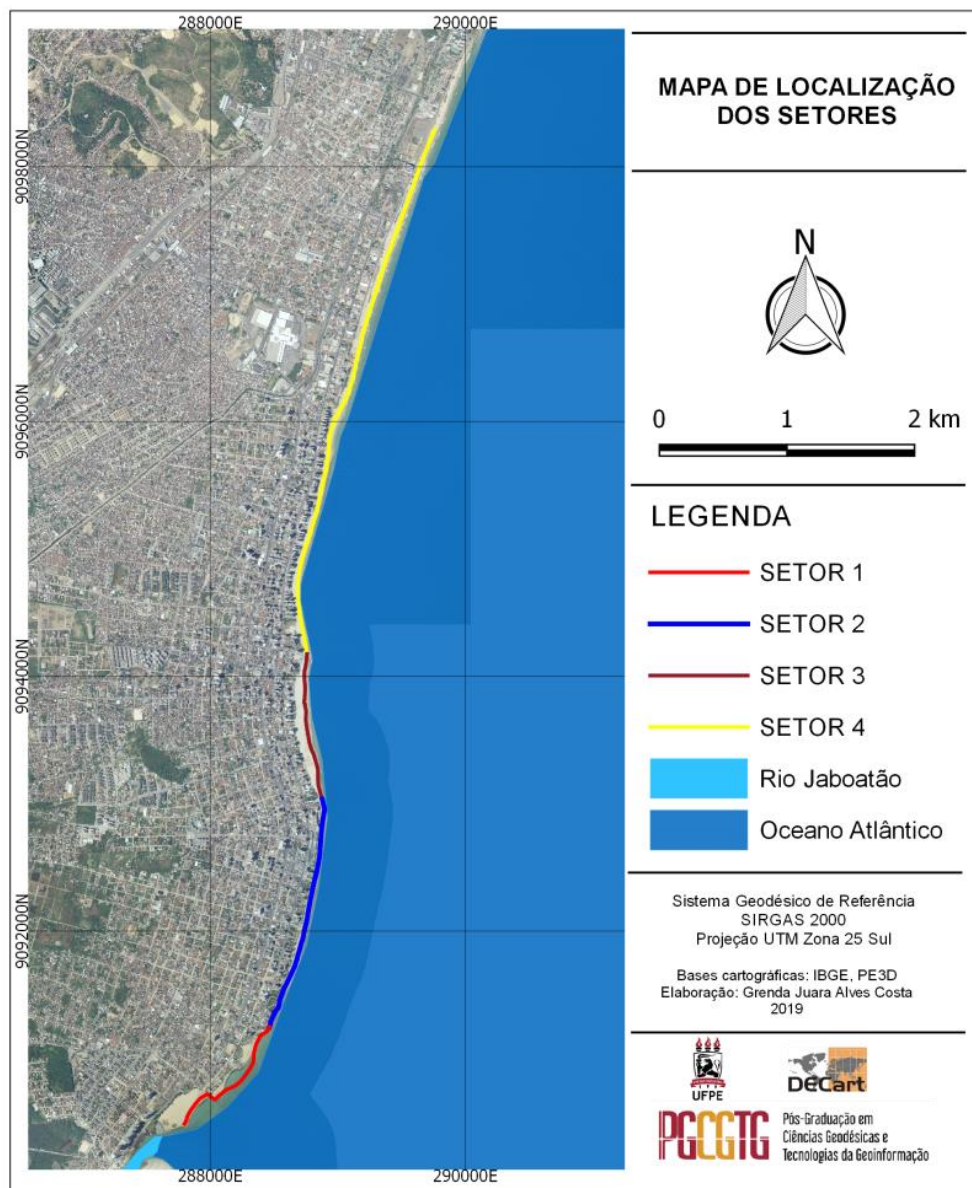
6.3.4 Geração do Modelo Tridimensional

Após o processamento e a interpolação dos perfis topográficos e batimétricos (topobatimétricos), os dados obtidos após o processamento em setor 1, 2, 3 e 4,

compreendendo assim toda a faixa litorânea do município de Jaboatão do Guararapes (Figura 10).

Para a geração do tridimensional dos dados topobatimétricos, foi utilizada a interpolação através da *krigagem* no *software SURFER*. Essa técnica consiste na conexão de pontos com distribuição regular e irregular, formando assim triângulos não sobrepostos, realizando posteriormente interpolação dos valores entre eles. De acordo com Carter e Gregorich (2008) a utilização da *krigagem* envolve uma ponderação dos pontos mais próximos do verdadeiro, através de equações específicas.

Figura 10 - Localização dos setores, Jaboatão dos Guararapes.

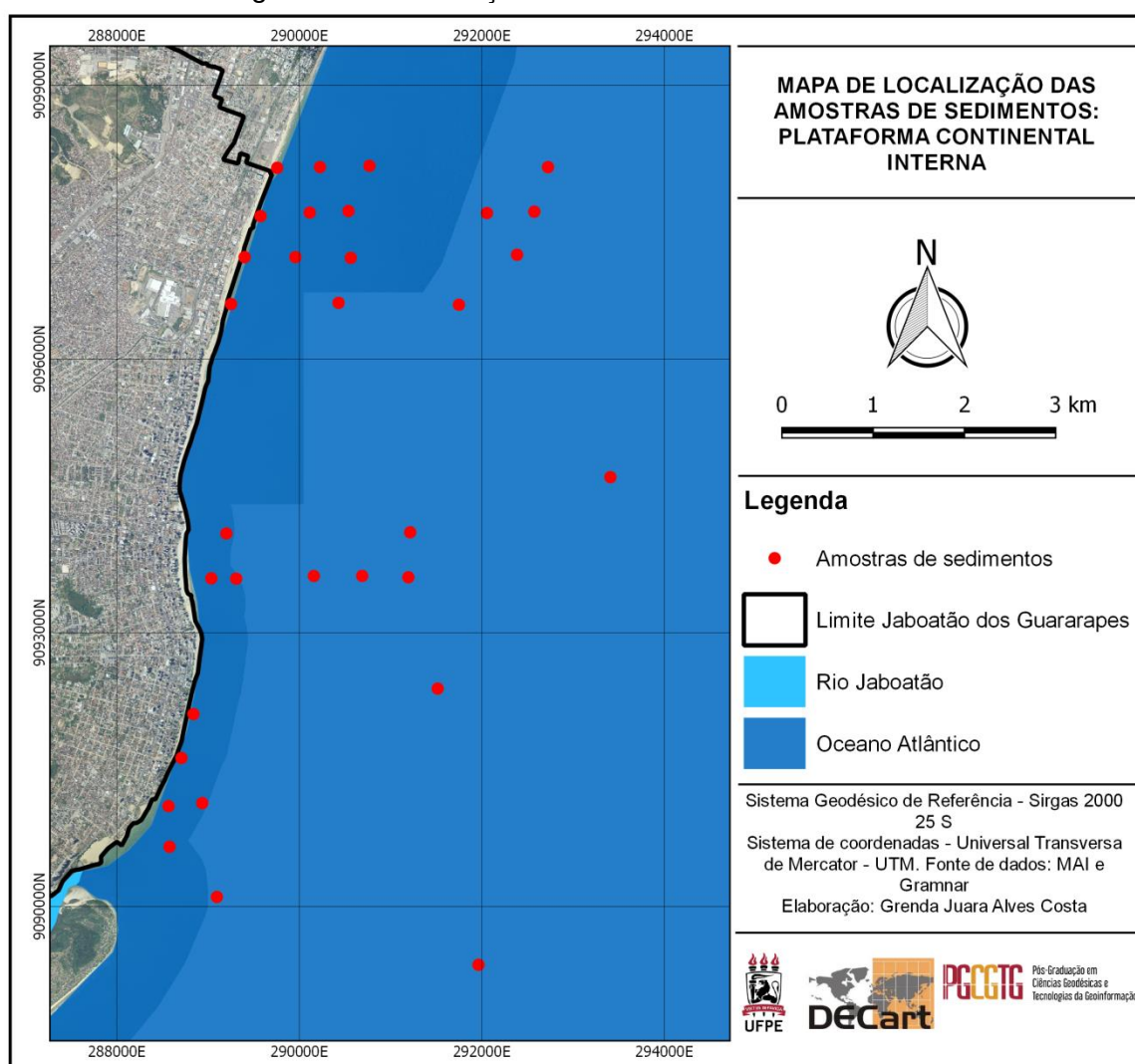


Fonte: A autora, 2020.

6.3.5 Dados de sedimentos

Os dados de sedimentos utilizados correspondem aos do projeto GRANMAR (BRASIL, 2005) e o do projeto MAI, dos anos de 2006 e 2007, onde as amostras já tinham sido todas analisadas. Ressalta-se ainda que os sedimentos foram coletados simultaneamente com o levantamento batimétrico da área. Na Figura 11 é possível visualizar a localização das amostras de sedimentos.

Figura 11 - Localização das amostras de sedimentos.



Fonte: A autora, 2020.

As coletas dos sedimentos foram realizadas com a utilização de uma draga pontual do tipo Van Veen e posicionada com receptor, fornecendo 32 amostras. Em seguida, os dados foram tratados em laboratório para à análise granulométrica segundo a metodologia de Suguio (1973). Cada amostra foi dividida e pesada (100

gramas por amostra) em uma balança de precisão, onde primeiramente fez-se a separação da fração lamosa e eliminação de sais solúveis, utilizando-se peneiras de 2,0 e 0,62 mm de abertura. O material foi levado para secagem em uma estufa a temperatura de 60°C, no período médio de 48 horas. Após esse procedimento foi realizado o peneiramento seco com um intervalo de 1Φ (phi). Os resultados foram trabalhados no *software* ANASED e no *software* Sysgram e posteriormente convertidos em dados estatísticos para a elaboração de gráficos, tabelas e mapas.

Os dados dos sedimentos da praia utilizados correspondem aos dados de Lima (2016), onde foram realizados levantamentos nas praias do município do Jaboatão dos Guararapes durante o mês de setembro de 2014, na mare baixa de sizígia. A coleta das amostras foi realizada com cerca de 500 m de distância entre si, na região da pós-praia e na face média da praia, devido à ação de realimentação artificial do local, obtendo assim 19 amostras, seguindo a mesma metodologia utilizada no estudo elaborado pelo projeto MAI, Suguio (1973). As análises geoestatísticas foram realizadas através das análises das médias, assimetrias e grau de seleção em programas específicos, tanto para 32 amostras da plataforma continental interna, quanto para as 19 amostras das praias.

6.3.6 Dados para as linhas de costa

Para a delimitação das linhas de costa, utilizaram-se imagens aéreas dos anos de 1974, 1981, 1997, 2013, 2015 e 2016 (SANTOS JUNIOR, 2017). As imagens dos três primeiros anos foram obtidas pela Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife–FIDEM com escala de 1:6000. Para os anos de 2013, 2015 e 2016 foram utilizadas imagens do Google Earth. Todas as imagens foram georreferenciadas nos Sistema Geodésico de Referência Sirgas 2000 e sistema de coordenadas UTM 25S. A linha de costa do ano de 2018 foi delimitada através dos dados obtidos no levantamento geodésico.

Foram utilizados 2 anos como bases de comparação, o ano de 1974 (antes da realimentação artificial) e 2013 (depois da realimentação artificial) para a realização do cálculo das distâncias dos transectos através da extensão DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) do *software* ArcGis, e assim, ser obtido o cálculo das variações das taxas anuais em metros. Após os dados serem processados foram transferidos para softwares específicos e realizadas as análises e

comparações estatísticas das variações em relação ao ano de 1974 e 2013, durante um período de 45 anos. Para isso fez-se a identificação manual através da vetorização das áreas entre os anos analisados e os anos bases, para que assim fossem obtidas as áreas onde ocorreram as progradações e retrogradações.

A área de estudo foi dividida em quatro setores, sendo classificados de acordo com as mudanças nas direções da linha de costa do município, sendo eles localizados de sul para o norte (Figura 10), como setor 1 (praia de Barra de Jangada), setor 2 (praia de Candeias e porção sul da praia de Piedade), setor 3 (área central da praia de Piedade) e setor 4 (parte mais ao norte da praia de Piedade).

6.3.7 Dados meteorológicos e oceanográficos

Os dados relacionados a velocidades e direção dos ventos e a precipitação foram obtidos no Banco de Dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), a estação escolhida foi a de Recife (Curado), situada dentro da Universidade Federal de Pernambuco, a mesma foi iniciada em 07 de Julho de 1961, atualmente sua situação é operante e são fornecidos dados de direção, velocidade média, velocidade máxima dos ventos, precipitação, dentre outros. O espaço amostral escolhido foi entre o período de 1974 a 2018, devido aos anos analisados para a linha de costa e os dados disponibilizados para cada ano utilizado foram às médias de velocidades mensais e direções dos ventos e a média da precipitação mensal de uma única estação.

Para avaliar as relações oceanográficas foram utilizados dados de 2013 a 2016 de direção de ondas disponibilizados pelo PNBOIA pelo site do centro de hidrografia da marinha, para o ano de 2018 foram os dados do SISMO, que se caracteriza por ser um sistema de informações meteo-oceanográficas desenvolvido pela HidroMares, onde foi adotado com base os dados do Ondógrafo do Porto de Suape, a estação fornece dados de direção e velocidade dos ventos, temperaturas, umidades relativas do ar e direção de ondas.

Para o processamento e análises desses dados foram realizadas análises estatísticas através dos *softwares Excel, GRAPHER* (versão gratuita de 15 dias) e *Statistic*. As análises dos resultados foram através da geração de gráficos para a comparação dos dados anuais obtidos com as análises.

7 RESULTADOS

Os resultados obtidos na pesquisa são apresentados em diferentes tópicos abaixo, a fim de se obter maior clareza e organização dos principais resultados.

7.1 PERFIS TOPOBATIMÉTRICOS

Os perfis topográficos obtidos através do levantamento geodésico foram interpolados aos perfis batimétricos, obtendo-se assim, os perfis topobatimétricos da área de estudo. A região foi dividida em quatro setores de acordo com as mudanças de direção da linha de costa do município, para uma melhor compreensão das análises dos resultados (Tabela 1).

Os perfis de 1 a 4 fazem parte do setor 1, localizado ao sul da área de estudo. Os perfis de 5 ao 12 representam o setor 2, enquanto os perfis de 13 a 17 estão inseridos no setor 3 e, por fim, os perfis 18 ao 35 estão localizados no setor 4.

A Tabela 1 apresenta os pontos iniciais, a profundidade máxima e o comprimento máximo dos perfis dos quatros setores 1, 2, 3 e 4 distribuídos de sul para o norte. Os pontos finais dos perfis não representam, necessariamente, os pontos mais profundos. A fim de exemplificação, a Figura 12 mostra que o perfil 1, apresentou pontos com profundidades maiores do que os pontos final do perfil.

Os perfis topobatimétricos (setores 1, 2, 3 e 4) apresentaram uma altitude inicial em torno de 1 a 3 m de altitude com uma profundidade de -14 a -17 m e um comprimento entre 3.575 e 5.119 m (Tabela 1). As maiores profundidades desses perfis foram observadas nos setores 3 e 4.

O setor 1, localizado ao sul da área de estudo, teve uma menor altitude no ponto inicial, com 2,214 m, uma profundidade e comprimento máximo médio de -15,599 e 3621,879 m. Os setores 2 e 3, nos pontos iniciais na linha de costa, obtiveram altitude média de 2,896 m e 2,797 m, profundidades de -16,599 e -16,138 m com um comprimento de 4.034,153 m e 4.289,344 m, respectivamente. O setor 4, localizado ao norte da área de estudo, teve uma altitude média de 3,216 m no ponto inicial, que está situado no perfil de praia. Sua profundidade e o comprimento máximo são de -16,234 e 3738,458 metros, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 1 - Características dos perfis topobatimétricos.

Setores	ID	Ponto Inicial (m)	Ponto Final (m)	Prof. Máx. (m)	Comprim. (m)
Setor 1	Perfil 1	2,125	-14,632	-15,232	3728,6
	Perfil 2	1,844	-15,528	-16,128	3599,934
	Perfil 3	2,416	-16,174	-16,376	3513,984
	Perfil 4	2,214	-16,063	-16,763	3645,001
Setor 2	Perfil 5	2,797	-16,156	-16,157	3893,507
	Perfil 6	2,786	-16,16	-17,36	3666,423
	Perfil 7	3,152	-16,558	-16,857	3748,902
	Perfil 8	3,169	-15,54	-17,54	3915,011
	Perfil 9	2,258	-14,94	-16,94	3916,131
	Perfil 10	3,261	-16,156	-16,652	4120,004
	Perfil 11	2,442	-16,258	-16,659	4103,237
	Perfil 12	3,305	-15,71	-16,508	4179,91
Setor 3	Perfil 13	2,708	-14,426	-17,028	4200,126
	Perfil 14	2,813	-13,934	-16,11	4253,07
	Perfil 15	2,857	-14,919	-16,034	4289,344
	Perfil 16	2,756	-13,834	-14,434	4199,856
	Perfil 17	2,851	-15,441	-16,241	4235,903
Setor 4	Perfil 18	2,716	-14,336	-15,738	4347,777
	Perfil 19	2,859	-15,43	-15,729	4482,2
	Perfil 20	2,912	-15,265	-16,166	4537,104
	Perfil 21	3,072	-15,36	-15,96	4559,471
	Perfil 22	2,998	-16,391	-16,809	4686,623
	Perfil 23	3,268	-16,293	-16,79	4851,92
	Perfil 24	2,732	-16,441	-17,541	4960,723
	Perfil 25	3,431	-16,340	-17,44	5097,424
	Perfil 26	3,042	-17,071	-17,371	5119,312
	Perfil 27	3,336	-16,974	-17,875	5141,41
	Perfil 28	3,496	-15,689	-16,584	5104,056
	Perfil 29	3,733	-16,893	-16,993	5019,789
	Perfil 30	3,44	-17,0851	-17,482	5012,872
	Perfil 31	3,441	-16,029	-17,833	5001,1
	Perfil 32	3,39	-16,309	-17,904	5096,468
	Perfil 33	3,354	-16,223	-16,63	5013,692
	Perfil 34	3,176	-16,213	-16,71	5006,386
	Perfil 35	3,501	16,992	16,992	5081,334

Fonte: A autora, 2020.

Os perfis do setor 4, do 18 ao perfil 35 mostraram o mesmo padrão, com distinções quase imperceptíveis nas profundidades dos perfis. Os comprimentos dos

pontos iniciais aos finais apresentaram médias semelhantes e a maior profundidade em torno de -16 metros (Tabela 2).

Tabela 2- Médias dos pontos iniciais, profundidade e comprimento máximo, dos perfis por setores.

Setores	Ponto Inicial (m)	Prof. Máxima (m)	Comprim. Máx. (m)
Setor 1	2,149	-15,599	3621,879
Setor 2	2,896	-15,980	3663,106
Setor 3	2,797	-16,138	3679,728
Setor 4	3,216	-16,234	3738,458

Fonte: A autora, 2020.

Os perfis topobatimétricos do município de Jaboatão dos Guararapes mostraram a presença de um canal e de uma linha de *beachrock*, essas feições só foram observadas no setor 4. Na Tabela 3 é possível visualizar as características do canal, ele possui largura média de 1000 m uma distância média de 143 m em relação à linha de costa.

A linha de *beachrock*, localizada no setor 4 da área, apresentou as seguintes características (Tabela 3): uma largura média de 950 metros, profundidade inicial e final com cerca de -3,5 e -10 metros, respectivamente.

Tabela 3 - Altura e largura média e distância de linha de costa do canal e *beachrock*.

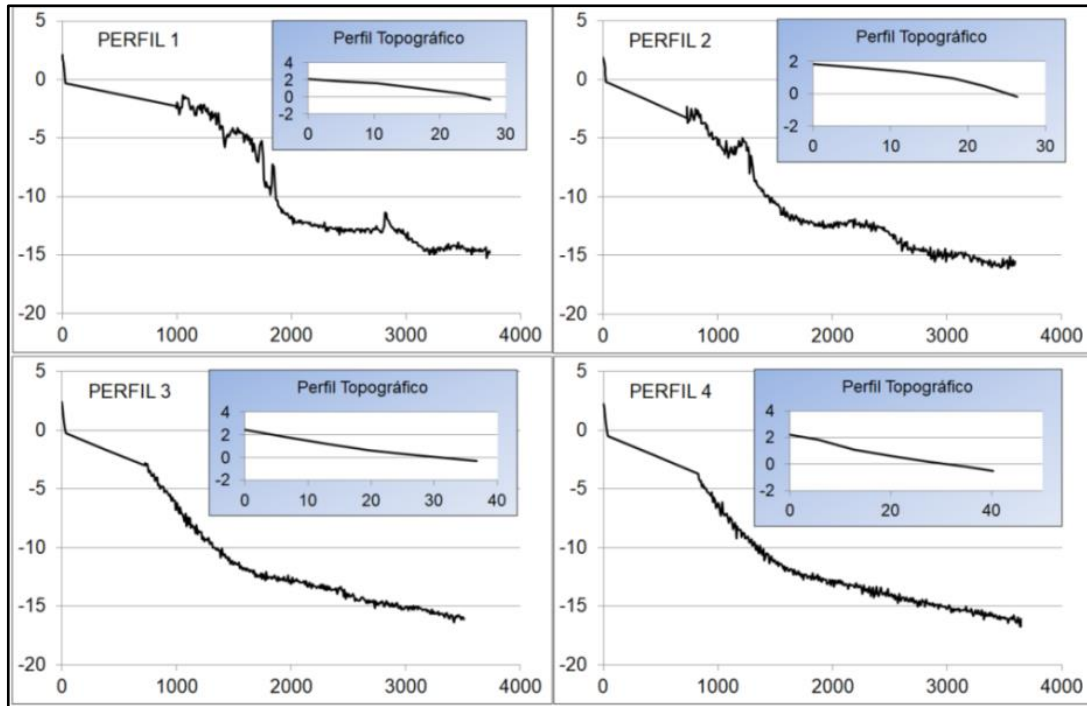
Feição	Largura (m)	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Dist. Méd. da L de Costa (m)
Canal	1027,231	-2,116	-4,369	143,006
<i>Beachrock</i>	950	-3,5	-10	1000

Fonte: A autora, 2020.

Os perfis topobatimétricos de 1 a 4 (Figura 12), representam o setor 1, as altitudes ficaram entre 1 e 2 metros. Nesses perfis foi observado profundidades entre -14 e -16 metros. Ressalta-se ainda que na área encontra-se uma feição mais destacada, cerca de 1000 m após o ponto inicial. Entretanto, no setor 1, os dados dos perfis batimétricos se situaram um pouco mais distante em relação à linha de costa. Os perfis 1 e 2, apresentaram superfícies dissecadas pela erosão. Os perfis 3 e 4 após o talude apresentaram uma declividade mais suave com superfícies mais homogêneas. Em relação aos perfis praias, esse setor apresentou em seus perfis

uma configuração retilínea, exceto o perfil 2, que foi observada uma forma mais convexa em sua extensão.

