



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

KEDYNA LUANNA TAVARES BEZERRA

**MORFODINÂMICA E CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL NA PLANÍCIE
COSTEIRA DO MUNICÍPIO DE MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**

Maceió, Alagoas

2020

KEDYNA LUANNA TAVARES BEZERRA

**MORFODINÂMICA E CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL NA PLANÍCIE
COSTEIRA DO MUNICÍPIO DE MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas, área de concentração em Organização do Espaço Geográfico – Dinâmica socioambiental e geoprocessamento, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Rochana Campos de Andrade Lima Santos

Maceió, Alagoas

2020

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

B574m Bezerra, Kedyne Luanna Tavares.

Morfodinâmica e caracterização geoambiental na planície costeira do município de Marechal Deodoro, Alagoas / Kedyne Luanna Tavares Bezerra. – 2020.

159 f. : il. color.

Orientadora: Rochana Campos de Andrade Lima Santos.

Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Maceió, 2020.

Bibliografia: f. 149-159.

1. Costa - Erosão. 2. Gerenciamento costeiro. 3. Zoneamento - Geografia ambiental. I. Título.

CDU: 911:551(813.5)

FOLHA DE APROVAÇÃO

KEDYNA LUANNA TAVARES BEZERRA

MORFODINÂMICA E CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL NA PLANÍCIE COSTEIRA DO MUNICÍPIO DE MARECHAL DEODORO, ALAGOAS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas, área de concentração em Organização do Espaço Geográfico – Dinâmica socioambiental e geoprocessamento, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Dissertação aprovada em: Maceió, 28 de abril de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Prof^ª Dra. Rochana Campos de Andrade Lima Santos
Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente – IGDEMA / UFAL
(Orientadora)



Prof^ª Dra. Ana Paula Lopes da Silva
Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente – IGDEMA / UFAL
(Examinador Interno)



Valdir do Amaral Vaz Manso
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
(Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

Ser grata pelas pequenas coisas e em tudo daí graças, são mantras que perseguem o meu dia a dia. Obrigada, meu Deus, porque todos os dias me dáis mais do que peço e muito mais do que mereço!

À minha orientadora, Rochana Santos, de quem sou grande admiradora (meu espelho), agradeço por seu acolhimento, carinho e amizade. Seus ensinamentos foram de grande valia para o meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço, em especial, ao grupo de pesquisa do Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais (LABMAR) e o Laboratório de Geofísica e Geologia das Engenharias do Centro de Tecnologia, ambos da UFAL, pela estrutura e apoio cedidos para a construção do trabalho. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pelo incentivo financeiro à minha pesquisa possibilitando a execução das etapas de campo e no cotidiano acadêmico.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas (PPGG/IGDEMA/UFAL) e todos os professores, que fazem parte desse programa e contribuíram com os conhecimentos necessários à completude dessa etapa.

À prof^{ra}. Ana Paula Lopes, pela amizade e carinho, e por ser minha inspiração para a profissão docente.

Ao prof. Valdir Manso, pelas valiosas contribuições e orientações para o aprimoramento deste trabalho.

Ao assistente administrativo do PPGG/IGDEMA/UFAL, Washington Narciso Gonçalves Gaia pela prestatividade, prontidão e eficiência no atendimento das demandas dos mestrandos.

À minha família, especialmente aos meus pais, Edna Tavares e Erinaldo Bezerra, pelo amor e esforço para criar a mim e meu irmão com dignidade. Em especial, agradeço à minha mãe, sua perseverança e garra me foram exemplo e inspiração. Ao meu pai, pelo afeto e compreensão em todos os momentos da minha vida. Ao meu irmão, Erinaldo Júnior, pelo amor incondicional.

Aos meus amigos Clyvia Roberta, Maria Letícia e Felipe Rosa pelo carinho e incentivo.

Ao técnico de laboratório do CTEC/UFAL, Luiz Henrique da Silva pelo apoio.