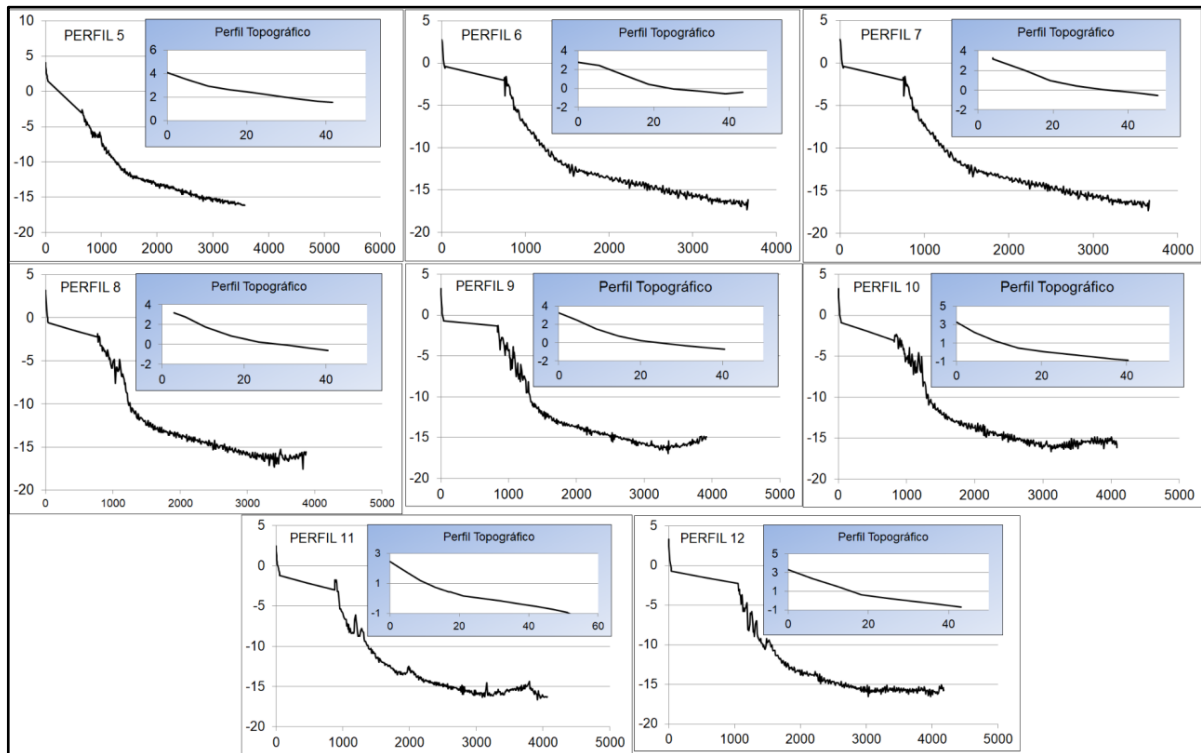
Figura 12 - Perfis topobatimétricos 1 a 4 (setor 1).



Fonte: A autora, 2020.

O setor 2 é composto pelos perfis de 5 a 12 (Figura 13), nesses perfis as altitudes iniciais oscilaram entre 2 e 3 m (Tabela 1). A profundidade máxima foi de -16 m, podendo atingir -17 m (Figura 13). Nos perfis de 5 a 8 foi possível perceber uma homogeneidade no que diz respeito à profundidade, a qual foi de aproximadamente -16 metros, sem a presença de canal e/ou de *beachrock* (Figura 13). Como nos perfis anteriores foi verificado uma declividade suave na topografia da praia, entretanto, os perfis praias são menos retilíneos do que os primeiros analisados. Esses perfis se encontram aplainados, entretanto apresentaram uma inclinação na região superior.

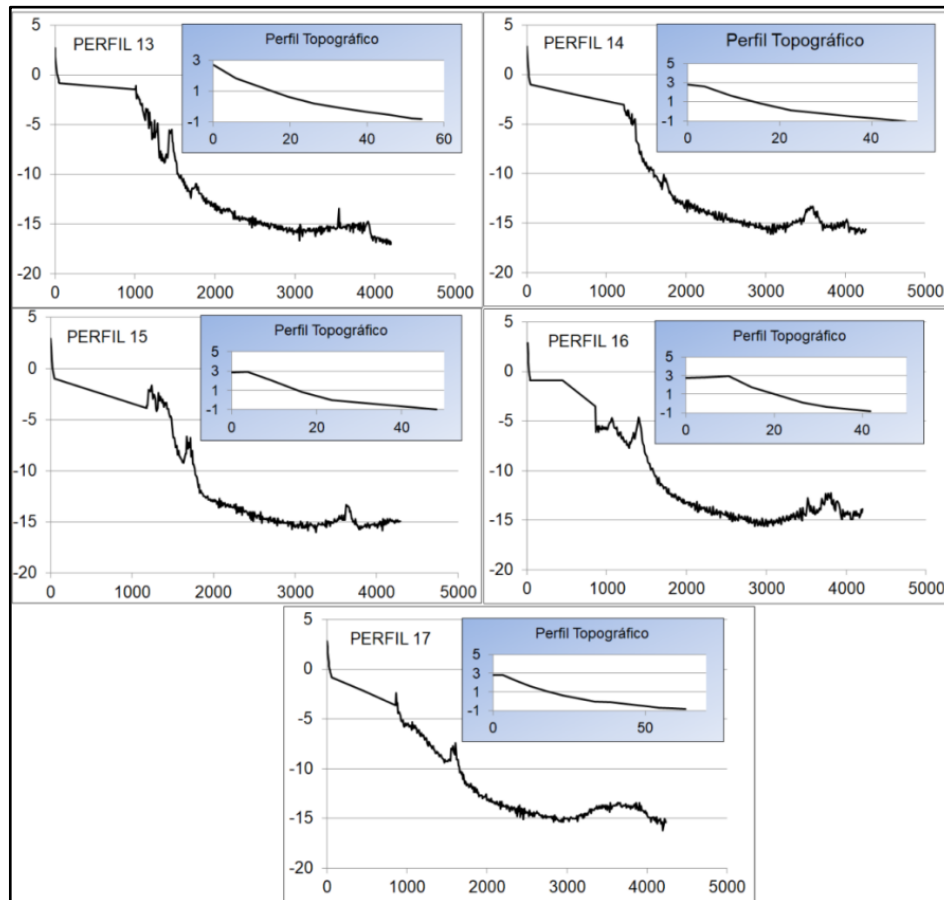
Figura 13 - Perfis topobatimétricos 5 a 12 (setor 2).



Fonte: A autora, 2020.

O setor 3 é composto pelos perfis de 13 a 17 (Figura 14). Nesses perfis, destaca-se que, nos perfis 13 e 14 não há a presença do *beachrock* e/ou canal, sendo observada uma feição bastante íngreme dos perfis em relação ao posicionamento do ponto inicial: um talude com profundidades médias em torno de -17 m. Os vestígios de feições dissecadas pela erosão estão oscilando em uma profundidade entre -3 e -4 m. Para esses perfis, a profundidade máxima se encontra em -17,026 m (Figura 14). Nos três últimos perfis do setor (15, 16 e 17) começam as variações nas feições morfológicas, como indícios da presença de uma feição mais saliente de *beachrock*. Enquanto os perfis topográficos obtiveram altitudes entre 2 e 2,8 m, foi possível perceber que a declividade não é tão suave, com perfis convexos, tornando possível uma melhor visualização da berma nos perfis 15 e 16.

Figura 14 - Perfis topobatimétricos 13 ao 17 (setor 3).



Fonte: A autora, 2020.

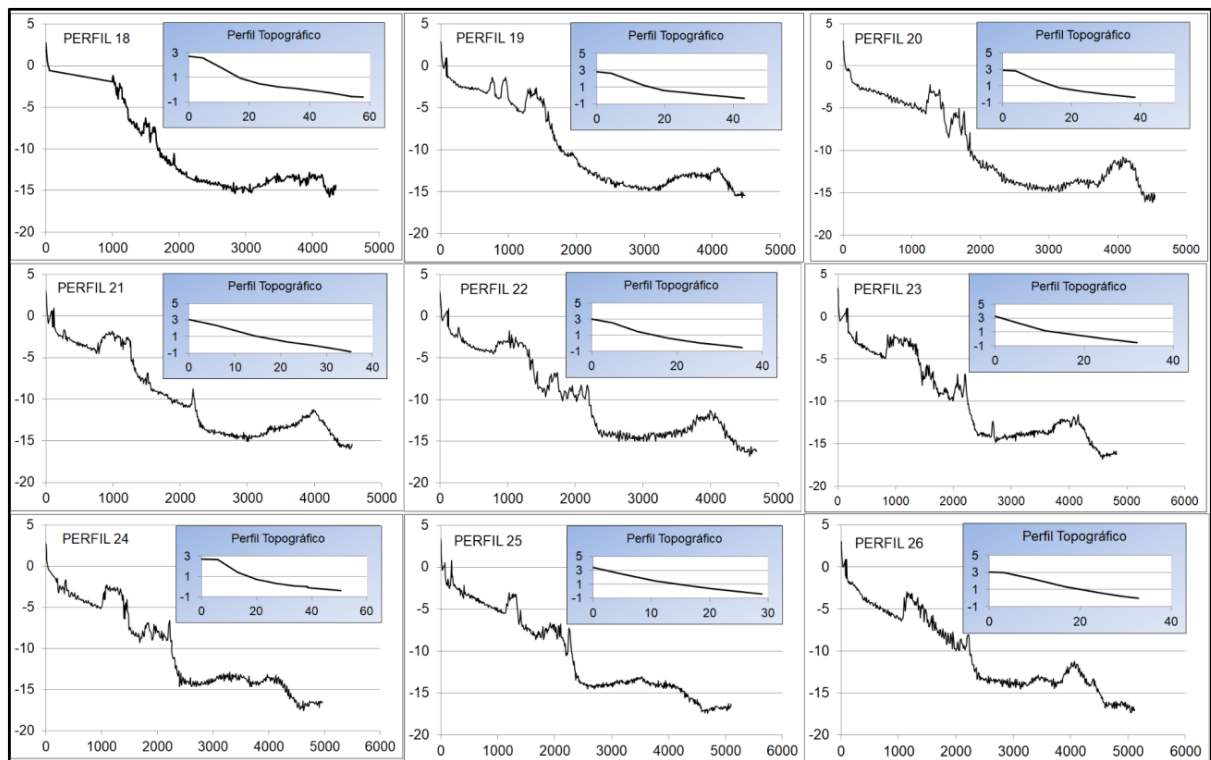
O setor 4 é constituído dos perfis 18 ao 35, sendo, portanto, o setor mais longo da área de estudo. Os primeiros perfis do setor 4, dos perfis 18 ao 26, há presença de feições morfológicas do canal e de uma linha de *beachrock* são evidentes (Figura 15). As feições do canal e do *beachrock* apresentaram distância em relação à linha de costa valores mais elevados nesses perfis do que nos demais perfis do setor, sendo essa estimada em 1000 m.

Dos perfis 18 ao 26, no setor 4 (Figura 15) apresentaram mais nitidamente a presença do canal, com uma profundidade média de -5 m e a linha de *beachrock* entre -2 e -3 m de profundidade, a, uma distância aproximada do ponto inicial de 1.100 m. Nos perfis 24 e 25 o *beachrock* apresentou uma distância em torno de 1.100 m (perfil 9) e 950 m no perfil 12.

A região superior do perfil (Figura 15), o ambiente praial apresentou uma topografia com as mesmas características em relação aos setores anteriores (setores 1, 2 e 3). No setor 4 foi observado que os pontos iniciais obtiveram altitudes

próximas, entre 3 e 4 m (Tabela 1), e também perfis com declividade suaves. Entretanto, apesar de terem apresentado similaridade com os perfis anteriores, nos perfis 18 ao 20 foi observado uma maior declividade, tornando mais perceptível a visualização da berma (Figura 15).

Figura 15 - Perfis topobatimétricos 18 a 26 (setor 4).

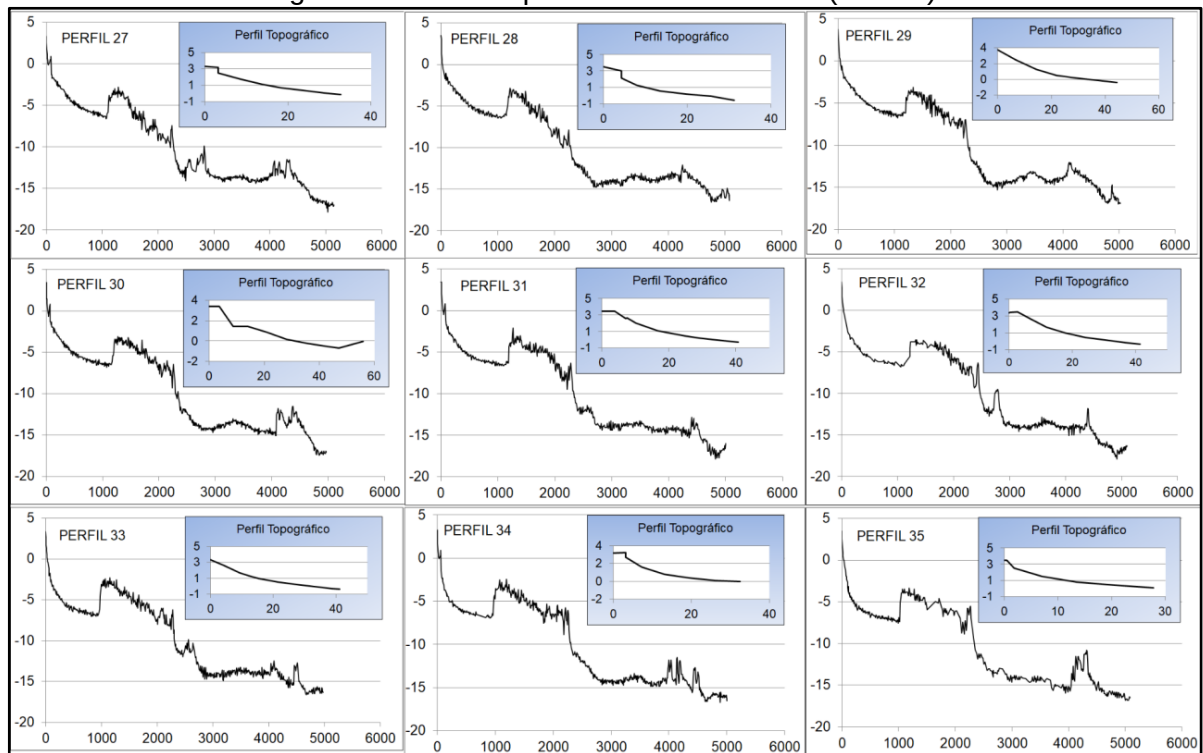


Fonte: A autora, 2020.

Os perfis topobatimétricos de 27 ao 35 (setor 4) apresentam características similares, onde as profundidades do canal e da altura da linha de *beachrock*, essas feições se mostraram constante no setor 4, sendo possível visualizar na Figura 16. Os perfis apresentaram uma distância média de 1.200 m entre o ponto inicial e o *beachrock*. Nesses perfis, as maiores profundidades oscilaram entre -16 e -17 metros, sendo possível perceber um padrão de profundidade (Figura 16).

Em relação à topografia da praia, os perfis mostraram uma configuração suavemente convexa, diferenciando-os dos demais perfis, como é possível visualizar na Figura 16. Nos perfis de 27 ao 35, a altitude média entre esses perfis foi em torno de 4 metros. Os perfis 27, 28, 30 e 34 apresentaram uma maior declividade entre a linha de costa e a berma, indicando uma topografia menos aplainada.

Figura 16 - Perfis topobatimétricos 27 a 35 (setor 4).

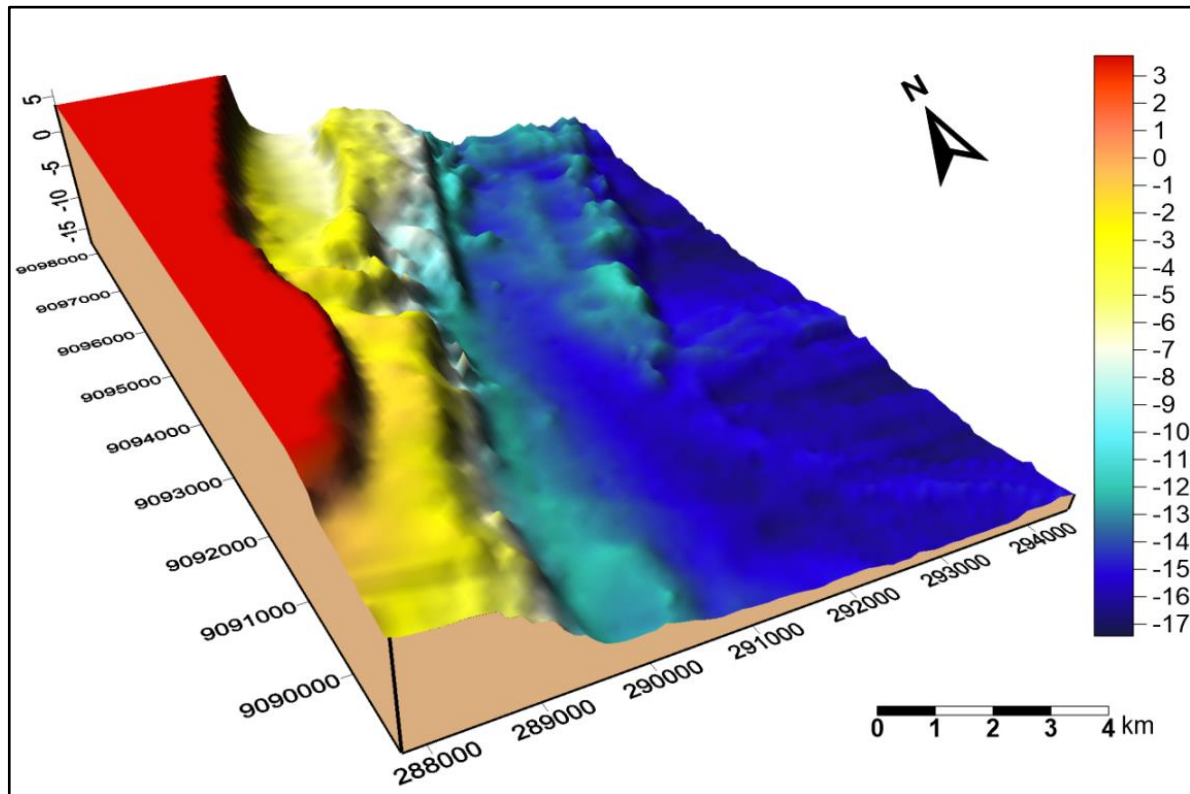


Fonte: A autora, 2020.

Os 35 perfis topobatimétricos foram utilizados para a geração de um modelo tridimensional da área, representado na Figura 17. Assim tornou-se possível uma melhor observação das feições topobatimétricas caracterizados anteriormente nas Figuras de 12 a 16. As representações das profundidades se dividirem em cores, nas quais os tons avermelhados representam os valores positivos e mais próximos à praia e os azuis as áreas com maiores profundidades.

Ao norte da região (setor 4) é possível visualizar, de forma mais nítida, a presença do canal e da linha de *beachrock*. No sentido de norte ao sul da área entre os setores 1 e 3 é perceptível o aumento da profundidade da área mais próxima a linha de costa, ocasionando o desaparecimento no canal nesses setores (Figura 17).

Figura 17 - Modelo tridimensional da plataforma continental interna.



Fonte: A autora, 2020.

7.2 SEDIMENTOS

Os dados dos sedimentos coletados na plataforma continental interna totalizaram 32 amostras para a área do município. As amostras de sedimentos foram classificadas de acordo com a classificação da média do tamanho do grão, seleção e assimetria (Tabela 4 e Figuras de 18 a 23). Foram identificados a classificação de silte a areia muito grossa, sendo classificados em silte, areia muito fina, areia fina, areia média, areia grossa e areia muito grossa (Tabela 4).

Tabela 4 - Características dos sedimentos da plataforma continental interna.

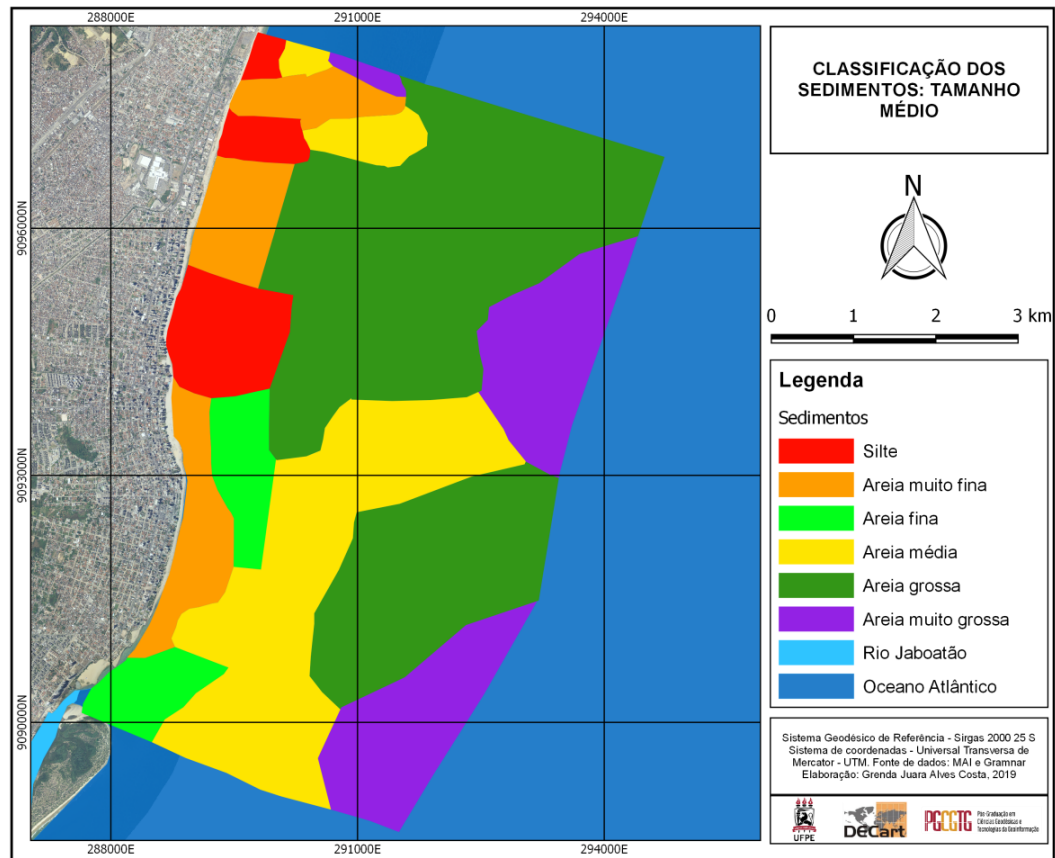
Ponto	Prof.	Classificação	Assimetria	Seleção
1	-3,7	Silte	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
28	-14,1	Areia média	Muito positiva	Mod. selecionado
51	-15,7	Areia média	Muito positiva	Muito bem selecionado
173	-3,2	Areia muito fina	Muito negativa	Mod. selecionado
200	-14,9	Areia grossa	Positiva	Mod. selecionado
215	-8	Areia média	Negativa	Pobrememente selecionado
228	-3,1	Areia muito fina	Muito negativa	Muito bem selecionado
294	-3,7	Silte	Negativa	Mod. selecionado
307	-2,5	Silte	Negativa	Mod. selecionado
318	-7,7	Areia muito fina	Negativa	Bem selecionado
330	-15,9	Areia grossa	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
331	-2,5	Areia muito fina	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
333	-7,4	Silte	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
350	-8,7	Areia média	Muito negativa	Bem selecionado
368	-14,9	Areia grossa	Positiva	Pobrememente selecionado
372	-13,1	Areia grossa	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
389	-6,9	Areia muito fina	Negativa	Pobrememente selecionado
410	-7,9	Areia muito fina	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
432	-6,8	Areia fina	Aprox. simétrica	Muito bem selecionado
470	-9,8	Areia muito grossa	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
479	-6,9	Areia média	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
489	-7,4	Areia grossa	Negativa	Pobrememente selecionado
532	-13,6	Areia grossa	Positiva	Bem selecionado
534	-2,7	Areia muito fina	Aprox. simétrica	Pobrememente selecionado
542	-3,9	Areia muito fina	Aprox. simétrica	Mod. selecionado
578	-3,7	Areia muito fina	Aprox. simétrica	Bem selecionado
589	-3,2	Areia fina	Negativa	Pobrememente selecionado
601	-5,9	Areia média	Aprox. simétrica	Pobrememente selecionado
607	-14,8	Areia muito grossa	Negativa	Muito bem selecionado
202763	-18,7	Areia muito grossa	Negativa	Pobrememente selecionado
204968	-16,2	Areia grossa	Negativa	Mod. selecionado
204997	-14,4	Areia grossa	Negativa	Mod. selecionado

Fonte: Adaptado de GRANMAR (2005) e MAI (2007).

A Figura 18 apresenta a média por área de acordo com a classificação granulométrica dos sedimentos. Os pontos com areia média, areia grossa e areia muito grossa se destacam com as maiores áreas na plataforma continental interna, sendo que a areia grossa e muito grossa estão localizadas em maiores profundidades em relação ao total de amostras da área de estudo. A partir da média do tamanho dos grãos em cada área de coleta, verificou-se que os sedimentos estão

seguindo um padrão de acordo com a sua granulometria como mostra a Figura 18, onde os sedimentos mais finos estão mais próximos à costa.

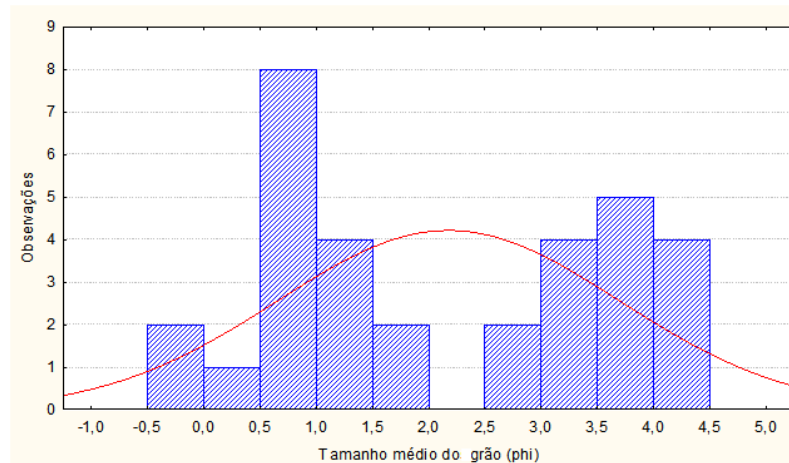
Figura 18 - Classificação dos sedimentos: tamanho médio.



Fonte: A autora, 2020.

A Figura 19 representa o tamanho médio dos grãos da plataforma continental interna e suas ocorrências variaram entre $-0,4$ a $4,2\Phi$. Somente três amostras ficaram com valores de phi abaixo de 0, variando entre $-0,4$ e $-0,2\Phi$ (areia muito grossa). Essas amostras estão situadas em áreas com as maiores profundidades, entre -14 e -18 metros, os valores entre 0 e 1Φ são classificados como areia grossa, e entre 1 e 2Φ classificados como areia média, entre 2 e 3Φ areia fina, 3 e 4Φ areia muito fina e os sedimentos entre 4 e 8Φ são classificados como silte.

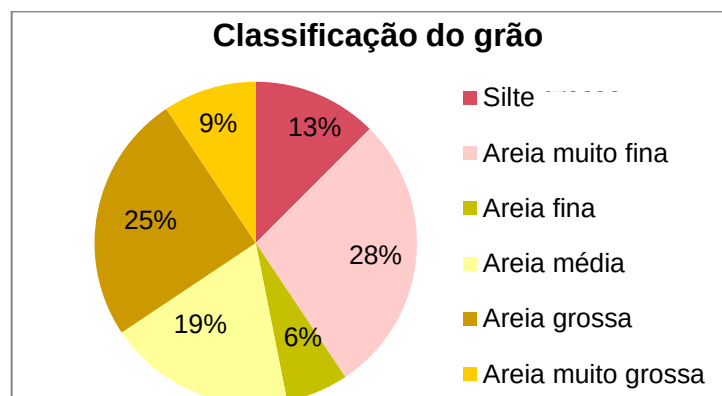
Figura 19 - Tamanho médio dos grãos da plataforma continental interna.



Fonte: A autora, 2020.

O percentual da distribuição média dos grãos variou de silte a areia muito grossa com a predominância de areia muito fina (Figura 20), entretanto esse tamanho do grão foi localizado mais próximo à costa (Figura 18). Para o período em análise a areia muito fina foi classificada com 28% do total de amostras analisadas, areia grossa (25%), areia média (19%), silte (13%), areia muito grossa (9%) e areia fina (6%).

Figura 20 - Percentual da média do grão da plataforma continental interna.

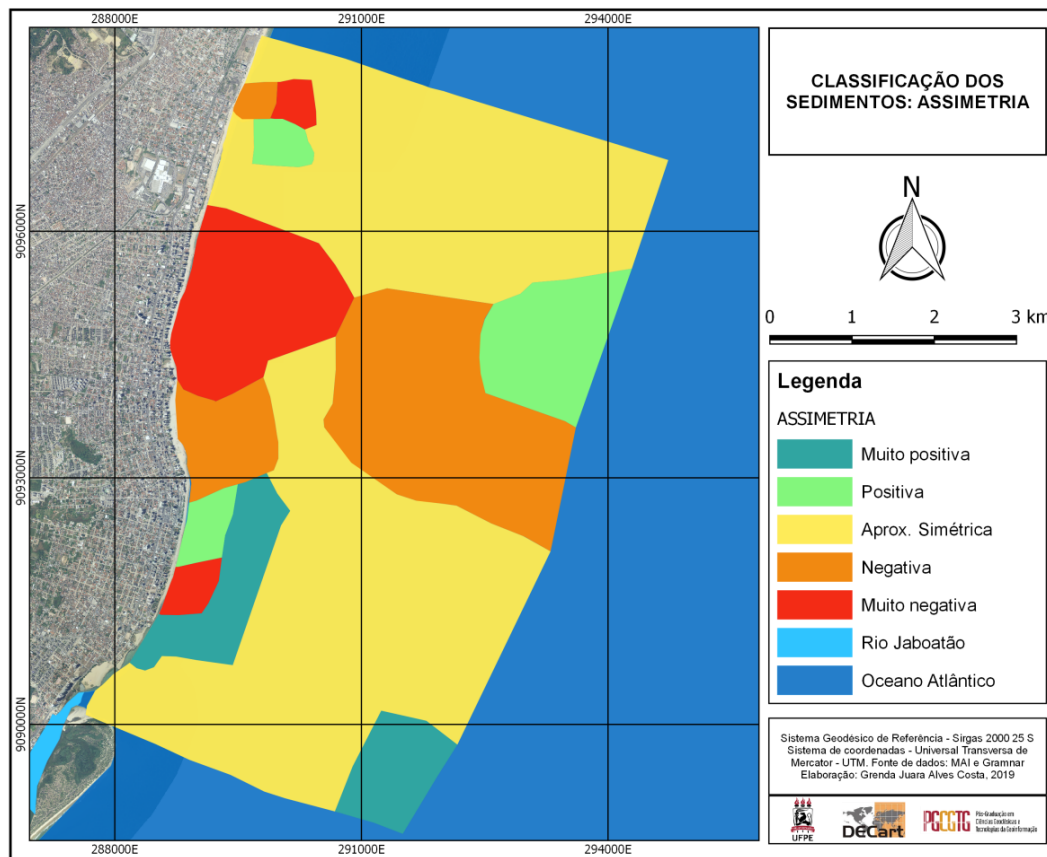


Fonte: A autora, 2020.

A distribuição dos sedimentos da área em relação à assimetria pode ser vista na Tabela 5 e ilustradas nas Figuras 21 e 22, onde foi feita a relação entre a assimetria e a quantidade de amostras analisadas. As amostras variaram de muito negativa a muito positiva, sendo predominante amostras aproximadamente simétricas (Tabela 4 e Figura 21). Essa distribuição variou entre -0,335 e 0,748. A

Figura 21 apresenta a distribuição da assimetria por área das amostras de acordo com sua classificação. É possível perceber que a maior parte da distribuição foi de amostras aproximadamente simétricas, logo após sedimentos com assimetria negativa, muito positiva, positiva e muito negativa.

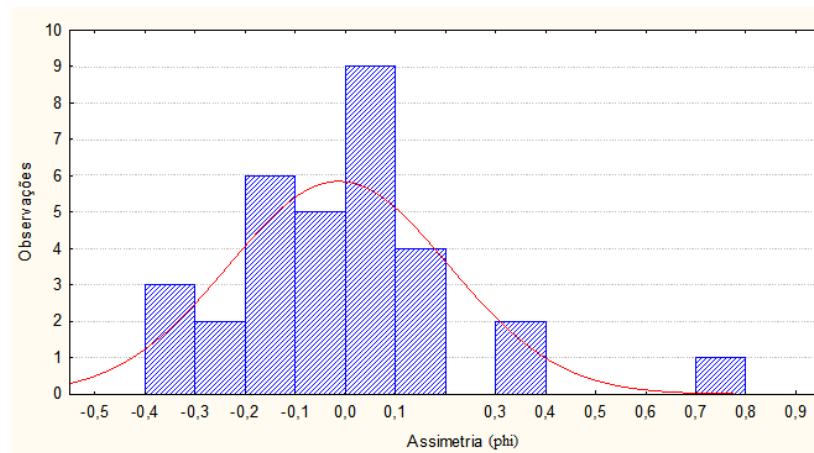
Figura 21 - Classificação dos sedimentos: assimetria.



Fonte: A autora, 2020.

Na Figura 22 é possível visualizar que os valores de assimetria variaram entre -0,3 e 0,7 Φ . Os valores de assimetria muito negativa ficaram entre os valores de -1 a -0,3 (ϕ), a assimetria negativa entre 0,3 a -0,1 (ϕ), aproximadamente simétrica entre -0,1 a 0,1 (ϕ), assimetria positiva entre 0,1 a 0,3 e assimetria muito positiva 0,3 a 0,1 (ϕ).

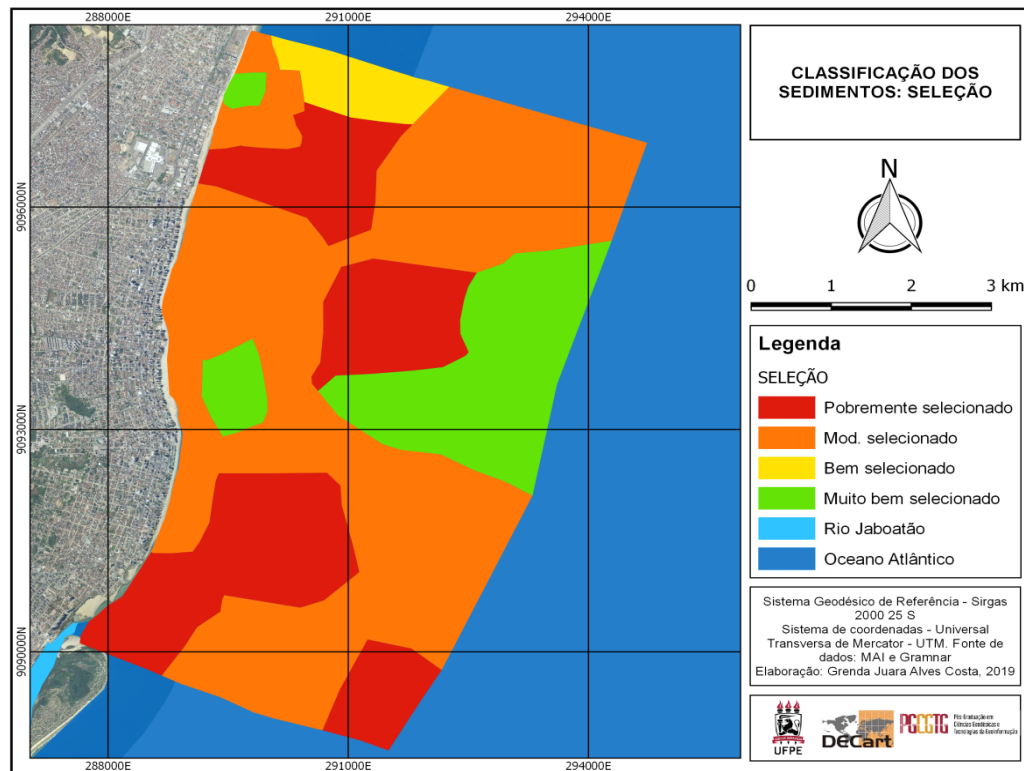
Figura 22 - Distribuição de valores de assimetria da plataforma continental interna.



Fonte: A autora, 2020.

A distribuição dos sedimentos da área em relação à seleção (Figura 23) apresenta a distribuição por área das amostras de acordo com a classificação. É possível perceber que a maior parte da distribuição foram de amostras moderadamente selecionadas, logo após sedimentos pobremente selecionados, muito bem selecionados e bem selecionados.

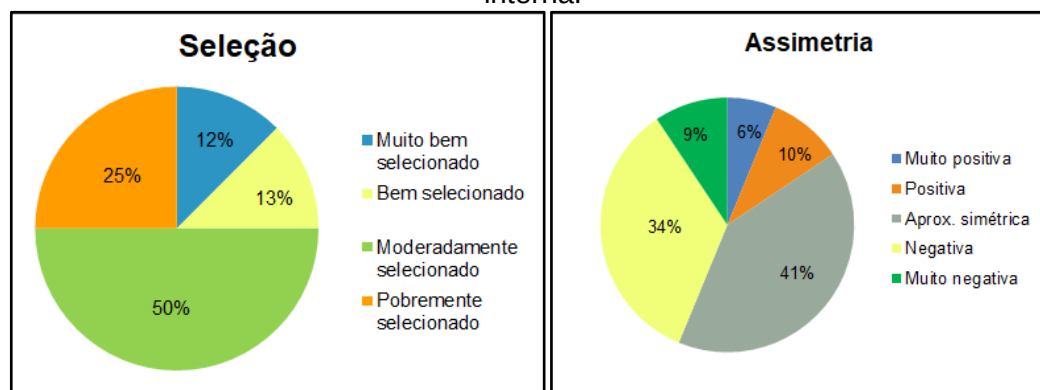
Figura 23 - Classificação dos sedimentos: seleção.



Fonte: A autora, 2020.

A Figura 24 apresenta o percentual de classificação da seleção e da assimetria, onde a maior parte das amostras, 41%, foram consideradas aproximadamente simétricas. As demais amostras foram classificadas como assimetria negativa, assimetria positiva, assimetria muito negativa e assimetria muito positiva com 34%, 10%, 9% e 6% respectivamente. Para o grau de seleção dos grãos obteve-se que metade dos grãos (50%) foram moderadamente selecionados, enquanto que somente 12% foram muito bem selecionados, 13% bem selecionados e 25% dos grãos se classificaram como pobremente selecionados (Figura 24).

Figura 24 - Percentual da assimetria e seleção dos sedimentos da plataforma continental interna.



Fonte: A autora, 2020.

Os dados das praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada foram utilizados conforme a média, seleção e a assimetria dos grãos, conforme dados a seguir. Ressalta-se ainda que foram coletadas na região da pós-praia 8 amostras e na face média da praia 11, sendo um total de 19 amostras (Tabela 5 e Figura de 25 a 27). A Tabela 5 apresenta as características dos sedimentos da região da pós-praia, onde somente duas das amostras foram classificadas como areia grossa e as outras como areia média. Através das características dos sedimentos da região da face-média da praia, na Tabela 5, é possível perceber que ocorreu uma predominância de areia média.

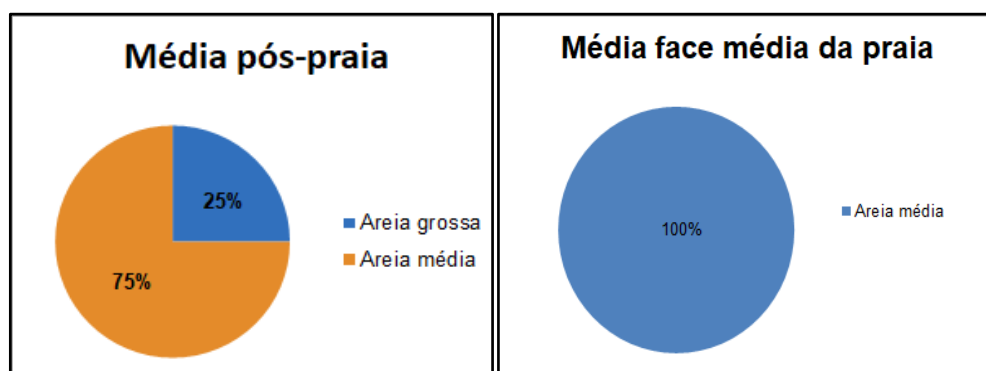
Tabela 5 - Características dos sedimentos na pós-praia e face média da praia.

Ponto	Local	Setor	Média	Seleção	Assimetria
P1	Pós- praia	Setor 1	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P2	Pós- praia	Setor 2	Areia grossa	Bem selecionado	Positiva
P3	Pós- praia	Setor 2	Areia média	Mod. selecionado	Negativa
P4	Pós- praia	Setor 2	Areia média	Mod. selecionado	Negativa
P5	Pós- praia	Setor 2	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P6	Pós- praia	Setor 3	Areia grossa	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P7	Pós- praia	Setor 3	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P8	Pós- praia	Setor 3	Areia média	Mod. selecionado	Negativa
P1	Face média da praia	Setor 1	Areia média	Mod. Selecionado	Positiva
P2	Face média da praia	Setor 1	Areia média	Mod. selecionado	Positiva
P3	Face média da praia	Setor 2	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P4	Face média da praia	Setor 2	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P5	Face média da praia	Setor 2	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P6	Face média da praia	Setor 2	Areia média	Mod. selecionado	Positiva
P7	Face média da praia	Setor 3	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P8	Face média da praia	Setor 3	Areia média	Bem selecionado	Positiva
P9	Face média da praia	Setor 3	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P10	Face média da praia	Setor 4	Areia média	Mod. selecionado	Aprox. simétrica
P11	Face média da praia	Setor 4	Areia média	Mod. selecionado	Positiva

Fonte: adaptado de Lima (2016).

Os dados apresentados na Tabela 5 e Figura 25 mostraram na face média do arco praial houve uma predominância de areia média de 75%, enquanto que a areia grossa se mostrou presente em 25% das amostras nas praias do município. Para a região da pós-praia 100% das amostras foram classificadas como areia média (Figura 25).

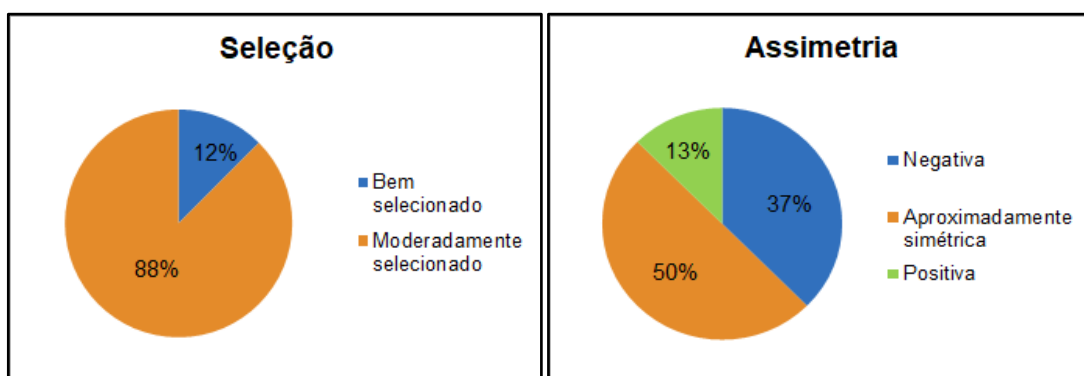
Figura 25 - Percentual da média dos grãos da pós-praia e face média da praia.



Fonte: A autora, 2020.

Em relação à seleção (Figura 26) dos grãos da região da pós- praia para o município apresentou duas classificações, sendo elas, sedimentos bem selecionados e moderadamente selecionados, 12% e 88%, respectivamente. A assimetria obteve-se três classificações, com assimetria negativa, positiva e aproximadamente simétrica. Como é possível visualizar na Figura 26 a assimetria negativa se mostrou em 37% das amostras, enquanto que a assimetria positiva em somente 13%, a metade das amostras de sedimentos se mostraram aproximadamente simétricas com 50%.

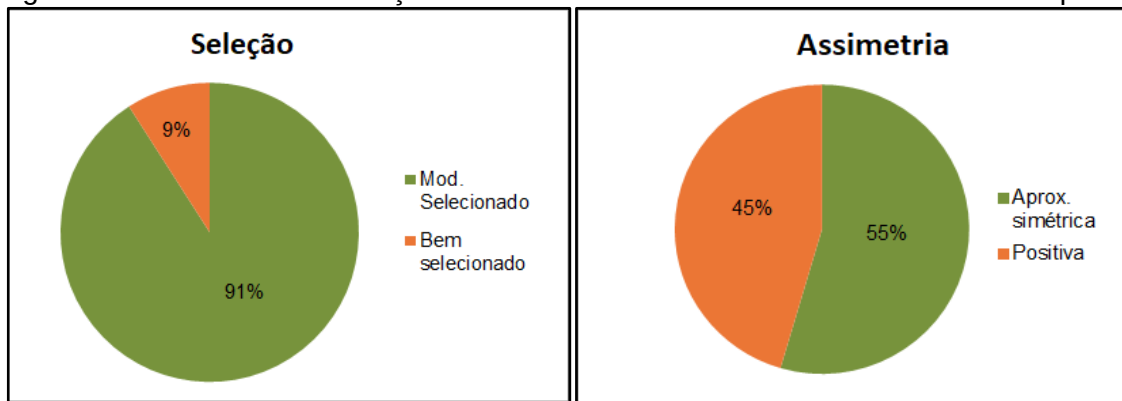
Figura 26 - Percentual da seleção e assimetria dos sedimentos na pós- praia.



Fonte: A autora, 2020.

A seleção (Figura 27) dos grãos da face média da praia para o município apresentou somente duas classificações, sedimentos bem selecionados e moderadamente selecionados, 9% e 91%, respectivamente. A assimetria para a região da face média da praia obteve-se duas classificações, com assimetria positiva e aproximadamente simétrica. Como é possível visualizar na Figura 27 a assimetria positiva em 45%, enquanto 55% das amostras se mostraram aproximadamente simétricas.

Figura 27 - Percentual de seleção e assimetria dos sedimentos da face média da praia.