Aos colegas de jornada acadêmica, em especial Hinckley Mendes, Rogério Santos, André Camilo, Laís Gois, Everson Santos, José Roberto Santos, Adsson André, Robson Bezerra e José Leandro Alves pelo apoio, troca de informações e companhia.

Diz-se que, mesmo antes de um rio cair no oceano ele treme de medo.
Olha para trás, para toda a jornada, os cumes, as montanhas, o longo caminho sinuoso através das florestas, através dos povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre.
Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar.
Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência.
Você pode apenas ir em frente.
O rio precisa se arriscar e entrar no oceano.
E somente quando ele entra no oceano é que o medo desaparece.
Porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas tornar-se oceano.
Por um lado, é desaparecimento e por outro lado é renascimento.
Assim somos nós.
Só podemos ir em frente e arriscar.
Coragem! Avance firme e torne-se Oceano!

Osho

RESUMO

Visto a necessidade de ampliar o conhecimento do meio físico para se estabelecer diretrizes racionais de utilização de áreas costeiras no estado de Alagoas, a presente pesquisa teve como objetivo analisar as características morfodinâmicas, vulnerabilidade à erosão, sedimentologia, uso e ocupação do solo e as mudanças geoambientais em parte da planície costeira do município de Marechal Deodoro. Para tanto, a área de estudo foi delimitada a linha de costa e a AL-101 Sul. A metodologia teve por base duas etapas: as de campo que consistiram na execução de levantamentos de dados *in loco* ao longo dos anos de 2018 a 2019; e as de laboratório, através da análise dos dados primários e secundários e consequente determinação dos resultados. Assim foram estabelecidos para a área quatro setores definidos como P1, P2, P3 e P4. No primeiro setor Perfil 1 (P1) localizado na praia do Saco da Pedra, o P2 (Maré Restaurante), P3 (Hotel Ponta Verde) e P4 (região do Leprosário) localizados na praia do Francês. Após as devidas análises verificamos que o crescimento populacional das últimas décadas na planície costeira do município tem levado ao processo de conurbação em paralelo a capital alagoana, com sérios problemas de urbanização desordenada, deficiência na coleta dos resíduos sólidos, coleta e tratamento de efluentes sanitários, além de erosão marinha e a drenagem urbana ineficiente. Que a circulação costeira está relacionada aos ventos e marés, como as variações sazonais. O Perfil P1 apresentou deposição em outubro/2018, mesmo a praia encontrando-se em processo de erosão antrópica, devido a ocupação pelo condomínio Saco da Pedra; os Perfis 2 e 3 apresentaram erosões cíclicas e o P4 é o mais estável e com deposição. As análises granulométricas para os setores P1, P2 e P3 apresentaram alternância de areia média e fina e para o P4 predominou sedimentos finos. A vulnerabilidade ambiental à erosão costeira está relacionada com às alterações e degradações dos ecossistemas, no P1 foi considerada alta, com ausência da pós-praia, ocupação antrópica intensa e consolidada, estirâncio reduzido, degradação da vegetação nativa e impermeabilização dos terraços marinhos, que altera o regime de movimentação dos sedimentos. Nos pontos P2 e P3 (centro da praia do Francês) a vulnerabilidade à erosão foi considerada média, em função do nível de impermeabilização da pós-praia pela urbanização e da instalação de obras de contenção no cordão litorâneo, em P4, localizado mais ao Sul, a vulnerabilidade à erosão é baixa, pois distinto dos setores anteriores, a praia é bem consolidada e a pós praia apresenta cordões recobertos por vegetação típica preservada e não tem presença de construções. A partir do zoneamento geoambiental, verificamos que os principais problemas ambientais estão relacionados com as ocupações, bem como potenciais de risco como cemitério, fabrica de gelo e postos de combustíveis. Desta forma, constatou-se que a área estudada é formada por um ambiente dinâmico em situação de fragilidade decorrente das próprias características naturais e das pressões sobre eles exercidas. E, que existe a necessidade urgente de ações sustentáveis que possibilite a preservação e recuperação dos ambientes naturais na planície costeira.