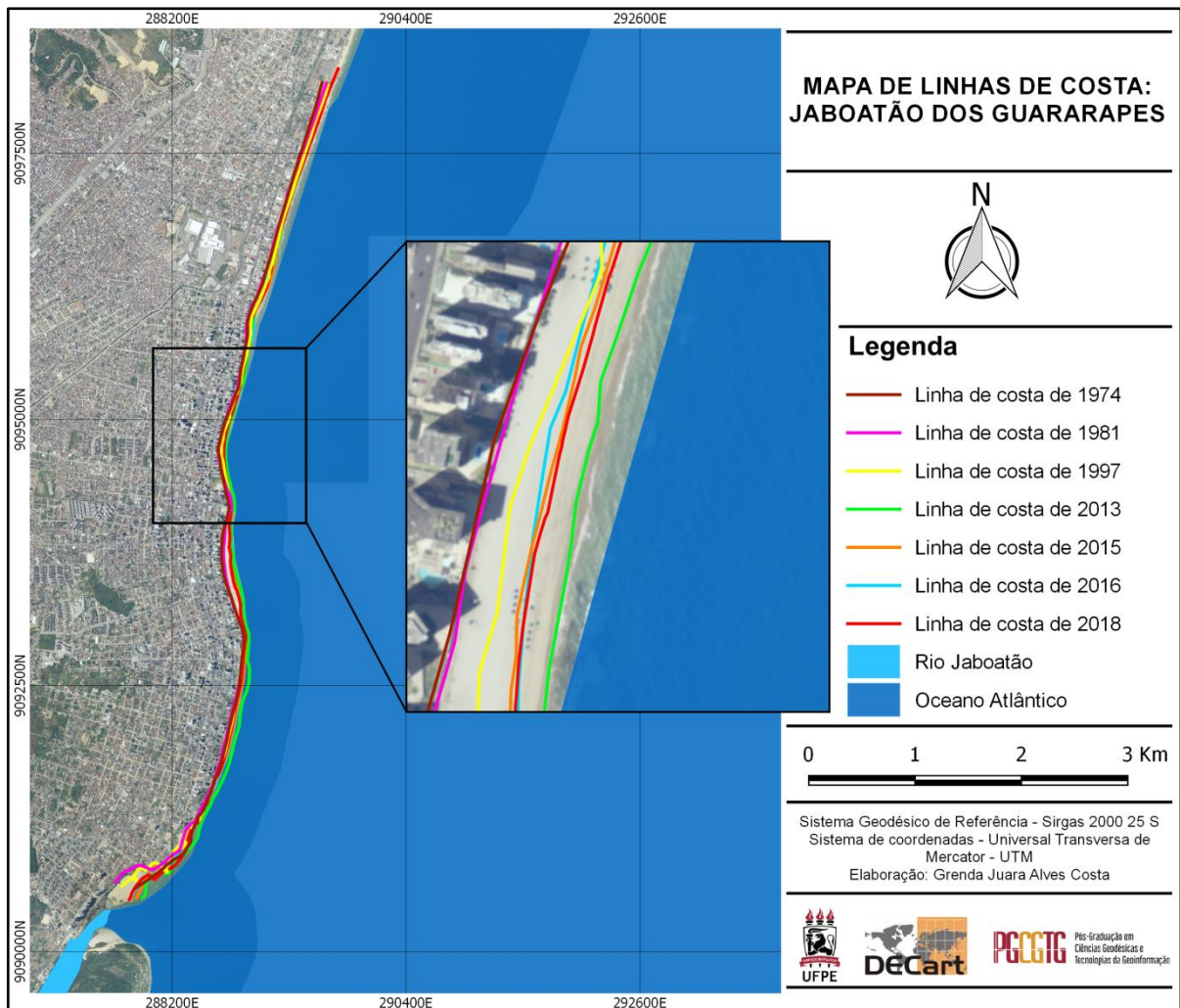
Fonte: A autora, 2020.

7.3 VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA

O levantamento geodésico para a delimitação da linha de costa do município de Jaboatão dos Guararapes (Figura 28), se estendeu por cerca de 8 km, cobrindo todas as praias do município (praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada).

A Figura 28 apresenta as linhas de costa dos anos de, 1974, 1981, 1997, 2015, 2016 e 2018. As linhas de costa foram diferenciadas pela cor, conforme observado como é visto na legenda da Figura 28. A cor vinho representa a linha de costa 1974; em rosa, a linha de costa de 1981; o amarelo representando o ano de 1997, a cor rosa correspondendo o ano de 2013, laranja representando 2015, em azul o ano de 2016 e em vermelho a linha de costa do ano de 2018.

Figura 28 - Mapa de Linha de Costa dos anos de 1974,1981, 1997, 2013, 2015, 2016 e 2018.



Fonte: A autora, 2020.

A partir das análises entre as linhas de costa obtiveram-se as áreas de progradação (avanço) e retrogradação (reco) entre os anos, como é possível visualizar na Tabela 6. Com isso, pode-se afirmar que ocorreram variações entre todos os anos analisados. Para a primeira observação 1974_1981, foi obtido uma progradação de 12, 362 m² e uma retrogradação de 97, 062 m², para o período compreendido 1974_1997, houve progradação de 133, 349 m² e retrogradação de 63, 372 m². A diferença analisada entre os anos de 1974_2013 foi observado a maior área de progradação, com 441, 456 m² e uma retrogradação de 31, 822 m².

Tabela 6 - Progradação e retrogradação para os períodos compreendidos entre 1974_1981, 1974_1997, 1974_2013.

Anos	Progradação m ²	Retrogradação m ²
1974_1981	12, 362	97, 062
1974_1997	133, 349	63, 372
1974_2013	441, 456	31, 822

Fonte: Adaptado de Santos Junior, 2017.

Os anos analisados posteriores ao engordamento (2015, 2016 e 2018) foram obtidos valores de progradação consideravelmente menores em relação a 2013, desta forma foi utilizado o ano de 2013 como base para a indicação da progradação e retrogradação durante os 3 anos após a realimentação artificial da praia, o que indicou uma perda significativa dos sedimentos da área praial.

A primeira análise, 2013_2015, foi obtida uma progradação de 84,092 m² e um retrogradação de 199,901 m², para 2013_2016, foi registrada uma progradação de 89,426 m² e retrogradação de 203,274 m². A diferença analisada entre os anos de 2013_2018 obteve a maior área de progradação com 91,921 m² e uma retrogradação de 208,009 m² (Tabela 7).

Tabela 7 - Progradação e retrogradação para os períodos compreendidos entre 2013_2015, 2013_2016, 2013_2018.

Anos	Progradação m ²	Retrogradação m ²
2013_2015	84,092	199,901
2013_2016	89,426	203,274
2013_2018	91,921	208,009

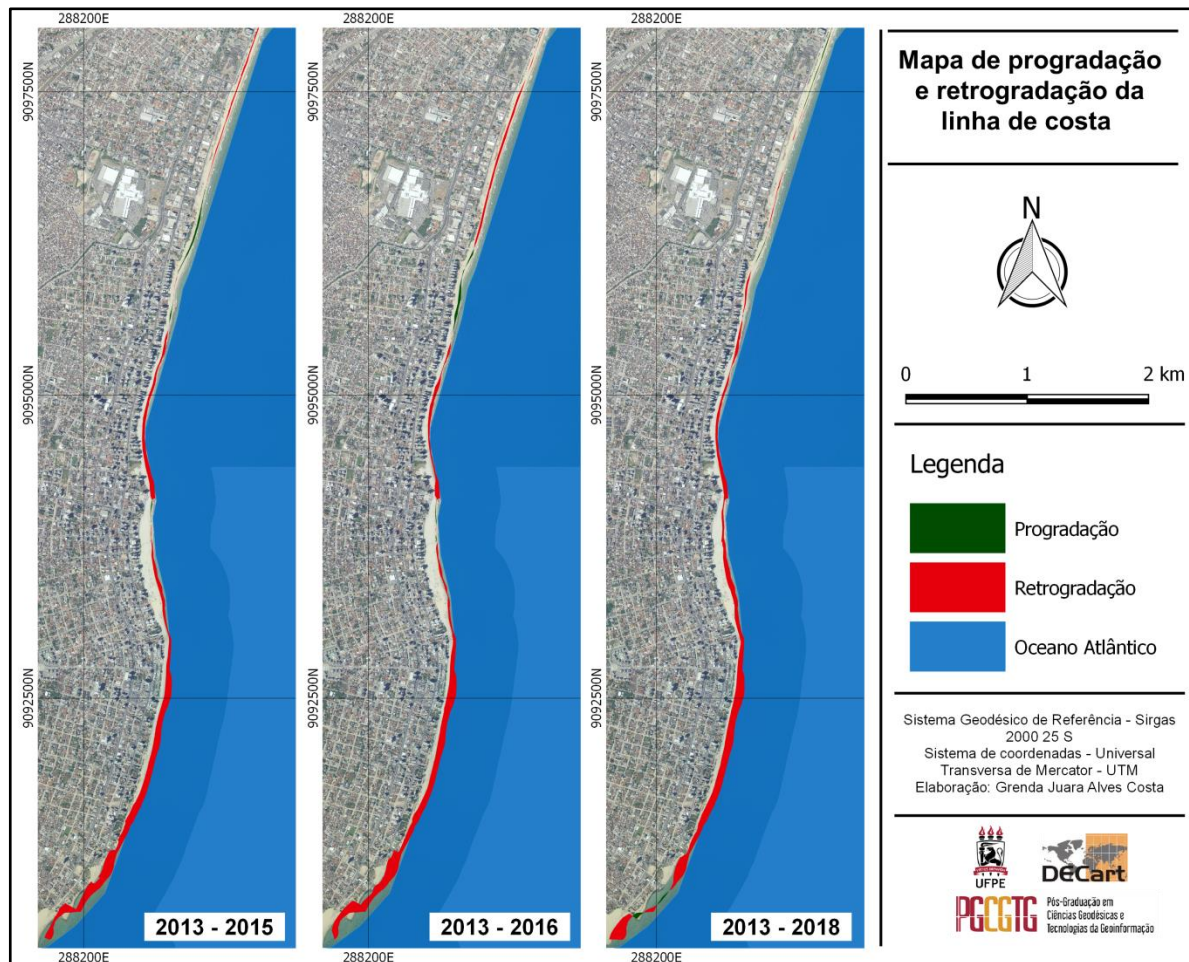
Fonte: A autora, 2020.

A Figura 29 apresenta a progradação e retrogradação para as praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada em relação ao ano de 2013 (ano da realimentação artificial). A cor verde representa as áreas onde ocorreu a progradação da linha de costa e em vermelho as áreas que representam retrogradação. Foi possível perceber que em toda a área praial ocorreu retrogradação da linha de costa, mas nas áreas das praias de Barra de Jangada e Candeias ao sul do município (setor 1, 2 e 3), foram os maiores índices de retrogradação (Figura 29).

Conforme a Figura 29 é notório que o setor 4 (Praia de Piedade) apresentou os menores valores de retrogradação da linha de costa. Para os anos de 2013_2015 o setor 1 ao norte da área apresentou menor perda de sedimentos, enquanto que os setores ao sul (setores 1, 2 e 3) sofreram uma perda significativa. Ressalta-se ainda

que a mesma situação seguiu nos anos de 2013_2016 e 2013_2018, com um pequeno aumento na perda de sedimentos praias, como mostra a Tabela 7.

Figura 29 - Progradação e retrogradação 2013 a 2018.



Fonte: A autora, 2020.

A partir das análises realizadas das linhas de costa dos anos de 1981, 1997 e 2013, tendo como o ano base a linha de costa de 1974, foram obtidas as variações nas taxas de deslocamento (Tabela 8). A maior média negativa entre todos os anos foi entre os anos de 1974_1981 no setor 1, sendo a taxa de -12,8 m/ano e uma retrogradação de 97,062 m² (Tabela 6). Para o período de 1974_1997 a média na taxa de deslocamento para o setor 1 foi menor em relação ao ano anterior, porém, com um valor negativo -2,55 m/ano, e uma retrogradação de 63,372 m² (Tabela 6). No ano de 1974_2013 a taxa de deslocamento foi positiva em relação aos anos de 1981 e 1997, sendo de 0,96 m/ano. Como visto na Tabela 6 ocorreu uma

progradação no setor 1 no ano de 1974_2013 (ano da realimentação artificial) o que favoreceu para que a média na taxa de deslocamento fosse positiva.

Para o setor 2 (Tabela 8) a taxa de deslocamento só foi negativa entre 1974_1981, representada por -1,2 m/ano, enquanto que os anos de 1974_1997 e 1974_2013 obtiveram dados positivos, sendo eles 0,02 e 1,67 m/ano, respectivamente, o que indicou uma progradação em 2013 no setor 2.

Tabela 8 - Variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974 a 2013.

Setor	Ano	Nº de Trans.	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Des. Padrão
Setor 1	S1_1974_1981	170	-12,8	-10,26	-26,25	-2,72	6,89
	S1_1974_1997	180	-2,55	-2,64	-5,73	2,3	1,81
	S1_1974_2013	181	0,96	0,84	-0,23	2,89	0,73
Setor 2	S2_1974_1981	365	-1,2	-1,3	-3,6	0,63	0,91
	S2_1974_1997	363	0,02	-0,02	-0,49	0,79	0,28
	S2_1974_2013	365	1,67	1,81	1	2,91	0,37
Setor 3	S3_1974_1981	228	1,39	1,56	-0,64	3,34	1,31
	S3_1974_1997	228	0,21	0,16	-0,3	0,88	0,31
	S3_1974_2013	230	2,2	2,29	0,87	3,06	0,68
Setor 4	S4_1974_1981	809	0,45	-0,15	-1,8	5,7	1,73
	S4_1974_1997	808	1,31	1,32	0,02	2,69	0,49
	S4_1974_2013	810	1,18	1,12	0,57	1,97	0,35

Fonte: Adaptado de Santos Junior, 2017.

Em relação ao setor 3 (Tabela 8) as taxas de deslocamentos não apresentaram uma grande variação, as médias de deslocamentos foram positivas para os 3 anos analisado no setor 3, sendo de 1,39 m/ano (1974_1981), 0,21 m/ano (1974_1997) e 2,2 m/ano (1974_2013).

O setor 4 (Tabela 8) seguiu no mesmo padrão do setor 3, apresentando variações positivas durante os 3 anos. O ano de 1974_1981 foi obtido uma taxa de deslocamento anual de 0,45 m; para o ano de 1974_1997 a taxa foi de 1,31 m/ano e 1974_2013, de 1,18 m/ano.

A Tabela 9 apresenta os resultados das taxas de deslocamento da linha de costa, tendo como base o ano de 2013 entre os anos de 2015, 2016 e 2018. Os

valores médios nas taxas de deslocamentos em relação a 2013 mostraram que, para todos os anos foram obtidas médias negativas.

Para os anos de 2013_2015 foi obtido a maior média negativa para a área de estudo entre o período de 2013 a 2018 (Tabela 9), observada no setor 1, na região da praia de Barra de Jangada, representada por -30,24 m/ano, indicando assim, uma retrogradação da linha de costa. A média máxima obtida nos transectos ocorreu entre os anos de 2013_2016, no valor de 1,18 m/ano de deslocamento, apresentando essa a maior progradação da linha de costa em toda a área de estudo, observada no setor 4. O maior desvio padrão foi entre os anos de 2013_2016, o valor foi de 12,84 m/ano (setor 1) em um período de 3 anos (Tabela 9).

Tabela 9 - Variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 2013 a 2018.

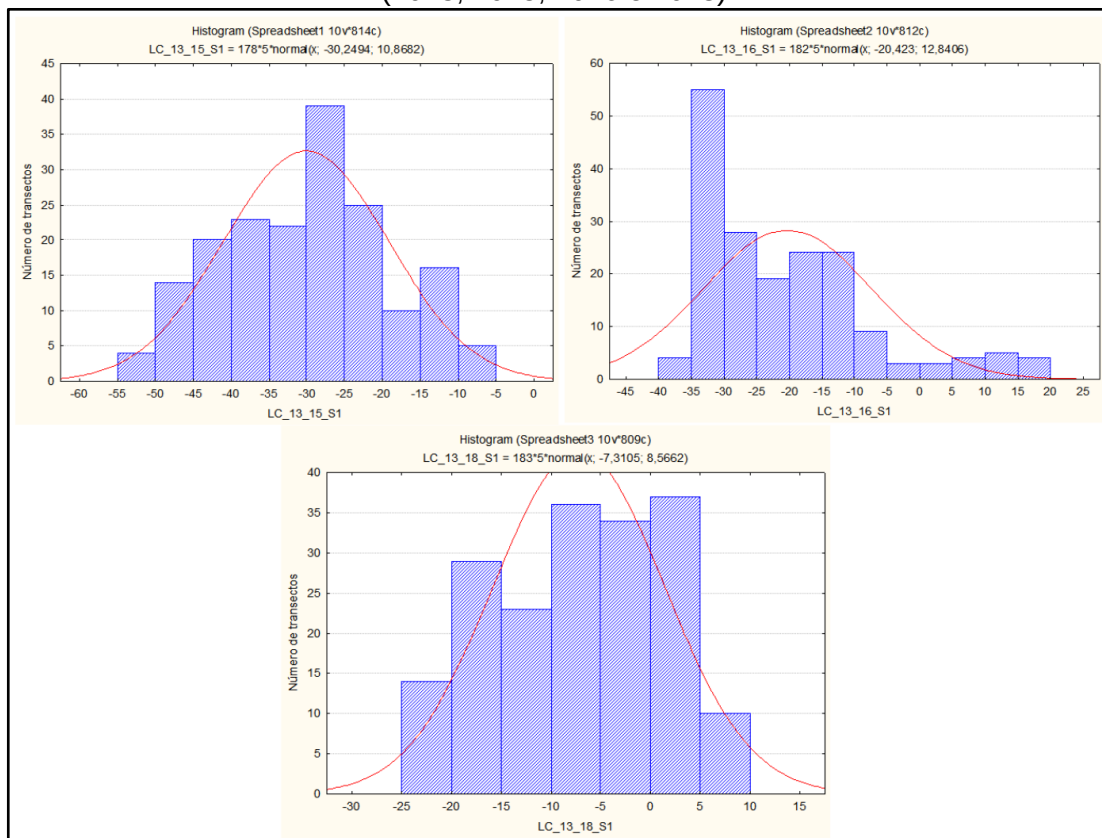
Setor	Ano	Nº de Trans.	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Des. Padrão
Setor 1	S1_2013_2015	178	-30,24	-28,92	-54,96	-9,13	10,86
	S1_2013_2016	182	-20,42	-24,71	-33,42	16,54	12,84
	S1_2013_2018	183	-7,31	-6,36	-23,57	8,38	8,56
Setor 2	S2_2013_2015	367	-22,74	-24,21	-31,88	-5,21	6,24
	S2_2013_2016	371	-13	-12,72	-34,21	-5,15	3,56
	S2_2013_2018	366	-10,79	-11,45	-15,22	-5,23	2,47
Setor 3	S3_2013_2015	230	-6,95	-7,94	-19,04	5,16	5,91
	S3_2013_2016	228	-5,007	-8,21	-19,68	8,1	7,99
	S3_2013_2018	229	-5,5	-5,79	-10,1	-1,21	2,22
Setor 4	S4_2013_2015	814	-4,21	-3,72	-21,76	7,83	6,64
	S4_2013_2016	812	1,18	1,39	-12,03	8,89	4,28
	S4_2013_2018	809	-1,41	-0,71	-8,87	3,21	2,34

Fonte: A autora, 2020.

O setor 1 apresentou as maiores variações das médias nas taxas dos transectos (Figura 30), apresentou todas as taxas negativas para os anos de 2015, 2016 e 2018 (Tabela 9). Esses valores negativos indicaram retrogradação da linha de costa para todos os anos em relação ao ano base 2013, principalmente na praia de Barra de Jangada. Em relação ao ano de 2013_2015 não ocorreram valores positivos para o setor 1, o maior valor foi de -9,13 m/ano e uma distribuição na

média das taxas dos transectos entre o intervalo de -55 a -5 m (Tabela 9). Os anos de 2013_2016 e 2013_2018 o setor 1 obteve valores máximos de, 16,54 e 8,56, respectivamente, a distribuição nas médias das taxas dos transectos ficaram entre os intervalos de -40 a 20 m (2013_2016) e -25 a 10 m (2013_2018), porém as médias foram negativas indicando uma retrogradação da linha de costa (Tabela 9).

Figura 30 - Histograma de distribuição nas médias das taxas dos transectos do setor 1 (2013, 2015, 2016 e 2018).

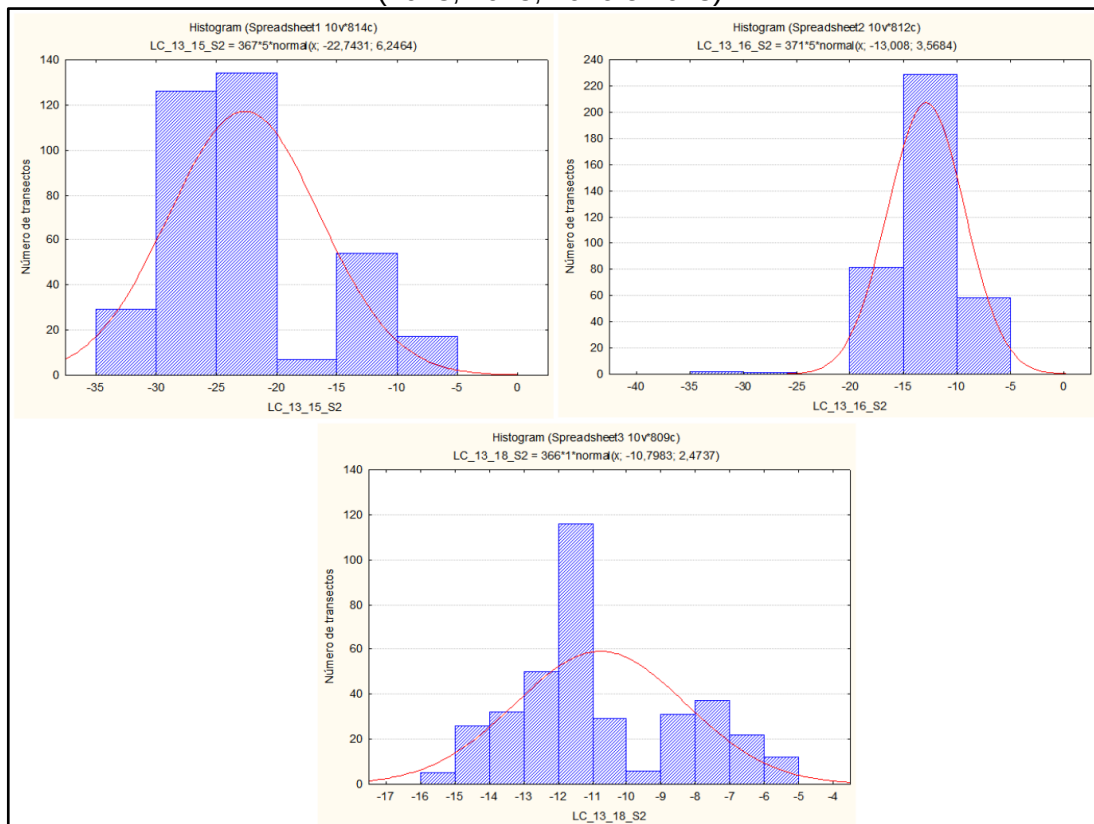


Fonte: A autora, 2020.

A Figura 31 ilustra as taxas de variações das médias nas taxas dos transectos do setor 2 (2013_2015, 2013_2016 e 2013_2018). Conforme ilustrado na figura, é possível visualizar que as variações ocorridas entre os anos de 2013 a 2015, 2016 e 2018, sendo essas negativas devido à retrogradação da linha de costa (Tabela 9), para todos os anos, se destacando o ano de 2013_2015, com uma média de -22,74 m/ano e com um valor mínimo de -31,88 m/ano. A distribuição média das taxas dos transectos variaram entre os intervalos de -35 a -5 m, indicando maiores retrogradações em relação ao ano de 2013.

Os anos de 2013_2016 e 2013_2018 obtiveram médias maiores em relação ao período anterior, porém sendo essas ainda com valores negativos de -13 e -10,79 m, respectivamente, o que demonstra que para essa região a média negativa foi diminuindo no decorrer dos 3 anos, indicando um retrogradação entre 2013_2016 e 2013_2018 no setor 2. As médias das taxas dos transectos variaram de -35 a -5 m (2013_2016) e -16 a -5 m (2013_2018).

Figura 31 - Histograma de distribuição nas médias das taxas dos transectos do setor 2 (2013, 2015, 2016 e 2018).

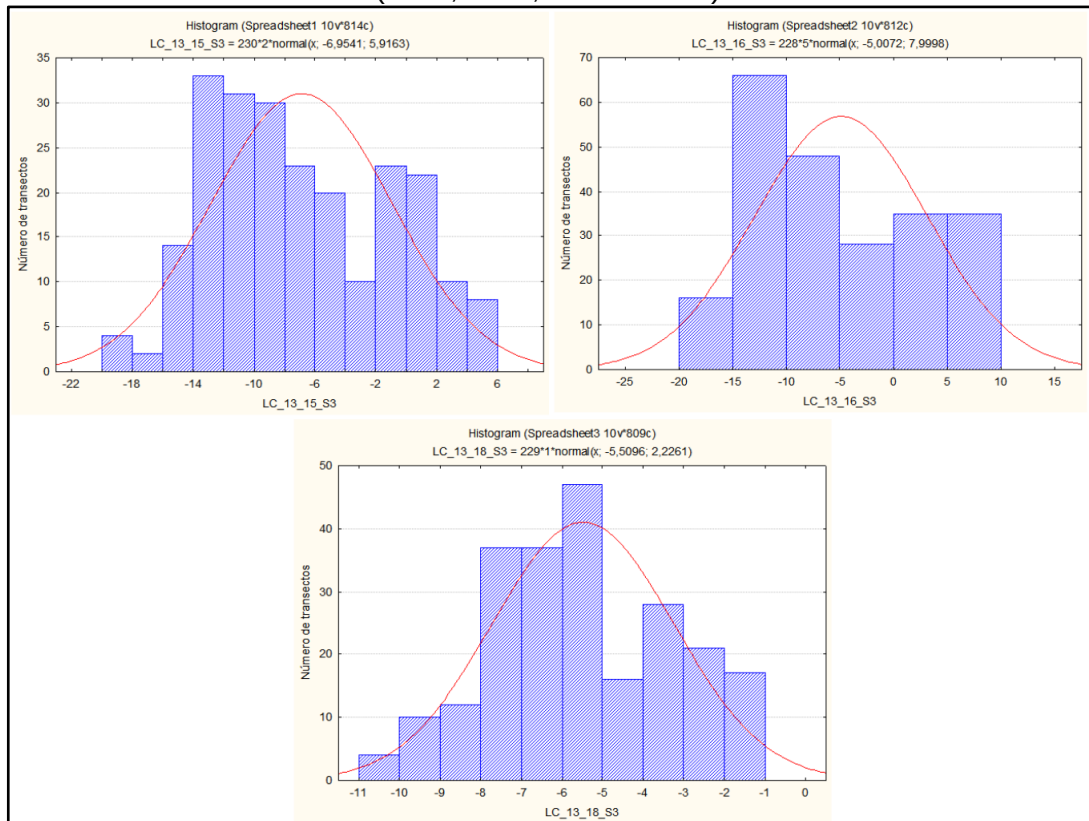


Fonte: A autora, 2020.

O setor 3 (Figura 32) se diferenciou dos setores 1 e 2. Os valores observados indicam que ocorreu uma menor retrogradação da linha de costa (2013_2015, 2013_2016 e 2013_2018). Esse setor apresentou as médias nas taxas dos transectos negativas para todos os anos analisados (2013_2015, 2013_2016 e 2013_2018). Entretanto os seus valores negativos (Tabela 9) foram de: -6,95 m/ano (2013_2015), -5,00 m/ano (2013_2016) e -5,5 m/ano (2013_2018). Os intervalos entre a distribuição das médias das taxas dos transectos para os 3 anos variaram entre -18 a 6 m, -20 a 10 m e -11 a -1 m, respectivamente. Levando em

consideração a análise multitemporal da linha de costa, foi possível observar que as curvas nos histogramas se mantiveram semelhantes para todos os anos analisados, indicando uma simetria dos resultados (Figura 32).

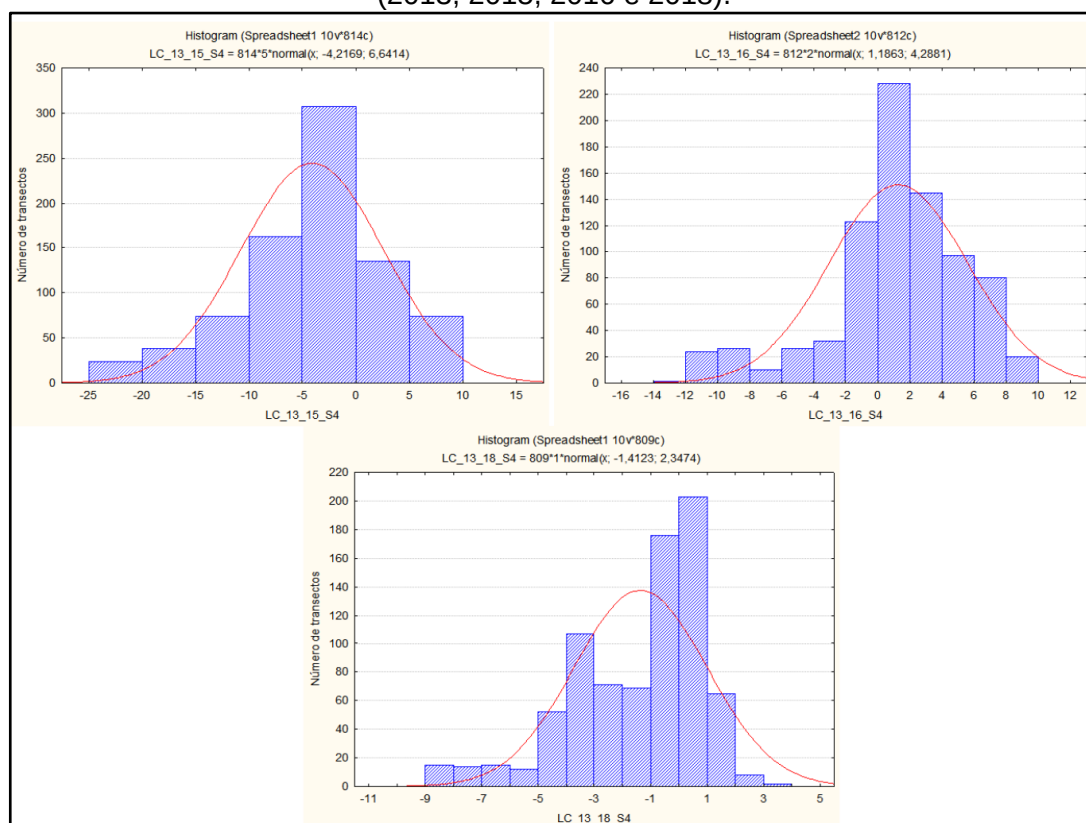
Figura 32 - Histograma de distribuição nas médias das taxas dos transectos do setor 3 (2013, 2015, 2016 e 2018).



Fonte: A autora, 2020.

A Figura 33, ilustra os histogramas referentes as variações das médias nas taxas dos transectos do setor 4 (2013_2015, 2013_2016 e 2013_2018), onde foi possível perceber que houve um equilíbrio entre a retrogradação e a progradação da linha de costa, relacionando-os com os setores 1, 2 e 3. O setor 4 foi o que obteve uma menor retrogradação em relação ao ano de 2013. O valor da média foi positiva para o ano de 2016, de 1,39 m/ano (Tabela 9) e a distribuição média das taxas dos transectos ficou entre os valores de -25 a 10 m (Figura 33). Os anos de 2013_2015 (-3,72 m/ano) e 2013_2018 (-0,79 m/ano) obtiveram médias negativas, representando as menores médias negativas entre todos os setores, as taxas dos transectos apresentaram os valores de -14 a 10 m e -9 a 3 m, respectivamente.

Figura 33 - Histograma de distribuição nas médias das taxas dos transectos do setor 4 (2013, 2015, 2016 e 2018).



Fonte: A autora, 2020.

7.4 VENTOS

Os dados anuais sobre os ventos foram selecionados a partir das análises anuais das linhas de costa, foram analisados um período de 45 anos (1974, 1981, 1997, 2013, 2015, 2016 e 2018). Na Tabela 10 observam-se os valores médios mensais de direções e velocidades para cada ano em estudo. Os resultados obtidos indicam que para o período ocorreu uma predominância da direção SE (sudeste).

Tabela 10 - Direção e velocidade dos ventos dos anos de 1974 a 2018.

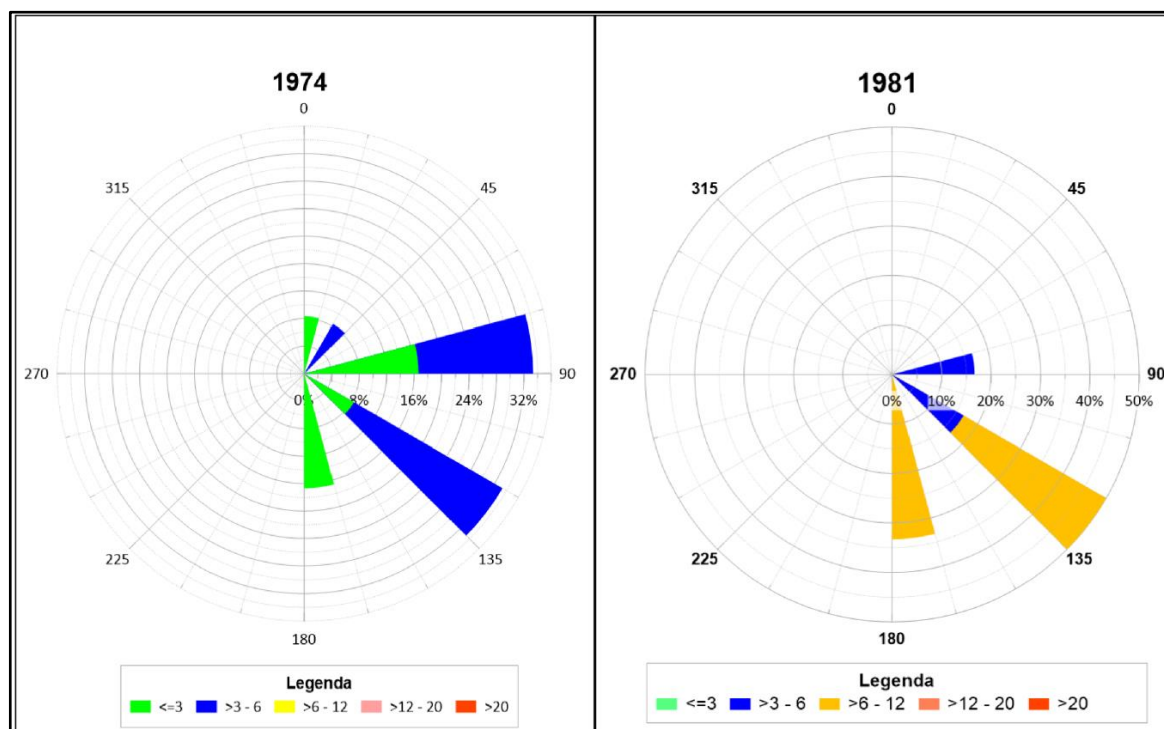
Mês /Ano	VELOCIDADE M/S / DIREÇÃO													
	1974		1981		1997		2013		2015		2016		2018	
Janeiro	2,92	L	5,8	SE	5,1	L	5,3	L	4,3	SE	5	SE	3,7	SE
Fevereiro	2,43	L	6,1	SE	6,5	SE	4,5	SE	5	SE	3,8	SE	4	SE
Março	2,1	N	5,3	E	5,6	L	4	SE	5	SE	3,6	SE	3,3	SE
Abril	2,02	S	6,5	SE	5,6	SE	3,7	SE	3,8	SE	5,14	SE	5	N
Maio	2,24	S	6,3	S	11,1	S	4,7	SE	4,5	SE	3,6	N	3,5	SE
Junho	2,69	SE	6,6	S	5	SE	3,3	SE	3	SE	5,14	SE	5	SE
Julho	3,85	SE	8	S	6,6	SE	3,3	SE	6	SE	5,14	SE	4,3	S
Agosto	3,64	SE	7,5	S	6,6	SE	5	SE	3,5	SE	5,14	SE	5	SE
Setembro	3,5	SE	8,8	S	5	SE	4,2	SE	5	SE	5,14	SE	5	SE
Outubro	3,4	L	6,3	SE	5,6	L	4,2	SE	4	SE	5,14	SE	5	SE
Novembro	3,82	NE	6	SE	6,5	L	5	L	4,1 2	SE	5,14	SE	3,7	SE
Dezembro	3,35	L	6,6	SE	5	SE	5	L	3,6	SE	3,6	SE	2,0	SE

Fonte: A autora, 2020.

A Figura 34 representa a rosa de distribuição das velocidades e direções mensais dos ventos para o ano de 1974 e 1981. O ano de 1974 (Tabela 10) mostra que as maiores velocidades foram entre os meses de Julho a dezembro entre 6 e 12 m/s. As direções mensais (Tabela 10) foram para o leste, sudeste, norte e sul, com predominância da direção sudeste, como é possível visualizar na Figura 34.

Para o ano de 1981 a predominância foi para sudeste e as velocidades médias ficaram entre 3 e 6 m/s e 6 e 12 m/s, sendo setembro o mês com a maior média mensal de velocidade, 8,8 m/s (Tabela 10) e os ventos tiveram predominância para o sudeste.

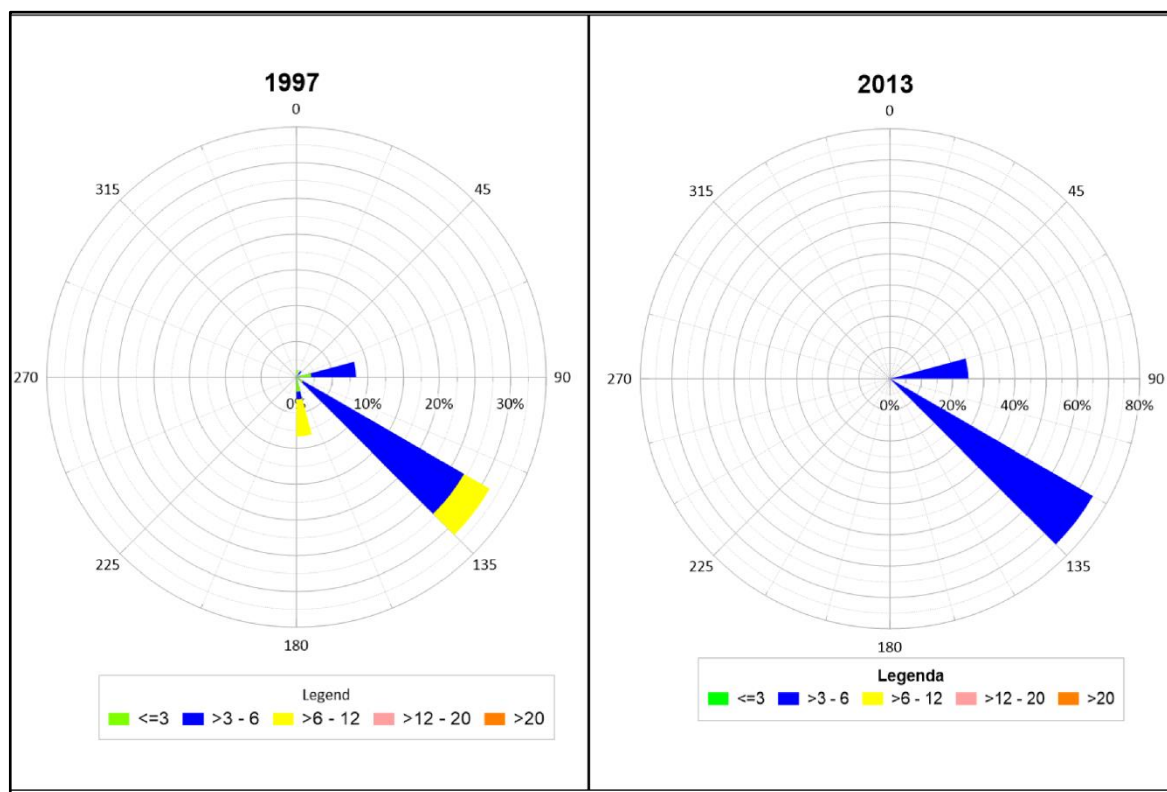
Figura 34 - Rosa de distribuição da direção e velocidade dos ventos, 1974 e 1981.



Fonte: A autora, 2020.

A direção e as velocidades dos ventos mensais para os anos de 1997 e 2013 são representadas na Figura 35. No ano de 1997 mostra que o mês de maio foi obtido a maior velocidade mensal do ano, no valor de 11,1 m/s (Tabela 10), com uma direção para o sul, nos outros meses do ano de 2010 as velocidades ficaram entre 5 e 6 m/s com direção predominante para o sudeste. Para o ano de 2013 a velocidade média mensal variou entre 3,3 e 5,3 m/s, sendo essa velocidade a do mês de janeiro (5,3 m/s). A direção média dos ventos para o ano de 2013, também teve a predominância para o sudeste, e somente os meses de janeiro, novembro e dezembro as direções foram distintas, para o leste (Figura 35 e Tabela 10).

Figura 35 - Rosa de distribuição da direção e velocidade dos ventos, 1997 e 2013.

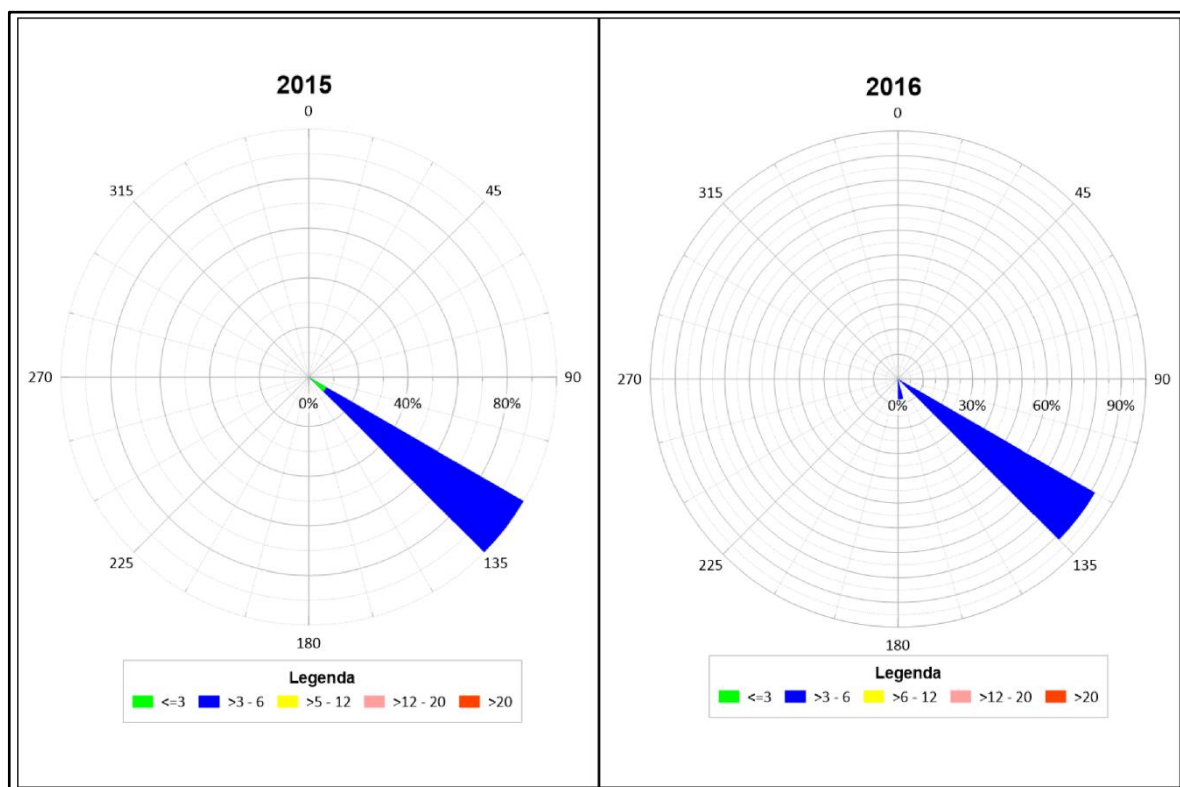


Fonte: A autora, 2020.

Em relação aos anos de 2015 e 2016 estão representados na Figura 36. As direções mensais dos ventos para o ano de 2015 foram para o sudeste, variando apenas nas velocidades médias mensais que se mantiveram de 3 a 6 m/s (Tabela 10). Entretanto os meses de fevereiro, março e julho foram os de maiores velocidades, com 5 m/s, 5 m/s e 6 m/s (Tabela 10), respectivamente.

Para o ano de 2016, o único mês que foi obtido uma direção diferente dos outros meses foi o mês de maio, apresentou uma direção para o norte (Figura 36 e Tabela 10). Os outros 11 meses obtiveram direções mensais semelhantes para o sudeste. Os meses de janeiro, abril, e as dos meses de junho a novembro obtiveram as maiores velocidades médias, com cerca de 5,1 m/s. Para os meses de fevereiro, março, maio e dezembro as velocidades ficaram entre 3 e 5 m/s (Figura 36 e Tabela 10).

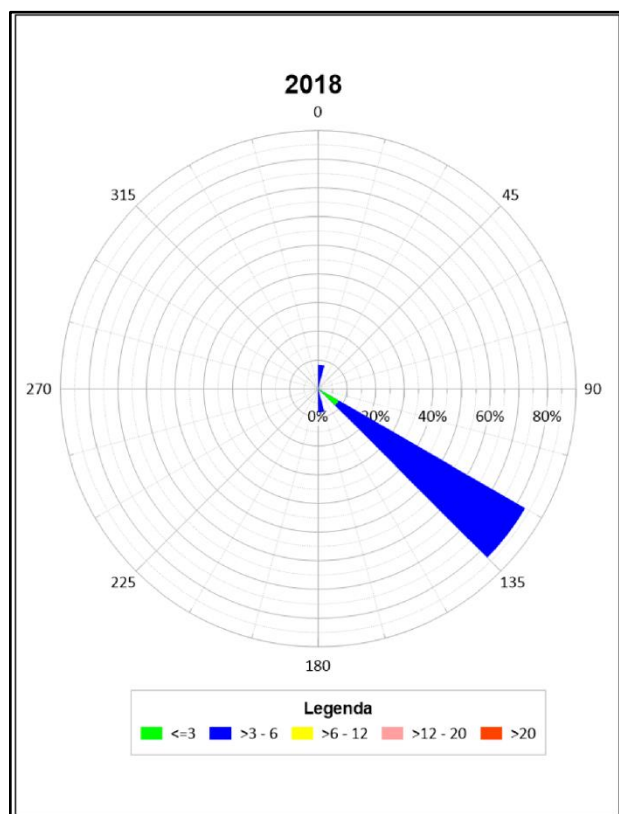
Figura 36 - Rosa de distribuição da direção e velocidade dos ventos, 2015 e 2016.



Fonte: A autora, 2020.

O último ano em análise foi o de 2018, conforme a Figura 37, onde foi observado que as direções seguiram o mesmo padrão dos anos anteriores, apresentaram predominância para a direção sudeste. Somente os meses de abril e julho foram obtidas direções distintas, sendo elas, para o norte e para o sul, respectivamente. A velocidade média ficou entre 3 e 5 m/s (Tabela 10), a menor velocidade foi obtido no mês de dezembro com 2 m/s e as maiores nos meses de abril, junho e de agosto a outubro, com valor de 5 m/s.

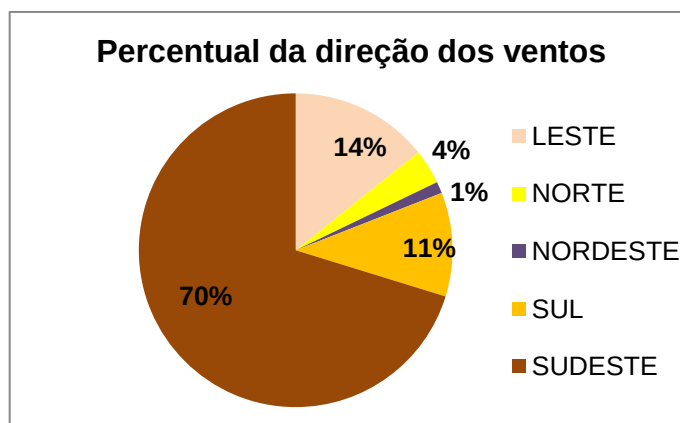
Figura 37 - Rosa de distribuição da direção e velocidade dos ventos, 2018.



Fonte: A autora, 2020.

Na Figura 38 é possível visualizar com uma maior clareza as direções dos ventos. A direção SE (sudeste) obteve o maior número entre os anos, essa representou um total de 70%, logo após foi observado à direção L (leste), na qual foi registrada 14% dos meses, a direção S (sul) foi de 11%, a N (norte) 4% e a direção NE (nordeste) representou apenas 1% do total de meses analisados.