Palavras-chave: Erosão costeira. Gerenciamento costeiro. Zoneamento Ambiental.

ABSTRACT

Given the need to expand the knowledge of the physical environment in order to establish rational guidelines for the use of coastal areas in the state of Alagoas, the present research aimed to analyze the morphodynamic characteristics, vulnerability to erosion, sedimentology, use and occupation of the land and the geoenvironmental changes in part of the coastal plain of the Marechal Deodoro county. Therefore, the study area was delimited along the coast line and the AL-101 South. The methodology was based on two stages: the field stage, which consisted of carrying out on-the-spot data surveys over the years 2018 to 2019; and laboratory tests, through the analysis of primary and secondary data and consequent determination of results. Thus, four sectors were defined for the area, defined as P1, P2, P3 and P4. In the first sector Profile 1 (P1) located at Saco da Pedra beach, P2 (Maré Restaurante), P3 (Hotel Ponta Verde) and P4 (Leprosário region) located at Francês beach. After due analysis, we verified that the population growth of the last decades in the coastal plain of the municipality has led to the conurbation process in parallel to the capital of Alagoas, with serious problems of disordered urbanization, deficiency in the collection of solid residues, collection and treatment of sanitary effluents, in addition to marine erosion and inefficient urban drainage. The coastal circulation is related to winds and tides, such as seasonal variations. The Profile P1 showed deposition in october/2018, even on the beach that is in the process of anthropic erosion, due to the occupation of the sector by the Saco da Pedra condominium; Profiles 2 and 3 detected chemical erosions and P4 is more stable and with typical preserved vegetation. The granulometric analyzes for sectors P1, P2 and P3 showed alternation of medium and fine sand and for P4, fine sediments predominated. And that environmental vulnerability is related to changes and degradation of ecosystems, in P1 the vulnerability was considered high, with no post-beach, intense and consolidated anthropic occupation, reduced styrenium, degradation of native vegetation and waterproofing of marine terraces, due to occupation, which alters the sediment movement regime. At points P2 and P3 (center of Francês beach) the vulnerability was considered average, due to the level of waterproofing of the post-beach by urbanization and the installation of containment works on the coastal cordon, in P4, located further south, vulnerability is low, as distinct from the previous sectors, the beach is well consolidated and the post-beach has strands covered by typical vegetation and has no buildings. From the geo-environmental zoning, we found that the main environmental problems are related to occupations, as well as potential risks such as cemetery, ice factory and gas stations. Thus, it was found that the area under study is formed by a dynamic environment in a situation of fragility resulting from the natural characteristics and the pressures exerted on them. And, that there is an urgent need for sustainable actions that enable the preservation and recovery of natural environments on the coastal plain.