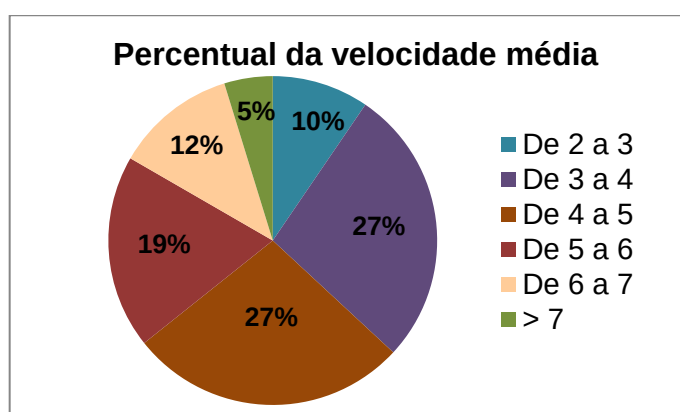
Figura 38 - Percentual da direção dos ventos.



Fonte: A autora, 2020.

Os resultados da velocidade média (Figura 39) dos ventos foram divididos em seis classes para uma melhor visualização, na primeira classe ficaram os meses onde as médias de velocidades ficaram entre 2 e 3 m/s com 10%, a segunda classificação foram para as velocidades médias entre 3 e 4 m/s com 27% se igualando assim, a terceira classe com velocidades entre 4 a 5 m/s, logo após vieram as classes representadas pelos valores de 5 a 6 m/s, 6 a 7 m/s e as médias acima de 7 m/s foram de 19%, 12% e 5%, respectivamente.

Figura 39 - Percentual da velocidade dos ventos.



Fonte: A autora, 2020.

7.5 ONDAS

A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos para as direções predominantes mensais de ondas entre 2012 a 2018, entretanto os anos de 2012, 2016 e 2018 não foi possível obter dados referente a todos os meses, mas verificou-se que, assim como, os dados de ventos, os dados de direções de onda também obtiveram direção predominante para o SE (sudeste).

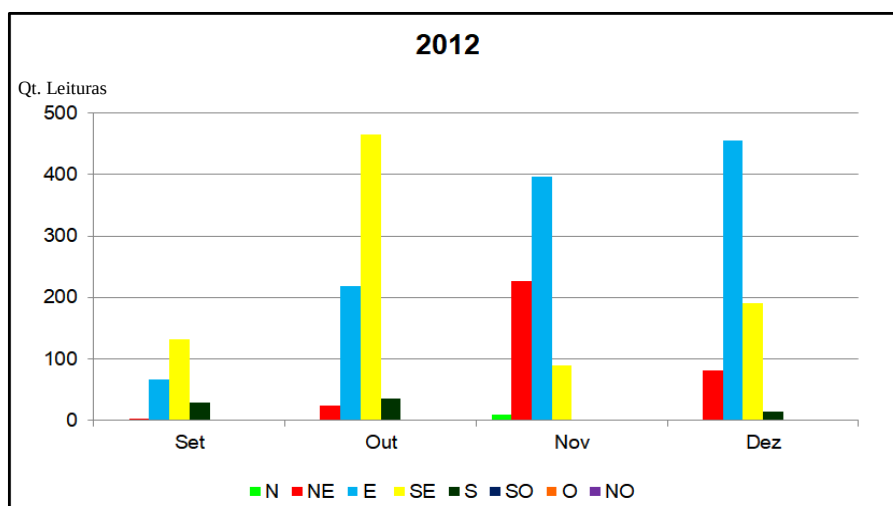
Tabela 11 - Direção mensal predominante de ondas dos anos de 2012 a 2018.

Mês/Ano	DIREÇÃO DE ONDA					
	2012	2013	2014	2015	2016	2018
Janeiro	Sem dados	E	SE	SE	E	Sem dados
Fevereiro	Sem dados	SE	SE	SE	SE	Sem dados
Março	Sem dados	E	E	SE	SE	Sem dados
Abril	Sem dados	SE	SE	SE	SE	Sem dados
Maio	Sem dados	SE	SE	SE	Sem dados	Sem dados
Junho	Sem dados	SE	SE	SE	Sem dados	Sem dados
Julho	Sem dados	SE	SE	SE	Sem dados	Sem dados
Agosto	Sem dados	SE	SE	SE	Sem dados	Sem dados
Setembro	SE	SE	SE	SE	Sem dados	Sem dados
Outubro	SE	SE	SE	SE	Sem dados	E
Novembro	E	E	E	SE	Sem dados	E
Dezembro	E	E	E	SE	Sem dados	E

Fonte: A autora, 2020.

A Figura 40 ilustra as direções das ondas nos meses de setembro a dezembro para o ano de 2012. Para esse ano foram verificados um total de 2.438 de dados de direções de onda. É possível visualizar na Figura 40, que, os meses de setembro e outubro tiveram ondas direcionadas à costa, variando entre as direções nordeste, leste, sudeste e sul e, uma predominância para a direção sudeste. As ondas, nos meses de novembro e dezembro de 2012, se direcionaram para o norte, nordeste, leste, sudeste e sudoeste, apresentando uma predominância de ondas oriundas da direção leste (Figura 40).

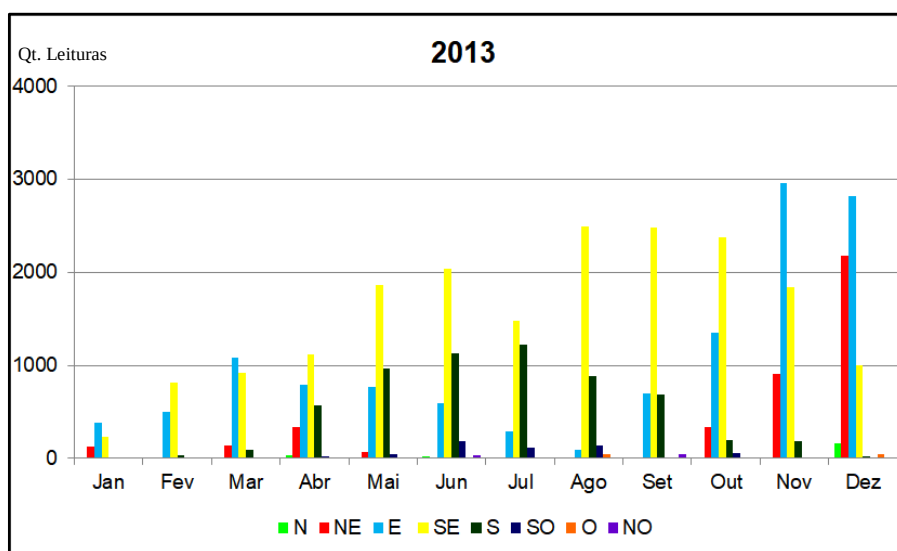
Figura 40 - Direção de ondas entre os meses de setembro e novembro de 2012.



Fonte: A autora, 2020.

Durante o ano de 2013 foram verificados um total de 7.131 dados (Figura 41), distribuídos entre todos os meses. O mês de janeiro apresentou ondas para a direção nordeste, leste e sudeste, e uma maior predominância para a direção leste. Fato esse que foi verificado também no mês de fevereiro. Em março, as direções das ondas foram para o leste e o sudeste e, nos meses de abril a outubro ocorreu uma predominância na direção das ondas, para o sudeste. Nos meses de novembro a dezembro as direções foram para o nordeste, leste e sudeste, com predominância para o leste.

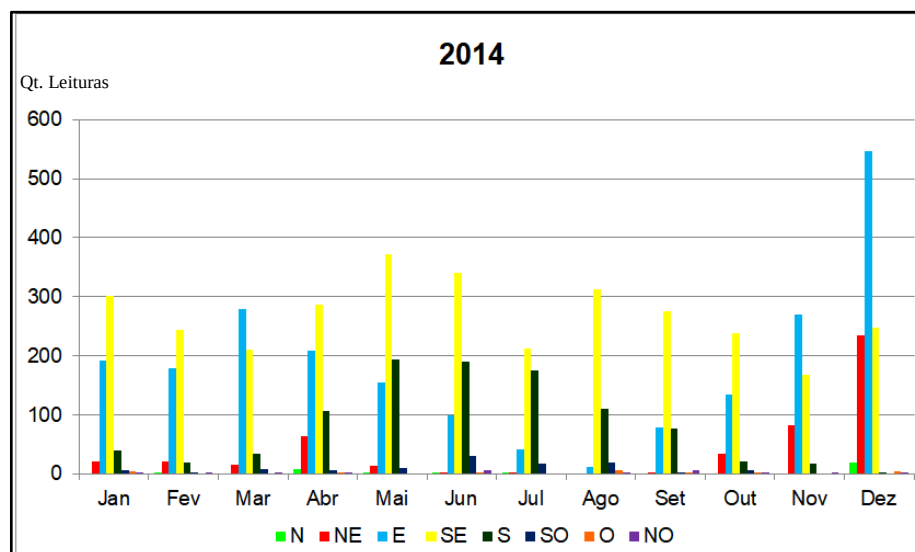
Figura 41 - Direção de ondas para o ano de 2013.



Fonte: A autora, 2020.

A Figura 42 apresenta as direções das ondas nos meses de janeiro a dezembro de 2014, totalizando 7.050 dados. Nos intervalos de meses entre janeiro a fevereiro e de abril a outubro, a direção predominante foi para o sudeste, assim como, foi observado em anos analisados anteriormente. Para os meses de maio a setembro foi possível perceber que as ondas se direcionaram para o sul. Por fim, para o ano de 2014, nos meses de novembro a dezembro a direção predominante foi das ondas de leste.

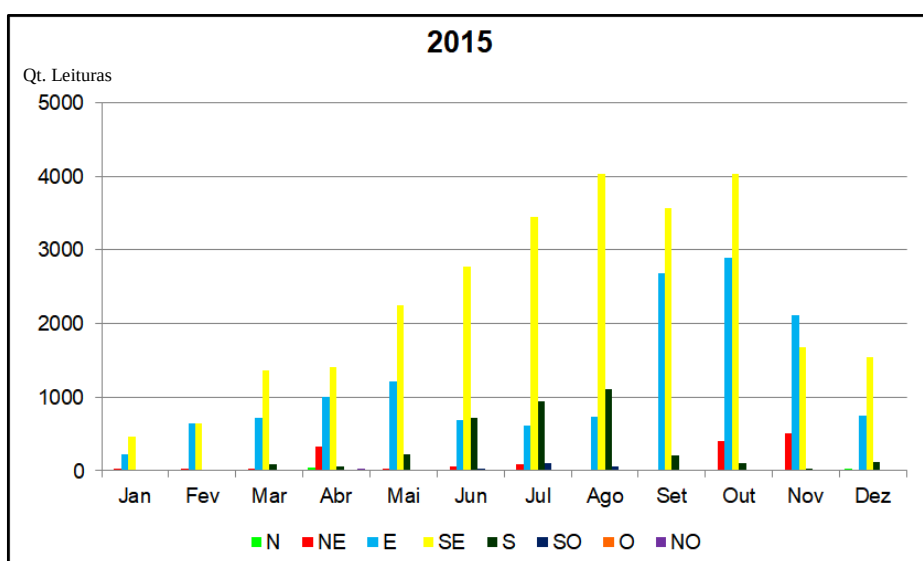
Figura 42 - Direção de ondas para o ano de 2014.



Fonte: A autora, 2020.

A Figura 43 ilustra os dados direcionais das ondas para o ano de 2015, no qual foi verificado um total de 7.896 dados. Nos meses de janeiro a dezembro a direção predominante foi para o sudeste. As ondas oriundas do sentido leste representaram a segunda maior parte dos dados, sendo essas nos meses de janeiro a junho e de setembro a dezembro, enquanto, nos meses de julho e agosto houve uma predominância de ondas para a direção sul.

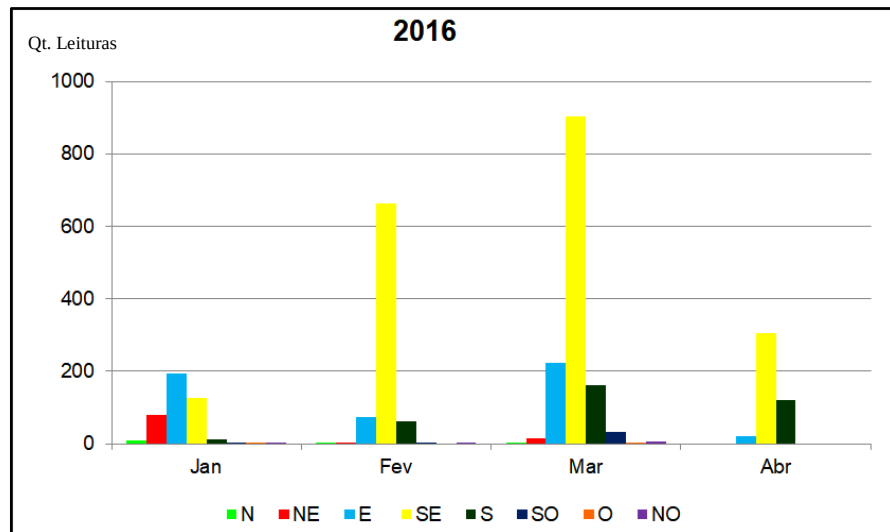
Figura 43 - Direção de ondas para o ano de 2015.



Fonte: A autora, 2020.

E relação ao ano de 2016 (Figura 44) foi obtido um total de 1.395 dados distribuídos entre os meses de janeiro a abril. No mês de janeiro, os dados apresentaram, em sua maior parte, direção de ondas do leste, seguido das direções sudeste e nordeste. Nos meses de fevereiro a abril a direção predominante foi para o sudeste, e a logo após direções de ondas para o sul e leste.

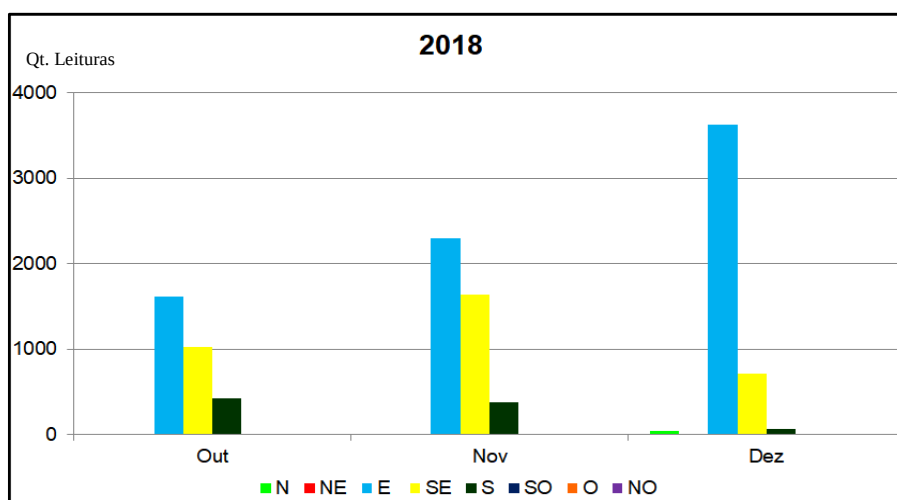
Figura 44 - Direção de ondas entre os meses de janeiro e abril de 2016.



Fonte: A autora, 2020.

Para o ano de 2018 foram analisados os meses de outubro a novembro, sendo um total de 11.869 dados direcionais de ondas (Figura 45). Assim como nos anos analisados anteriormente, nos últimos meses de outubro a novembro a maior parte das direções de ondas foram oriundas de leste e a segunda maior ocorrência da direção sudeste.

Figura 45 - Direção de ondas entre os meses de outubro e dezembro de 2018.



Fonte: A autora, 2020.

7.6 PRECIPITAÇÃO

Os dados sobre a precipitação também foram analisados mensalmente e anualmente (1974, 1981, 1997, 2013, 2015, 2016 e 2018), totalizando um período de 45 anos (Tabela 12). Utilizou-se a precipitação média mensal para cada mês durante o período analisado, para fins de melhores compreensões foram obtidas médias anuais através da soma das precipitações totais mensais de cada ano. Na Tabela 12 observam-se os valores totais mensais de precipitação em mm para cada ano em estudo.

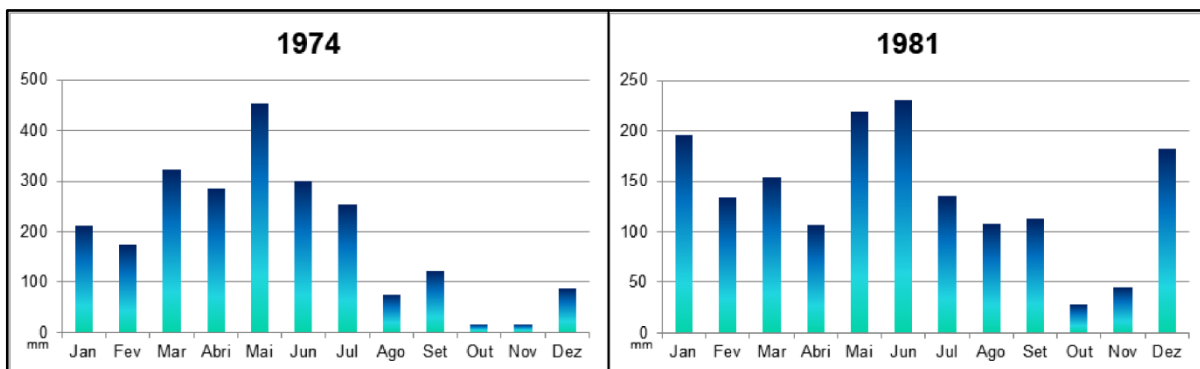
Tabela 12 - Precipitação total mensal dos anos de 1974 a 2018.

PRECIPITAÇÃO (mm)							
Meses	1974	1981	1997	2013	2015	2016	2018
Janeiro	210,1	195,5	30,6	95,7	65,4	124	153,6
Fevereiro	174,5	134,2	158,6	47,7	56,2	70	146,2
Março	323,5	153,9	224,4	98,8	341,2	268,7	120,6
Abril	285,3	107,4	362,7	229	74,6	292,4	484
Maio	454,6	219,9	466,3	316,9	178,9	478,9	231,6
Junho	299,6	231	182,2	491,4	460,5	148,5	143
Julho	252,6	135	205,4	416,4	446,3	110,3	135,3
Agosto	76,1	107,8	130,1	225,3	116	57,5	98,4
Setembro	121,3	113,6	20,5	146	35,1	57,4	58,5
Outubro	14,8	27,5	15,5	129,2	16,6	14,1	22,8
Novembro	15,2	45,6	43	76,5	30,6	17,8	37,8
Dezembro	86,3	181,9	71,8	177,3	91,8	68	74,5

Fonte: A autora, 2020.

A Figura 46 apresenta o percentual do total de precipitação para os meses dos anos de 1974 e 1981. O primeiro ano (1974) analisado teve uma média anual de 192,825 mm. O mês de maio apresentou as maiores precipitações com um acumulado de 454,6 mm. Os meses de outubro e novembro obtiveram as menores precipitações do ano, sendo elas, de 18,8 e 15,2 mm, respectivamente.

Figura 46 - Precipitação total para os anos de 1974 e 1981.

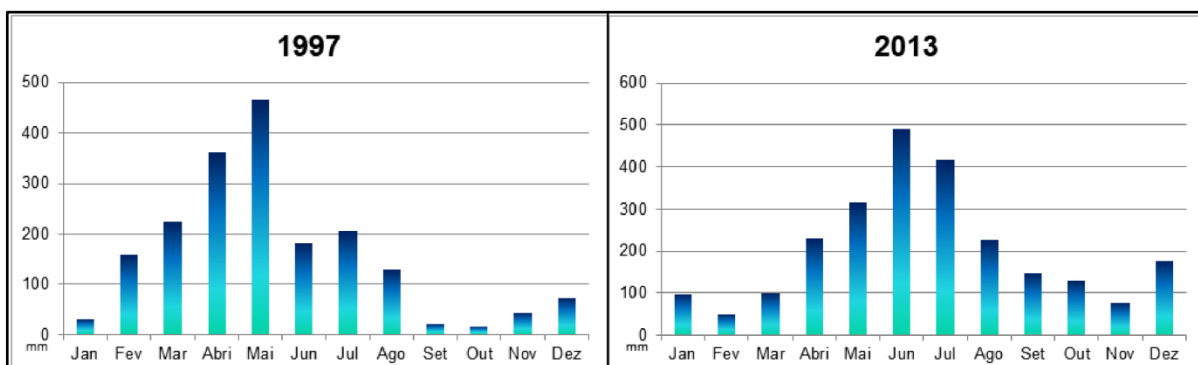


Fonte: A autora, 2020.

Para o ano de 1981, a média anual foi de 137, 775 mm (Figura 47). O mês com maior precipitação foi o mês de junho, com 231 mm, enquanto os meses de menores precipitações foram os meses de outubro e novembro, sendo 27,5 mm e 45,6 mm, respectivamente.

Os dados referentes aos anos de 1997 e 2013 se encontram representados na Figura 47, às precipitações médias foram de 159,258 mm e 204,183 mm, respectivamente. Os maiores acumulados durante o ano de 1997 ocorreram entre os meses de março a julho, enquanto que no ano de 2013 foram nos meses de abril a agosto. Outro fato que chama atenção referente à distribuição das precipitações entre os meses dos respectivos anos se refere aos menores acumulados, visto que, os meses mais secos em 1997, foram os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro. Esses meses apresentaram um aumento na precipitação total dos mesmos meses para o ano de 2013.

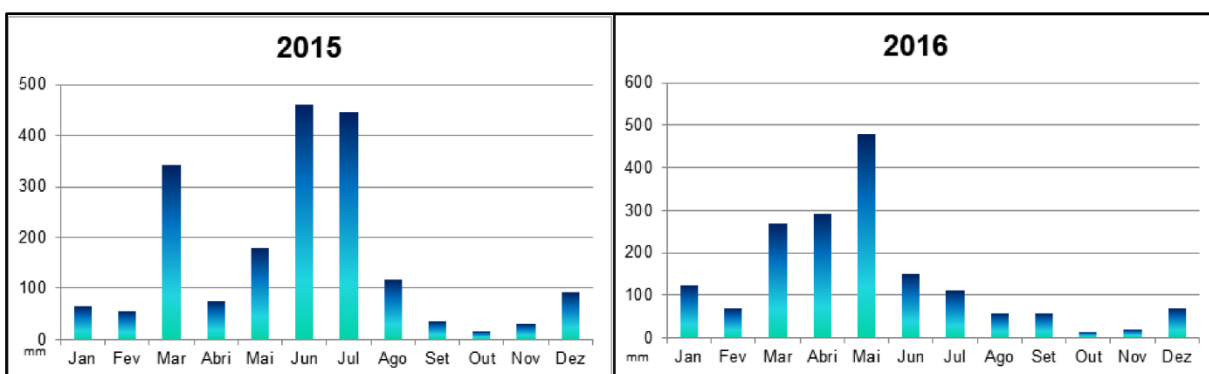
Figura 47 - Precipitação total para os anos de 1997 e 2013.



Fonte: A autora, 2020.

Os dados sobre os anos de 2015 e 2016 são ilustrados na Figura 48, os quais apresentaram médias de 159,43 mm e 142,3 mm, respectivamente. Conforme dados apresentados em gráficos anteriores referentes aos anos já analisados, os anos de 2015 e 2016 apresentaram reduções nas precipitações totais mensais. Onde foram verificados os maiores valores concentrados entre alguns meses específicos, a saber: no ano de 2015 as maiores precipitações foram registradas nos meses de junho (460,5 mm) e julho (446,3 mm), enquanto que, em 2016 a maior precipitação foi registrada no mês de maio (478,9), ambos representando o período chuvoso.