Keywords: Coastal erosion. Coastal management. Environmental Zoning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Perfil generalizado de uma praia, apresentado suas divisões e os principais elementos morfológicos.....	28
Figura 02 – Estágios morfodinâmicos da praia	30
Figura 03 – Fluxograma dos agentes oceanográficos que caracterizam o equilíbrio praial.....	31
Figura 04 – Projetos para Planejamento de Desenvolvimento Integrado da Orla do Francês ..	38
Figuras 05 – Mapa de localização da área de estudo.....	39
Figura 06 – Antigo mapa da costa alagoana (adaptado) com a localização do porto “Velho dos Franceses”, atual praia do Francês	40
Figura 07 – Ruínas do antigo leprosário, tombado pelo Patrimônio Histórico	41
Figura 08 – Típica casa de taipa encontrada na antiga comunidade da praia do Francês	42
Figura 09 – Destaque a invasão do surf com a imagem de um pôr do sol nas ruínas do leprosário e atenta para a atividade expedicionária.	43
Figura 10 – Ponte Divaldo Suruagy	44
Figura 11 – Ponte Engenheiro Celso Araújo	44
Figura 12 – Macrozoneamento do município de Marechal deodoro - Alagoas	47
Figura 13 – Sistemas meteorológicos que provocam chuvas na região Nordeste. A área em verde mostra a localização do Estado de Alagoas	48
Figura 14 – Média mensal da precipitação em Marechal Deodoro – AL, em 2018.....	50
Figura 15 - Média mensal da precipitação em Marechal Deodoro – AL, em 2019	51
Figura 16 – Média da temperatura mensal para o Município de Maceió/AL entre os anos de 1995 a 2014	51
Figura 17 – Mapa hídrico do município de Marechal - Alagoas.....	53
Figura 18 – Vegetação de restinga herbácea na região da pós-praia no Leprosário (Perfil 4). 55	
Figura 19 – Mapa das unidades de Conservação de Marechal Deodoro - AL	57
Figura 20 – Mapa de localização da bacia sedimentar Sergipe-Alagoas	58
Figura 21 – Mapa Geológico de Marechal Deodoro-AL	59
Figura 22 – Arenito de praia ao norte da praia do Francês, Marechal Deodoro-AL.....	60
Figura 23 – Bancos arenosos localizados na <i>Inlet</i> da Barra Nova.....	61
Figura 24 – Bancos arenosos localizados na <i>Inlet</i> da Barra Nova.....	62
Figura 25 – Diagrama com a distribuição dos tamanhos e direção do Swell.....	64
Figura 26 – Velocidade (m/s) e direção do vento para o período de agosto 2018	66
Figura 27 – Diagrama da velocidade do vento na praia do Francês.....	67
Figura 28 – Mapa da localização dos perfis morfodinâmicos em campo	70
Figura 29 – Registro fotográfico do monitoramento topográfico.....	71
Figura 30 – Caracterização das atividades realizadas em campos	71
Figura 31 – Mapa de localização dos perfis e setores	72
Figura 32 – Pontos de coleta de amostras superficiais de sedimentos. A1 = amostra 1 (pós-praia); A2 = amostra 2 (praia); A3 = amostra 3 (antepraia)	75
Figura 33 – Registro fotográfico da coleta dos sedimentos.....	75
Figura 34 – Esquema da análise granulométrica dos sedimentos.....	78
Figura 35 – Recorte da imagem de 2019, em vermelho área total da área de estudo	88
Figura 36 – Grau de urbanização por unidade geográfica – 1970-2000	89
Figura 37 – Vista aérea da Praia do Francês (1991).....	90
Figura 38 – Recorte da imagem de 2005, em vermelho a área de ocupação urbana; em verde ocupação dos banhistas.....	91