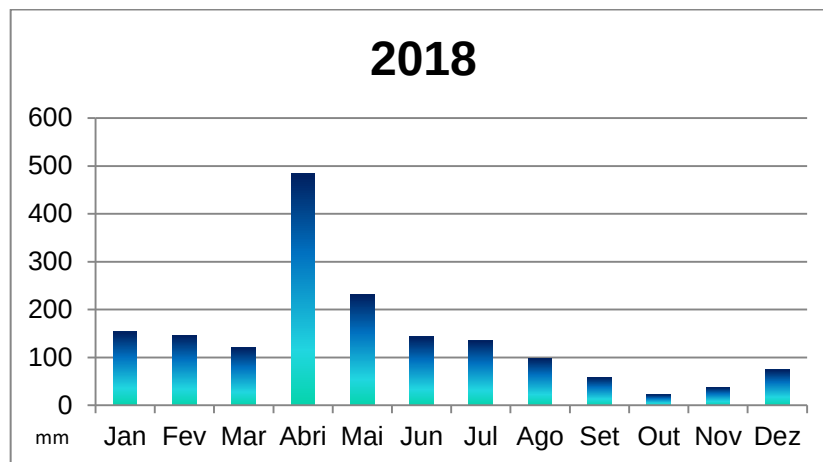
Figura 48 - Precipitação total para os anos de 2015 e 2016.



Fonte: A autora, 2020.

A Figura 49 ilustra os resultados do ano de 2018, esse seguiu o mesmo padrão de distribuição das precipitações dos anos de 2015 e 2016: baixos valores de acumulados totais mensais durante todo o ano e uma concentração máxima de precipitação em um único mês, o mês de abril, de 484 mm.

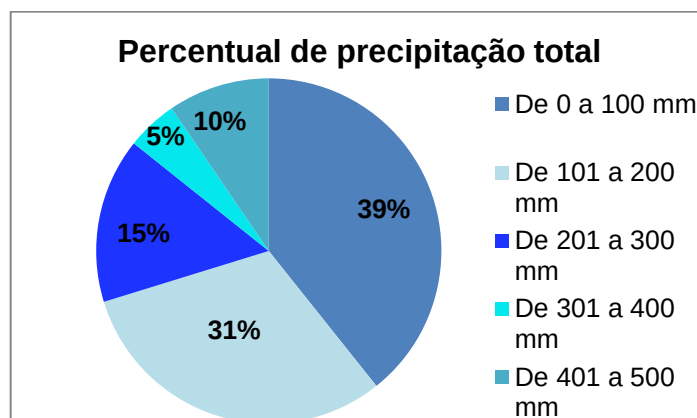
Figura 49 - Precipitação total para o ano de 2018.



Fonte: A autora, 2020.

A Figura 50 apresenta o percentual da precipitação total para cada período analisado. Dividiu-se os dados em 5 classes, de acordo com o intervalo de precipitação média mensal, que variou de 0 a 500 mm ao mês. Na primeira classificação foi observado que, 39% dos dados tiveram precipitação média mensal de até 100 mm, 26% com uma precipitação entre 101 a 200 mm, 15% de 201 a 300 mm mensal, de 301 mm a 400 mm representando 5% e de 401 mm a 500 mm 10%.

Figura 50 - Percentual de precipitação total.



Fonte: A autora, 2020.

8 DISCUSSÕES

O litoral pernambucano tem predominância de praias arenosas, com uma individual característica ao longo da costa, a presença de *beachrocks* (MARTINS *et al.*, 2016). Dessa forma, os levantamentos batimétricos contribuem com as estimativas mais acuradas sobre as profundidades e características existentes na plataforma continental e sobre o fornecimento dos sedimentos, representando assim uma melhor variação temporal (DE VENTE *et al.*, 2017). Conforme Projeto MAI (BRASIL, 2009), o litoral de Jaboatão dos Guararapes totaliza cerca de 7.961 m de extensão, onde 58,9% da área forma-se por praias com sedimentos, e 41,1% da área total sem predominância de sedimentos, constituindo-se, principalmente, de trechos com obras do tipo enrocamentos, espigões e muros.

A plataforma continental de Pernambuco se caracteriza pela largura reduzida, com pouca profundidade e declive suave. Uma barreira de arenito (*beachrock*) acompanha a linha de costa até cerca de 4 km, retendo assim o fluxo de areia (MANSO *et al.*, 2004; GREGÓRIO, 2009; MANSO *et al.*, 2017).

Na presente pesquisa, a extensão da plataforma continental interna analisada foi de cerca de 5 km, onde se obteve profundidades de até quase 18 m. Foi observado *in loco* no ano de 2018 - após o engordamento das praias ocorrido em 2013 - que a morfologia variou entre 1 e 3 metros de altitude na linha de costa e comprimento com cerca de 30 metros.

Conforme os resultados obtidos com a batimetria do projeto MAI (2007), em Jaboatão dos Guararapes foram encontradas as feições do canal e de uma linha de *beachrock*, onde houve maior predominância na praia de Piedade e na região norte da praia de Candeias (setor 4), com comprimento em cerca de 4 km e 1.100 m equidistante da linha de costa. Entre os setores 3 e 2 (praias de Candeias e Piedade), a presença das feições são, sobretudo, imperceptíveis tornando o relevo dessa região mais aplainado, porém com um talude mais íngreme até em regiões próximas a desembocadura do rio Jaboatão, localizado ao sul da área central de estudo.

Para Carvalho, Oliveira e Carvalho (2017), o volume de água da desembocadura do rio Jaboatão bloqueia o transporte de areia, o que se assemelha com a função de um espigão hidráulico perpendicular à praia. Estruturas construídas, como os espigões, impedem o transporte litorâneo de sedimentos até

depois da zona de quebra das ondas. As obras de contenção mais próximas ao rio podem ter influenciado diretamente no transporte dos sedimentos (GREGÓRIO, 2009).

Para Gomes Junior (2015) a construção de um espigão com o intuito de conter a erosão da região do município de Jaboatão dos Guararapes, ocasionou o estreitamento do leito do rio Jaboatão, fazendo com que os sedimentos levados pelo rio para alimentar as praias ao norte de sua foz esteja agora, sendo direcionado para outro local, provavelmente para a plataforma continental interna, provocando um déficit de sedimento nas praias. Outra medida tomada com o intuito de conter a erosão costeira diz respeito à realimentação artificial das praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada (ITEP, 2012).

O setor 1 onde fica localizada a praia Barra de Jangada próximo a foz do rio Jaboatão apresentou perfis praias com baixas declividades e com as menores distância entre a linha de costa e a linha d'água, 30 metros, e se mostraram mais aplainados do que os demais setores. No setor 2 ocorreram perfis entre 2 e 3 metros de altitudes e comprimentos entre 40 e 50 metros. Já nos perfis do setor 3 as altitudes em relação ao setor 4 foram menores, de 2,70 a 2,80 metros de altitude chegando em média a 50 metros de comprimento, entretanto mostraram uma maior declividade nos perfis praias. Os perfis topográficos das praias apresentaram altitudes semelhantes no setor 4, porém foi observado perfis com altitude chegando a quase 4 metros e cerca de 60 metros de comprimento.

Os perfis batimétricos obtiveram profundidades máximas de -15 a -17 metros. Os setores 1 e 2 a topografia da área se apresentou de forma mais homogênea, com valores mais profundos conforme a distância da linha de costa, sem a presença de *beachrock*. No setor 3 os perfis batimétricos se apresentaram mais íngremes, com feições dissecadas pela erosão. O setor 4 apresentou a feições do canal e do *beachrock* com distância da linha de costa de 140 m e 1000 m, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos das amostras dos sedimentos disponibilizados pelo projeto MAI e GRAMAR notou-se que nos resultados dos sedimentos da plataforma continental interna do Jaboatão dos Guararapes mais próximas à costa foram classificados como sedimentos mais finos. Partindo destas informações foi verificado que a plataforma continental interna possui a presença de silte, areia muito fina e areia fina em paralelo a praia, sendo esses os sedimentos mais vulneráveis à dinâmica praial devido a sua granulometria. Ressalta-se ainda

que, em áreas de águas mais profundas estão localizados os sedimentos classificados como areia média, areia grossa e areia muito grossa. De acordo com Manso *et al.* (2017), as diferenças observadas nos dados sedimentares da plataforma interna se devem às características geológicas, geomorfológicas, dos aportes sedimentares e os condicionantes oceanográficos, o que influencia nas atividades morfossedimentares das praias.

Conforme Prata (2005), para o sucesso do engordamento de uma área devem ser observados os parâmetros granulométricos, para assim ser definida a situação ideal dos sedimentos a serem inseridos. Os dados de sedimentos obtidos *in loco* por Lima *et al.* (2018) nas praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada, após a realimentação artificial, foram em sua maioria, de areia média e duas amostras de areia grossa (sedimentos com maiores granulações), podendo assim serem associados às diferenças granulométricas à alimentação artificial da praia.

De acordo com Lima (2016), em Jaboatão dos Guararapes há o predomínio de areia média na praia de Piedade, Candeias e Barra de Jangada também na estação chuvosa, não havendo a presença de areia fina, o que condiz com a literatura científica, tendo em vista que nestes períodos os sedimentos mais finos deveriam ser levados pela intensidade das ondas e de toda a hidrodinâmica da área, porém, no período seco Lima (2016) a incidência é de areia média demonstrando assim que não houve uma grande variação da energia de ondas entre o inverno e o verão.

Considerando os estudos anteriores e posteriores ao engordamento da praia, e os sedimentos observados na plataforma continental interna, foi verificado que os diferentes ambientes não interagem entre si, já que na faixa de paralela à costa da plataforma foi observado sedimentos com granulometria de silte. As praias arenosas em sua maioria são constituídas de sedimentos finos e médios, como exemplo a praia de Boa Viagem que é formada por uma variação de areia média a fina e na região da face média da praia existe a predominância de areia muito fina durante os períodos seco e chuvoso (GREGÓRIO, 2009), e as características das praias de Jaboatão identificadas por Santos (2008) que o tamanho dos grãos utilizados na realimentação não tenham as mesmas características dos grãos originais, fato este que contribuiu para que os grãos não se integrassem ao ambiente.

Com o término da obra de engordamento em Jaboatão dos Guararapes, foi realizado um acompanhamento, através de um monitoramento da praia, indicando

que a realimentação praial não foi bem sucedida, sendo perceptível a erosão das bermas e grande parte dos sedimentos sofrendo processo erosivo após 15 dias, principalmente na foz do rio Jaboatão (CARVALHO, OLIVEIRA e CARVALHO, 2017). Após a alimentação artificial das praias, comumente ocorre à perda de sedimentos, e, a fim de se evitar o deslocamento com maior rapidez dos sedimentos, é necessária que se façam obras de contenção, que serviriam como retenção dos sedimentos bem como realização de análise da classificação de sedimentos antes do processo de realimentação artificial (FISCHER e CALLIARI, 2006).

Conforme Santos Junior (2017), o município de Jaboatão dos Guararapes devido a variação da linha de costa causada pela diminuição no volume dos sedimentos, após a realimentação da praia, ocorreu uma maior retração e retirado um maior volume dos sedimentos na praia de Barra de Jangada (setor 1), mais próxima da foz do rio Jaboatão. Ainda de acordo com Santos Junior (2017) as praias de Piedade e Candeias (setores 2, 3 e 4) apresentaram menores retrogradação, e uma menor retirada no volume dos sedimentos, ao norte da área de estudo.

Na análise sedimentológica, a moda, a média e a mediana se relacionam através da assimetria, conforme Jesus e Andrade (2013), os grãos são considerados simétricos quando a moda, média e mediana possuem valores aproximados, ressaltando que caso tenham valores diferentes terão distribuição assimétrica.

Para Lima *et al.* (2018), nas praias do município de Jaboatão dos Guararapes houve uma variação nas amostras de sedimentos coletadas, com a ocorrência de assimetria negativa a positiva, sendo que mais da metade das amostras foram consideradas aproximadamente simétricas. Partindo disso, Duane (1964) contribui afirmando que os valores negativos de assimetria indicam locais com maiores energia das ondas, ou seja, áreas mais propensas à erosão, enquanto os valores positivos apontam áreas com menor energia de ondas ocorrendo a deposição de sedimentos.

O selecionamento dos grãos é definido pelo desvio padrão das amostras e que, conforme Nichols (2009), sedimentos bem selecionados terão grãos com pequenas dispersões dos valores granulométricos. Sendo assim, o transporte de sedimentos e a hidrodinâmica fazem com que os grãos de tamanhos diferentes se separem. Para esta pesquisa a seleção dos dados para a plataforma continental interna e para a região da praia em sua maior parte foi de sedimentos

moderadamente selecionados, indicando uma dispersão moderada dos sedimentos. De acordo com Lima (2016), verificou-se que nos períodos seco e chuvoso, nas áreas da pós-praia e face média da praia (Praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada), apresentaram amostras moderadamente selecionadas, indicando assim, um ambiente de energia moderada.

Oliveira (2013) afirma que, a grande incidência de amostras de sedimentos moderadamente selecionados, tanto na praia, quanto na área da plataforma continental interna, se deve a atuação das ondas, o principal responsável pela caracterização da seleção dos sedimentos. Em paralelo à praia, foi identificada a presença de silte, areia muito fina e areia fina, sendo esses os sedimentos mais vulneráveis à dinâmica praial – deposição e/ou arraste de sedimentos.

Os resultados obtidos para assimetria dos sedimentos coletados na plataforma continental interna foi possível notar que no setor 4 (praia de Piedade) ocorreu uma predominância de sedimentos aproximadamente simétricos, área essa, que apresenta as feições do canal e o *beachrock*. Enquanto que na região sul da praia de piedade e a área da praia de Candeias foram verificados dados com assimetria negativa e muito negativa. Salienta-se que as áreas mais profundas foram compostas em sua maioria por sedimentos aproximadamente simétricos, com áreas de assimetria muito positiva e positiva, indicando que na região central da plataforma continental interna a energia de ondas é moderada, o que torna essas áreas favoráveis à deposição. De acordo com Lima (2018), no município de Jaboatão do Guararapes, na região da pós-praia e face média da praia houve uma predominância de sedimentos aproximadamente simétricos.

A presença do canal e do *beachrock* podem ser fatores que influenciam diretamente na dinâmica de transporte dos sedimentos. Sobre isso, Gregório (2009) afirma que a presença dos *beachrocks* afeta a morfodinâmica, pois obstrui o perfil da praia e modifica a sua hidrodinâmica causando mudanças na morfologia praial. De acordo com Lima (2018), a areia média se encontra em maior predominância em mar aberto e nos trechos entre os *beachrock*, constatando assim que a dinâmica das ondas em locais sem proteção remove as partículas mais finas fazendo com que os sedimentos de granulações maiores fiquem na praia modificando constantemente a linha de costa, principalmente durante a estação chuvosa.

A linha de costa é um elemento geomorfológico que apresenta alta dinâmica espacial e temporal decorrente dos processos costeiros de diferentes magnitudes e

frequências (MARINO e FREIRE, 2013). Oertel (2005) afirma que a linha de costa não possui espessura e/ou diâmetro, sua posição é indicada pelo seu contorno. Mediante o exposto, as mudanças na linha de costa são inevitáveis.

O litoral pernambucano é composto por em sua maior parte por praias arenosas de declive suave, alternadas com zonas estuarinas, em que a zona submarina possui formações de arenitos que servem como barreira de proteção natural contra a ação erosiva das ondas (MANSO *et al.*, 2006). O município de Jaboatão dos Guararapes vem sofrendo intensamente com o processo erosivo há décadas, e, com o intuito de conter esses processos foram tomadas diversas medidas de contenção da erosão costeira, como instalação de espigões, quebra-mar e realimentação artificial.

Dessa forma, Carvalho, Oliveira e Carvalho (2017) apontam que nas praias do município de Jaboatão dos Guararapes, devido à intensificação do uso da área, tem ocorrido maior perda dos sedimentos da orla. Ainda nesse sentido, Diniz e Oliveira (2016) corroboram afirmando que a geometria da linha de costa é influenciada diretamente nos elementos climáticos e oceanográficos.

De acordo com Santos Júnior (2017), os deslocamentos da linha de costa em Jaboatão dos Guararapes demonstraram que as técnicas e soluções propostas para conter a erosão na região, até o momento não foram bem-sucedidas, já que o engordamento das praias foi realizado somente na praia emersa, sem incluir a zona submersa do perfil. Para Swift (1976), os deslocamentos na linha de costa estão relacionados à quantidade de sedimentos e ao fornecimento de sedimentos, que pode ser negativa, dependendo do padrão de individualidade dos sedimentos, e conseqüentemente, das características da hidrodinâmica local, como os ventos, ondas e precipitação.

Na análise multitemporal dos deslocamentos da linha de costa na orla do Jaboatão dos Guararapes foi possível perceber que, em todos os anos houve progradação e retrogradação nas três praias do município. A maior progradação da linha de costa para os anos estudados, a partir do ano base de 1974, foi durante o ano de 2013, representando o triplo da progradação do ano anterior da análise (1997). Entretanto, esse maior valor para a progradação durante o ano de 2013 se deve a realimentação artificial das praias do município ocorrido nesse mesmo ano.

Os anos de 2015, 2016 e 2018 em relação ao ano base 2013 (após a realimentação artificial) tiveram valores de retrogradação maiores quase que a

metade da progradação em relação a 1974_ 2013, com 199,901 m², 203,274 m² e 208,009 m², respectivamente. A partir desses dados foi possível perceber que a cada ano a progradação diminuiu se comprado a retrogradação, expressando que as três praias do município continuam sofrendo com a perda constante de sedimentos, mesmo após o engordamento.

A linha de costa nos setores 1, 2 e 3 obtiveram as maiores retrogradação, setores esses que estão mais próximos à foz do rio Jaboatão e onde os perfis topográficos estão mais aplainados e com menores altitudes. Este resultado corrobora a pesquisa de Souza (2007), no qual identificou a intensidade das correntes na região mais próxima do rio Jaboatão, o que pode ser associado a maior retrogradação da linha de costa na área.

No setor 4, a retrogradação da linha de costa foi menor para todos os anos analisados, o que pode ser associado a topobatimetria da área, pois no setor os perfis topográficos obtiveram maiores altitudes se comparado aos perfis dos setores 1, 2 e 3 e a nos perfis batimétricos foram identificadas as feições do canal e do *beachrock*, o que pode estar contribuindo para a manutenção dos sedimentos na área.

De acordo com Santos Junior (2017) o setor 1 no ano de 1974_1981 teve uma grande retrogradação da linha de costa e sua maior média de taxa positiva do deslocamento da linha de costa foi entre os anos de 1974-2013. O setor 2 se manteve estável com média negativa no período de 1974-1981, enquanto que no período de 1974-1997 percebeu-se uma estabilização e no período de 1974-2013 ocorreu uma acresção. No setor 3 a maior média foi no ano de 1974-2013 enquanto que no setor 4 ocorreu uma retrogradação entre os períodos de 1974-1981 e 1974-1997 e uma progradação no período de 1974-2013.

Essa perda de sedimentos constante na área de Jaboatão dos Guararapes esteja supostamente ligada aos fatores hidrodinâmicos. De acordo com Gois, Oliveira e Manso (2013) a costa pernambucana é considerada mesomaré, consistindo em uma região dominada por ondas e pela ação constante dos ventos alísios, tendo no inverno uma predominância nos sentidos Leste-Sudeste e durante o período do verão Leste-Nordeste, corroborando com os resultados obtidos na pesquisa durante o período de 45 anos, em que foi observado a direção predominante dos ventos para o sudeste.

Para Bezerra (2013) a área de estudo possui ventos na direção sudeste com velocidades médias de 2,6 a 4 m/s entre os meses de fevereiro a setembro, e maior intensidade a partir do junho acima de 10 m/s, enquanto que para os meses de outubro a janeiro a velocidade em torno de 2 m/s. Os resultados obtidos neste estudo em relação aos ventos da região nos anos de 1974, 1981, 1997, 2013, 2015, 2016 e 2018 também indicaram uma predominância na direção sudeste e velocidades médias mensais ficaram entre 2 e 7 m/s com exceção do mês de maio do ano de 1997 que apresentou média mensal de 11,1 m/s, essa média pode ser associada a retrogradação no setor 1 no ano de 1974_1997, onde a taxa de deslocamento obtida da linha de costa foi de -2,64, sendo o único setor com taxa negativa.

As velocidades médias mensais dos anos de 1981 e 1997 foram consideravelmente maiores que no ano de 1974, podendo associar a retrogradação da linha de costa para os dois anos a esse fator, onde tiveram áreas de retrogradação de 97,062 m² e 63,372 m², respectivamente.

Nos anos de 2013, 2015, 2016 e 2018 as médias das velocidades mensais dos ventos permaneceram maiores em relação ao ano de 1974, o que ratifica as análises de retrogradação da linha de costa tendo como ano base 2013, onde foram obtidos valores de retrogradações maiores do que as progradações, mesmo após a realimentação artificial da área.

Em relação aos dados de ondas analisados foi possível perceber que entre os anos de 2012 a 2018 os meses de janeiro, novembro e dezembro a direção média mensal dos ventos foi para leste, com exceção do ano de 2014 e 2015, onde o mês de janeiro obteve direção média para o sudeste. Com os dados analisados percebeu-se que nos anos descritos, as ondas foram oriundas de sudeste, assim como os dados de ventos mensais. Losada *et al.* (1995), afirmam que as ondas são a principal ação junto a suspensão dos sedimentos provocado pela quebra da onda, e tem como resultado o deslocamento dos sedimentos suspensos que vão na direção da corrente.

Neste sentido Rollnic (2008), em sua pesquisa afirma que a intensidade das correntes no período chuvoso variou entre 0,05 m/s e 0,45 m/s, onde os valores maiores ocorreram durante a preamar, na maré de sizígia predominaram correntes direcionadas para norte e na baixa mar a direção das correntes foi inversa e com baixa intensidade.

Ainda para mesmo autor (ROLLNIC, 2008), durante a preamar as correntes foram mais intensas e no estágio da vazante foi observada na saída do estuário uma intensidade das correntes no sentido leste-oeste, o que pode indicar que o fluxo do sedimento pode não estar acontecendo ao longo da praia de Candeias. A região não possui uma fonte de sedimentos, e com os contínuos processos hidrodinâmicos os sedimentos são retirados e não são repostos. Para Folk e Ward (1957) há o predomínio de sedimentos mais finos em áreas com menor energia, e partículas mais grossas em locais com maior energia, a qual transporta o grão fino ao longo do processo erosivo.

As maiores precipitações totais mensais nas análises antes da realimentação artificial foram no ano de 1974 onde se percebeu o início do processo erosivo na região de Jaboatão dos Guararapes para o período de 1974_1981, e uma diminuição dos totais acumulados em 1997. As precipitações mensais aumentaram para o ano de 2013. Enquanto que as precipitações totais para o ano de 2013 foram maiores em relação aos anos analisados de 2015, 2016 e 2018, após a realimentação artificial.

Em 2013 as precipitações mensais entre os meses de maio a agosto foram maiores se comparado com os anos de 1981, apresentando precipitações médias mensais semelhantes ao do ano de 1974. Para o ano de 2015 as precipitações mensais foram nos meses de maio a agosto semelhantes aos anos anteriores, já nos anos de 2016 e 2018 as precipitações médias mensais aumentaram no mês de maio e diminuíram no mês de agosto. Ocorreu uma diminuição na retrogradação entre os anos de 1974_1981 (97,062 m²) a 1974_1997 (63,372 m²), o que pode ser associado à diminuição da velocidade dos ventos entre os meses de setembro a dezembro, bem como a diminuição da precipitação nos mesmos meses.

De acordo com INMET (2009), a região de Jaboatão dos Guararapes apresenta índice um pluviométrico anual em torno de 2417,6 mm, corroborando isto, com os resultados obtidos sobre precipitação que apresentaram totais pluviométricos entre 15 e 500 mm mensais para o período estudado.

Conforme esses dados foi possível perceber que, de maneira geral, os processos erosivos na região costeira de Jaboatão dos Guararapes estão associados às condições morfodinâmicas, sedimentológicas e hidrodinâmicas, ressaltando-se ainda que, a análise dos referidos dados de forma integrada pode

proporcionar resultados com um maior nível de compreensão sobre os processos erosivos instalados nas praias do município de Jaboatão dos Guararapes.