Figura 39 – Recorte da imagem de novembro 2010, em vermelho a área de ocupação urbana	91
Figura 40 – Densidade demográfica por setor censitário em 2010, planície costeira de Marechal Deodoro delimitado em azul.....	93
Figura 41 – Recorte da imagem de março de 2019, em vermelho área de ocupação urbana... 95	
Figura 42 – Localização do Perfil 1 e formação de arenito de praia e/ou <i>beachrock</i>	101
Figura 43 – Comportamento morfológico do P1	101
Figuras 44 – Região do estirâncio do Perfil 1 durante o mês de agosto de 2018. (A) Vista sentido sul (B) Retro-Terra	102
Figura 45 - Perfil 1 com marca de leito em forma de dunas suáveis subaquáticas, em 05 de abril 2019	103
Figura 46 – Localização do perfil 2 em destaque a abertura do arenito de praia	104
Figura 47 – Comportamento morfológico do P2.....	105
Figura 48 – Região do estirâncio do Perfil 2 durante o mês de agosto de 2018. (A)Vista do continente para praia (B) Retro-Terra	106
Figura 49 – Areia da antepraia do perfil 2 com presença de fragmentos de conchas e coral, abril 2019	107
Figura 50 – Perfil 2 – Compartimentação litorânea. Foto do perfil durante o inverno	108
Figura 51 – Localização do Peril 3 com o final do <i>beachrock</i>	108
Figura 52 – Comportamento morfológico do P3.....	109
Figura 53 – Região do estirâncio do Perfil 3 durante o mês de agosto de 2018.....	110
Figura 54 – Perfil 3 – Compartimentações litorânea. Foto do perfil durante o outono.....	111
Figura 55 – Localização do Perfil 4 com a presença das correntes de retorno.....	112
Figura 56 – Comportamento morfológico do P4.....	112
Figura 57 – Região do pós-praia e estirâncio do Perfil 4 com a formação da berma, durante o mês de agosto de 2018.....	113
Figura 58 – Distribuição sazonal das amostras quanto ao diâmetro médio.....	116
Figura 59 – Gráfico de distribuição espacial das amostras pelo diâmetro médio dos grãos ..	117
Figura 60 – Areia da antepraia do Perfil 3. Foto da areia durante o verão.....	118
Figura 61 – Distribuição sazonal das amostras quanto ao selecionamento dos grãos.....	119
Figura 62 – Gráfico de distribuição espacial das amostras pelo Desvio Padrão	119
Figura 63 – Distribuição sazonal das amostras quanto a assimetria dos grãos	120
Figura 64 – Gráfico do dispersão das amostras pela assimetria.....	121
Figura 65 – Gráfico de distribuição percentual das amostras quanto a curtose	122
Figura 66 – Gráfico do dispersão das amostras pela curtose.....	123
Figura 67 – Trecho com Alta vulnerabilidade à erosão: Impermeabilização do cordão litorâneo através da construção de muros de praia; Alta urbanização da pós-praia; e praia reduzida durante o período de preamar	127
Figura 68 – Trecho do Hotel Ponta Verde com Alta vulnerabilidade à erosão: Contenção do cordão litorâneo através da construção de muros de praia; Alta urbanização da pós-praia; e praia parcialmente bem desenvolvida.....	128
Figura 69 – Trecho com Alta a Média vulnerabilidade à erosão: Impermeabilização do cordão litorâneo através da construção de pavimentação; Alta urbanização da pós-praia.....	128
Figura 70 – Trecho do Ponto 2 com Alta a Média vulnerabilidade à erosão: Impermeabilização do cordão litorâneo através da construção de escadarias e aterro de construção civil; Alta urbanização da pós-praia	129
Figura 71 – Trecho do Ponto 4 com Baixa vulnerabilidade à erosão: Cordões litorâneos fixados por vegetação de restinga; e praia bem desenvolvida.....	129