9 CONSIDERAÇÕES

A partir dos dados descritos acima, a presente pesquisa apresentou os parâmetros morfodinâmicos do município de Jaboatão dos Guararapes, a fim de contribuir para estudos da zona costeira, através da análise da ampliação do conhecimento sobre o processo costeiro no município.

Dessa forma, os perfis topobatimétricos ilustrados demonstraram que a altitude e a profundidade entre a praia e a plataforma continental interna variou de 1 e 3 m a -14 e -17 m, e, nesse sentido, evidenciando a presença de um canal e de uma linha de *beachrock*.

O setor 1, os perfis topobatimétricos apresentaram uma declividade suave após a presença do talude, e no setor esses foram mais íngremes, não sendo observado a presença do canal e da linha do *beachrock*. Os perfis praias desses setores apresentaram uma topografia mais retilínea no setor 1 e para o setor 2 foram identificados perfis mais convexos.

No setor 3 foi observado a presença de um talude também mais íngreme, e os perfis praias a declividade não é tão suave, com perfis convexos, percebendo-se a presença da berma. Enquanto que, no setor 4 os perfis topobatimétricos apresentaram as feições de um canal e de uma linha de *beachrock*, os perfis praias deste setor se mostraram com uma maior declividade e maiores altitudes, chegando a cerca 4 m.

Os perfis mais aplainados estão associados a áreas onde ocorrem um maior processo erosiva, esses também apresentaram batimétricos mais íngremes, como os perfis topobatimétricos observados nas praias de Barra de Jangada e da praia de Candeias. Os setores localizados mais ao norte da área, como praia de Piedade apresentaram no setor superior dos perfis uma declividade mais íngreme, isto é, com a presença de sedimentos na região superior do perfil.

A média dos tamanhos dos grãos dos sedimentos da plataforma continental interna mais próximo à costa foi de silte, areia muito fina e areia fina (sedimentos mais finos) enquanto que, os sedimentos da praia foram de areia média e areia grossa (sedimentos mais grossos), o que indica que não está ocorrendo interação entre os sedimentos da praia e os da plataforma continental interna.

Quanto à assimetria dos sedimentos na plataforma continental interna e no ambiente praias a maior parte foram de sedimentos classificados como

aproximadamente simétricos, ou seja, com um ambiente de moderada energia. Para a seleção as amostras de sedimentos da plataforma continental e da praia foram em sua maioria de sedimentos constituídos por grãos moderadamente selecionados, o que indica que os sedimentos obtiveram uma moderada dispersão, corroborando com a assimetria que indicou uma moderada energia de ondas.

A linha de costa nas praias do Jaboatão dos Guararapes apresentaram variações entre os anos de 1974 a 2018. Tendo como base o ano de 1974, para as variações da linha de costa dos anos de 1981 e 1997, esses apresentaram maiores valores para a retrogradação da linha de costa principalmente nas praias de Barra de Jangada e Candeias (Setores 1, 2 e 3). Entre os anos de 1974 e 2013 a linha de costa obteve uma maior progradação, entretanto foi durante o ano de 2013, que foi realizada a técnica de realimentação artificial para a atenuação da erosão costeira.

Em relação ao deslocamento da linha de costa, tendo como base o ano de 2013, para os anos de 2015, 2016 e 2018, as praias continuaram apresentando perda de sedimentos, indicando retrogradação da linha de costa nos setores 1, 2 e 3 mesmo após a obra de realimentação das praias, para a contenção da erosão.

As ondas para área apresentaram direção predominante para sudeste entre os anos de 1974 a 2018, bem como a direção dos ventos. Para o ano de 1974 se obteve uma média anual de 3,135 m/s. As velocidades médias anuais dos ventos entre os anos de 1981, 1997 e 2013 apresentaram valores médios de 6,4, 5,6 e 4,35 m/s, respectivamente, essas se apresentaram maiores do que as do ano de 1974. Nos anos de 2015, 2016 e 2018 as médias anuais foram menores em relação aos anos de 1981, 1997 e 2013, sendo elas de 4,21 m/s, 5,14 m/s e 4,15 m/s.

As maiores precipitações mensais foram entre os anos de 1981 e 1997, mostrando um aumento da precipitação após o ano de 1974. Os anos de 2015, 2016 e 2018 as precipitações médias mensais diminuíram em relação aos anos anteriores.

O processo erosivo no município de Jaboatão dos Guararapes pode está associado ao aumento da velocidade média dos ventos após o ano de 1974, bem como, o aumento das precipitações, mesmo após a realimentação das praias. Que poderia ter afetado a hidrodinâmica costeira da região onde está inserido, principalmente a hidrodinâmica da foz do rio Jaboatão, próximo aos setores 1 e 2. Além dos fatores antrópicos e naturais, como o aumento do nível do mar que precisa ser investigado.

O processo erosivo nas praias de Jaboatão dos Guararapes vem se mostrando persistente, tendo em vista que na sua localização geográfica não há a presença de uma fonte constante de sedimentos, para sua consequente reposição. Salienta-se que a partir da relação entre os dados acima descritos contribuirão para uma melhor compreensão da erosão costeira.

Partindo disso, devem ser realizados levantamentos e análises para uma melhor compreensão da morfologia das praias e da plataforma continental interna, para subsidiar a compreensão e a interação dos sedimentos com o ambiente praial, levando-se em consideração que antes da realimentação da praia predominavam os sedimentos de granulometria mais fina e atualmente são observados sedimentos de granulometria grossa. Neste sentido, afirma-se que o município necessita de um monitoramento contínuo da deposição e da perda de sedimentos, a fim de se mitigar os efeitos dos processos erosivos, prevenindo assim perdas futuras na zona costeira em Jaboatão dos Guararapes.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. D. P. **Áreas potenciais à exploração de granulados marinhos siciciclásticos para a recuperação artificial de praias na plataforma continental interna adjacente ao Porto do Recife – PE**. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- BARBOSA, R. L. **Geração de Modelo Digital do Terreno por aproximações sucessivas utilizando câmaras digitais de pequeno formato**. 1999. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1999.
- BATISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S.E. (Orgs). **Introdução à geologia marinha**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, v. 1. 279 p.
- BEZERRA, C. S. **Clima de Ondas e Correntes no Litoral de Boa Viagem (Recife – Pe)**: aplicação do Sistema de Radar Náutico de Banda-X. 2013. 98 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- BIRD, E. C. F. **Coastline changes**: a global review. New York: J. Wiley & Sons, 1985.
- BRASIL. **Documento síntese do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Centro de Hidrografia da Marinha. **Dados de Maré**. 2019. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav/dados-de-mare-mapa>>. Acesso em: 22 abr. 2019.
- BRASIL. **Projeto Monitoramento Ambiental Integrado (MAI)**: avaliação dos processos de erosão costeira nos municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes – Relatório Final. Recife: UFPE, 2009.
- BRASIL. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. **Relatório Técnico – Programa de Levantamentos Geológicos básicos**: subprograma de geologia e geofísica marinha. Projeto Granmar Brasil. Brasil: CPRM, 2005.
- BRIGGS, D. **Sediments**. Fakenham, Norkfolk: Fakenham Press limited, 1977. 192 p.
- CALLIARI, L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO JR., E. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**. São Paulo, v. 51, p. 63-78, 2003.
- CALLIARI, L.J. **Aspectos sedimentológicos e ambientais na região estuarial da Lagoa dos Patos**. 1980. 190 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.
- CARTER, M. R.; GREGORICH, E. G. (Org.). **Soil Sampling and Methods of Analysis**. 2. ed. United Kingdom: Taylor & Francis Group, 2008.

CARVALHO, K. K. A.; OLIVEIRA, N. M. G. A.; CARVALHO, J. A. A. R. Dinâmica evolutiva da linha de costa na Praia de Candeias - PE: processos geradores de sustentabilidade. **Revista de Ciências Ambientais** - RCA. Canoas, v. 11, n. 2, p. 13-24, 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CHUERUBIM, L. M. Comparação da aplicação dos modelos de calibração relativa e absoluta do centro de fase das antenas dos receptores GPS de simples frequência no posicionamento relativo. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, João Pessoa, PB, 2015. **Anais [...]**. João Pessoa: SBSR, 2015.

COELHO, A. L. **Método de previsão de maré oceânica, utilizando análise harmônica em séries de 18, 69 anos**. 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

COSTA, M. T. S. P.; OLIVEIRA, N. M. G. A. Avaliação geoambiental da zona costeira de Candeias, Pernambuco. **Mercator**. Fortaleza, v. 8, n. 17, p. 163-179, set./dez., 2009.

COSTA, V. R. M. BEZERRA, D. S. GUTERRES, C. E. COELHO, A. C. SANTOS, A. L. S. SOUSA, A. S. Simulação de movimentação de dunas na zona costeira do parque nacional dos lençóis maranhenses. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 17, Campinas, SP, 2017. **Anais [...]**. Campinas: SBGF, 2017.

DE VENTTE, J.; POESEN, J.; VERSTRAETEN, G.; GOVERS, G.; VANMAERCKE, M.; VAN ROMPAEY, A.; ARABKHEDRI, M.; BOIXFAYOS, C. Predicting soil erosion and sediment yield at regional scales: Where do we stand? **Earth-Science Reviews**, v. 127, p. 16–29, 2013.

DIAS, I. C.C. M.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Comportamento morfodinâmico da praia de Taíba, Nordeste do Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 4, p. 421-431, 2011.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo, v. 17, n. 3, p. 565-590, jul./set., 2016.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; LEÃO, Z. M. A. N.; AZEVEDO, A. E. G. Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v. 20, p. 208-215, mar./dez., 1990.

DUANE, D. B. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 34, p. 864-874, 1964.

ESTEVES, L. S. **Variabilidade espaço-temporal dos deslocamentos da linha de costa no Rio Grande do Sul**. 2004, 150 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FARIA, S. H.; RODRIGUES, D. D.; MEDEIROS, N. G.; ARANHA, P. R. A. Avaliação do GPR na estimativa da batimetria de uma caixa de decantação empregando o aplicativo gratuito “GPR Bathymetry” na análise dos radargramas. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 23, n. 1, p. 39-54, 2017.

FARIAS, R. D. **Estudo comparativo de métodos de posicionamento GNSS para o mapeamento da linha de costa**. 2014. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Cartográfica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

FEITOSA, A. P. C. **Uso de geoindicadores na identificação da erosão costeira no litoral sul de João Pessoa (PB)**. 2017. 22 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

FISCHER, A.; CALLIARI, L. J. Proposta para recuperação das áreas afetadas por erosão na praia estuarina do Barro Duro – Laguna dos Patos/RS. In: Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica, 2, Rio Grande, RS, 2006. **Anais eletrônicos do II Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica**, Rio Grande, RS, 2006. Disponível em: <<http://www.semengo.furg.br/2006/37.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2019.

FOLK, R. L.; Ward, W. C. Brazos river bar: a study in the significance of grain-size parameters. **Journal of sedimentary research**, London, n. 27(1), 3–26p, 1957.

FRAZÃO, L. S. **Caracterização batimétrica e físico-oceanográfica do canal de acesso ao porto de Cabedelo/PB: uma análise ambiental ao derrame de óleo**. 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

GOIS, L. A. **Avaliação das opções de proteção costeira: Praia de Boa Viagem, Recife-PE e Praia de Bairro Novo, Olinda-PE**. 2011. 168 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Tecnologia de Pernambuco, 2011.

GOIS, L. A.; OLIVEIRA, N. M. G. A.; MANSO, V. A. V. Processos erosivos costeiros da praia de Boa Viagem. **Mercator**, v. 12, n. 27, p. 11-133, 2013.

GOMES JUNIOR, G. D. **Aprimoramento do clima de ondas do SMC como subsídio ao estudo da erosão costeira no Litoral de Pernambuco**. 2015. 149 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

GONÇALVES, R. M.; AWANGE, J.; KRUEGER, C. P. GNSS-based monitoring and mapping of shoreline position in support of planning and management of Matinhos/PR (Brazil). **Journal of Global Positioning Systems**, v. 11, p. 156-168, 2012.

GREGÓRIO, M. N. **Evolução da linha de costa e caracterização da plataforma continental interna adjacente à cidade do Recife – PE**. 2009. 191 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

GREGÓRIO, M. N.; ARAÚJO, T. C. M.; MENDONÇA, F. J. B.; MIKOSZ GONÇALVES, R.; MENDONÇA, R. L. Mudanças posicionais da linha de costa nas praias do Pina e de Boa Viagem, Recife, PE, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 45, n. 1, p. 44-61, 2017.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeto SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sirgas/index.html>>. Acesso em 03 novembro 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Especificações e normas de levantamentos geodésicos associados ao sistema geodésico brasileiro**. Rio de Janeiro, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Instruções técnicas para Controle Geodésico de Estações Maregráficas - CGEM e sua vinculação vertical ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS**. 2008.

IBGE. **Posicionamento pelo NAVSTAR – GPS: Descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: UNESP, 2000.

IBGE. **Recomendações para levantamentos relativos estáticos – GPS**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2008.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, [S.d].

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília: INMET, 2009.

ITALIANI, D. M. **Resposta morfodinâmica à alimentação artificial da Ponta da Praia, Santos, SP**. 2014. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ITEP. Instituto de Tecnologia de Pernambuco. **Relatório de impacto ambiental- RIMA: Recuperação da Orla Marítima – Municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista (Pernambuco)**. Recife: ITEP, 2012.

JEREZ, A. O.; ALVES, D. B. M. Generation and performance analysis of GPS and GLONASS virtual data for positioning under different ionospheric conditions. **Boletim de Ciências Geodésicas**. Curitiba, v. 25, n. 2, jul., 2019.

JESUS, L. V.; ANDRADE, A. C. S. Parâmetros Granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas-Aracaju-SE. **Scientia Plena**. Aracaju, v. 9, n. 5, mai., 2013.

LIMA, P. F. T. T. **Estudos sedimentológicos das praias dos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2016.

LIMA, P. F. T. T.; GREGÓRIO, M. N.; BARRETO, E. P.; SILVA, C. F. A.; MANSO, V. A. V.; CARNEIRO, M. C. S. M.; SILVA, D. L. Estudos sedimentológicos das praias dos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v. 11, n. 7, p. 2287-2314, 2018.

LOSADA, I. J.; MEDINA, R.; LOSADA, M. S.; VIDAL, C. Modelos hidrodinâmicos y de transporte de sedimentos. **Ingenieria del Agua**. V. 2, n. Extraordinario, p. 99-118, 1995.

MANSO, V. A. V. **Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca – PE**. Relatório Final. Recife, TERMO DE REFERÊNCIA MMA/PNMA II - SECTMA Nº 249, 2003.

MANSO, V. A. V.; COUTINHO, P. N.; GUERRA, N. C.; SOARES JUNIOR, C; F. A. **Erosão e Avanço do Litoral Brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/pe_erosao.pdf> Acesso em: 14 de ago. 2018.

MANSO, V. A. V; COUTINHO, P. N.; PEDROSA, F. J.; MACEDO, R. J.; SILVA, A. C.; GOIS, L. A.; BARCELLOS, R. L.; ARRUDA, S. D. A.; JUNIOR, C. F. A. S.; FILHO, J. D. M. Pernambuco. In: MUEHE, D. (org.). **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2017.

MANSO, V. V.; VALENÇA, L. M.; COUTINHO, P. N; GUERRA, N. S. Sedimentologia da plataforma continental. In: LEÇA, E.; LEITÃO, S. N.; COSTA, M. F. **Oceanografia um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia, 2004, p. 59-86.

MARINO, M. T. R. D.; FREIRE, G. S. S. Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 13, n. 1, p. 113-129, mar., 2013.

MARTINS, K. A. **Vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas através de indicadores em Pernambuco, Brasil**. 2015. 107f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

MARTINS, K. A.; PEREIRA, P. S.; LINO A. P.; GONÇALVES, R. M. Determinação da erosão costeira no estado de Pernambuco através de geoindicadores. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 3, p. 533-546, 2016.

MARTINS, L.R. Recent Sediments and Grain size Analysis. **Revista Gravel**, Porto Alegre, n. 1, p. 90-105, 2003.

MARTINS, M. H. A. **Caracterização Morfológica e Vulnerabilidade das Praias do Litoral da Ilha de Itamaracá-PE**. 1997. 108 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997.

McCULLAGH, M. J. Terrain and surface modelling systems: theory and practice. **Photogrammetric Record**, v.72, n.12, p. 747-779, 1988.

MEDINA, A. S.; MEDINA, S. S. S. A representação da superfície topográfica através de modelos digitais de terreno. In: International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 7; Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 18, Curitiba, PR, 2007. **Anais [...]**. Curitiba: SNGDDT, 2007.

MENDONÇA, F. J. B. **Posicionamento de alta resolução: adequação à morfologia**. Recife, UFPE. 2005. 108 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

MENDONÇA, F. J. B.; GONÇALVES, R. M.; AWANGE, J.; SILVA, L. M.; GREGÓRIO, M. N. Temporal shoreline series analysis using GNSS. **Boletim de Ciências Geodésicas**. Curitiba, v. 20, n. 3, p. 701-719, jul./set. 2014.

MENEZES, A. F.; PEREIRA, P. S.; GONÇALVES, R. M.; ARAUJO, T. C. M.; SOUSA, P. H. G. O. Análises da vulnerabilidade à erosão costeira através de geoindicadores nas praias de Piedade e Paiva (PE), Brasil. **Revista de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 455-468, 2018.

MENEZES, G. M. **Estudo da evolução da linha de costa entre o cabo do Mondego e Aveiro (1958-2010)**. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 2011.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2012.

MITISHITA, E. A.; SARAIVA, C. C. S.; MACHADO, A. L. Monorestituição de imagens do satélite de alta resolução Ikonos 2 (Geo), utilizando-se da transformação DLT e Modelo Digital de Terreno. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, Belo Horizonte, MG, 2003. **Anais [...]**. Belo Horizonte: SBSR, 2003.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR - GPS**: Descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: UNESP, p. 287, 2000.

MONICO, J. F. **Posicionamento pelo GNSS**: descrição, fundamento e aplicações. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2008.

MOURA, M. R. **Processos costeiros e evolução da ocupação nas praias do litoral oeste de Aquiraz, Ceará entre 1970-2008**. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.

MUEHE, D. Método de Levantamento Topo-Batimétrico do Perfil do Sistema Praia-Antepraia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Brasília, n. 1, p. 95-100, 2004.

NASCIMENTO, M. C. **A erosão costeira e sua influência sobre a atividade petrolífera**: alternativas sustentáveis na mitigação de impactos ambientais. 2009. 229 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

NICHOLS, Gary. **Sedimentology and Stratigraphy**. 2nd. ed. United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2009.

OERTEL, G.F. Coasts, coastlines, shores, and shorelines. In: SCHWARTZ, M.L. **Encyclopedia of Coastal Science**. Dordrecht: Springer, 2005.p. 323-327.

OKAMOTO, N. **Transporte de sedimentos e estado morfodinâmico da praia da curva de Jurema, Vitória – ES**. 2009. 97 f. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

OLIVEIRA, G. S.; SILVA, N. F.; HENRIQUES, R. (org.). **Mudanças climáticas**: ensin角度 fundamental e médio. Brasília: MEC; SEB; MCT; AEB, 2009.

OLIVEIRA, P. F. P. **Caracterização sedimentológica e aspectos geoambientais das praias do litoral norte de Pernambuco**. 2013. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

PBMC. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação**: Primeiro relatório de avaliação nacional. 2. vol. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

PEZZUTO, C. C.; LABAKI, L. C.; FRANCISCO FILHO, L. L. Avaliação do ambiente térmico urbano através do geoprocessamento. Encontro Nacional, 10 e Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 6, Natal, RN, 2009. **Anais [...]**. Natal: ELACAC, 2009.

PFALTZGRAFF, P. A. S. **Jaboatão dos Guararapes**: Mapa de Indicadores Geotécnicos. Projeto Singre. Recife: CPRM, 1996.

PICKERING, M. D.; WELLS, N. C.; HORSBURGH, K. J.; GREEN, J. A. M. The impact of future sea-level rise on the European Shelf tides. **Continental Shelf Research**, v. 35, p. 1–15, 2012.

POLEZEL, W. G. C. **Investigações sobre o impacto da modernização do GNSS no posicionamento**. 2010. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2010.

PRATA, Pablo Merlo. **Variação textural dos sedimentos da Praia de Camburi, Vitória – ES após o engordamento artificial**. 2005. 75 f. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

QUEIROZ, H. A. A. GONÇALVES, R. M. Geotecnologias aplicadas à cartografia costeira e suas estimativas de custos e benefícios para projetos de pesquisas. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 6, Recife, PE, 2016. **Anais [...]**. Recife: SBCGTG, 2016.

READING, H.G. COLLISON, J.D., 1996. Clastic coast. In: Reading, H.G. (Editor). *Sedimentary and stratigraphy*. 3ª edição. Oxford: Blackwell Science, 154-231p.

ROLLNIC, M. **Dinâmica das ondas e circulação do litoral da região metropolitana do Recife**: implicações para o transporte de sedimentos e estabilidade da costa. 2008. 139 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SANTOS, A. L. **Monitoramento da morfologia costeira em setores da bacia Potiguar sob a influência da indústria petrolífera utilizando geodésia de alta precisão e laser escâner terrestre**. 2014. 166 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SANTOS JUNIOR, G. S. **Análise da evolução da linha de costa da Região Metropolitana sul da Cidade do Recife – PE, Brasil**. 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2017.

SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E.; FERREIRA, A. T. S.; SANTOS, A. L. S.; Mapeamento de precisão da dinâmica costeira de curta duração em áreas de alta taxa de erosão no Nordeste do Brasil. **Revista de Geologia**. Fortaleza, v. 25, HIDROSEMA – UFRN, p. 7-19, 2012.

SANTOS, U. S. T. **Avaliação geoambiental das praias do município de Jaboatão dos Guararapes, Região Metropolitana do Recife**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SCHWEITZER, A. **Monitoramento da linha de costa: uma análise de métodos e indicadores aplicados em investigações na escala de eventos**. 2013. 151 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SCHWUCHOW, U. H. **Cálculo de volume em mineração com levantamentos fotogramétrico (VANT) e geodésico (GNSS)**. 2018. 80 f. Monografia (Graduação em Engenharia Cartográfica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications**. 2. nd. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2003.

SHORT, A. D. JACKSON, D. W. T. **Beach Morphodynamics**. In: John F. Shroder (ed.) *Treatise on Geomorphology*. San Diego: Academic Press, 2013, v. 10, p. 106-129.

SOUZA, C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009.

SOUZA, C.R. G. Flood risk assessment in coastal drainage basins through a multivariate analysis within a gis-based model. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 56, p. 900-904, 2009.

SOUZA, P, F, R; **Circulação hidrodinâmica na região costeira dos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes durante o verão austral**. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2007.

SOUZA, S. O. Geotecnologias aplicadas á análise espaço-temporal do uso e da ocupação da terra na planície costeira de caravelas (BA). **Boletim Goiano de Geografia (Online)**, v. 35, n. 1, p. 71-89, 2015.

STANICA, A.; UNGUREANU, V. G. Understanding coastal morphology and sedimentology. **NEAR Curriculum in Natural Environmental Science**, v. 88, p. 105-111, 2010.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgar Blücher; Ed. da Universidade de São Paulo, 1973.

SWIFT, D. J. P. Continental shelf sedimentation. In: STANLEY, D. J.; SWIFT, D. J. P. **Marine sediment transport and environmental management**. New Jersey: John Wiley & Sons, 1976, p. 311-350.

Truccolo, E. C. & Schettini, C. A. F. 1999. Marés astronômicas na baía da Babitonga, SC. Notas Técnicas Facimar. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology – BJAST**, v. 3, p. 57- 66, 1999.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **The Journal of Geology**, Vol. 30, n. 5, p. 377-392, 1922.

WRIGHT, J.; COLLING, A.; PARK, D. **Waves, Tides and Shallow Water Processes**. 2. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1999.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: A synthesis. **Marine Geology**, v. 56, n. 1-4, p. 93-118, 1984.