Figura 72 - Trecho do Ponto 4 com Baixa vulnerabilidade à erosão: Ausência de urbanização na região da pós-praia; Terraço marinho holocênico preservado e fixados por vegetação de restinga	130
Figura 73 – Trecho do Ponto 4 com Baixa vulnerabilidade à erosão: Praia bem desenvolvida; Formação de bermas	130
Figura 74 - Mapa de vulnerabilidade à erosão na planície costeira de Marechal Deodoro/AL	131
Figura 75 - Mapa Zoneamento Geoambiental na planície costeira de Marechal Deodoro/AL	136
Figura 76 – Construção de muro de Contenção na região da Barra Nova	137
Figura 77 – Muro de Contenção utilizando sacos de areias na praia do Saco da Pedra (Perfil 1)	138
Figura 78 – Coleta seletiva e pontos de reciclagem na praia do Francês	139
Figura 79 – Lançamento de efluente sanitário por encanamento através do muro residencial	140
Figura 80 – Fábrica de Gelo na praia do Francês	140
Figura 81 – Entrada do Cemitério Municipal da Barra Nova	141
Figura 82 – Posto de Combustível na entrada da praia do Francês	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Balanço sedimentar de uma praia arenosa oceânica.....	32
Tabela 02 – Prováveis causas dos problemas de ocupação urbana da zona costeira	34
Tabela 03 – Etapas legais para as etapas de gerações de desenvolvimento do PNGC.....	35
Tabela 04 – Percentual de crescimento populacional de 1991 a 2010, em Marechal Deodoro-AL.....	46
Tabela 05 – Macrozoneamento do município de Marechal Deodoro - Alagoas	46
Tabela 06 – Características do clima tropical quente-úmido	49
Tabela 07 – Ecossistemas Fitogeográfico de Marechal Deodoro - AL.....	54
Tabela 08 – Tábua de maré nos dias de realização dos trabalhos de campo	69
Tabela 09 – Indicadores utilizados para a classificação morfodinâmica de praias dominadas por ondas.....	74
Tabela 10 – Limites de classificação do grau de seleção	80
Tabela 11 – Limites de classificação da assimetria	81
Tabela 12 – Limites de classificação de curtose.....	82
Tabela 13 – Características texturais dos sedimentos coletados	126
Tabela 14 – Dados de inclinações coletados por perfil	126
Tabela 15 – Matriz de Impactos Ambientais em parte da planície costeira de Marechal Deodoro	145

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Evolução urbana na praia do Francês em 2007, 2016 e 2018	97
Quadro 02 – Evolução urbana na praia do Saco da Pedra em 2007, 2016 e 2018	98
Quadro 03 – Evolução urbana na Barra Nova e Condomínio Laguna em 2007, 2016 e 2018	99
Quadro 04 – Variação volumétrica (m ³ /m) do perfil P1	102
Quadro 05 – Variação volumétrica (m ³ /m) do perfil P2	106
Quadro 06 – Variação volumétrica (m ³ /m) do perfil P3	109
Quadro 07 – Variação volumétrica (m ³ /m) do perfil P4	113
Quadro 08 – Zoneamento Geoambiental de Marechal Deodoro/AL	133

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Área da ocupação na planície costeira de Marechal Deodoro - AL.....	87
Gráfico 02 – Percentual da população em 2010 na planície costeira e total em Marechal Deodoro/AL	92
Gráfico 03 – População residente em domicílios na Planície Costeira de Marechal Deodoro em 2010	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AM's - Tropical Chuvoso

APA - Área de Proteção Ambiental

As' - Tropical

ASAS - Alta Pressão Subtropical do Atlântico Sul

CELLM - Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

CTE/AL - Comissão Técnica do Estado de Alagoas

DAS - Diagnóstico Socioambiental

DHI - Danish Hydraulic Institute

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação

ENE - Leste do Nordeste

GI-GERCO - Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro

GRPU - Gerência do Serviço de Patrimônio da União em Alagoas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICAT - Instituto de Ciência Atmosférica

IMA - Instituto do Meio Ambiente

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

LABMAR - Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NNE - Nordeste do Brasil

PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PGZC - Plano de Gestão da Zona Costeira

PGI - Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima

PEGC - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro

PMGC - Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas

SPU - Secretaria do Patrimônio da União

RESEC - Reserva Ecológica

RN - Nível de Referência

RQA-ZC - Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SIGERCO - Sistema de informações do Gerenciamento Costeiro

SMA-ZC - Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira

UC's - Unidades de Conservação

UTM - Universal Transversa de Mercator

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Hipótese.....	21
1.2 Justificativa.....	21
1.3 Objetivos.....	22
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1 Planície Costeira.....	23
2.2 Ambiente Praial.....	25
2.3 Morfodinâmica Praial.....	28
2.4 Ocupação Urbana da Zona Costeira.....	33
3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	39
3.1 Características Geourbanas.....	40
3.1.1 Aspectos históricos.....	40
3.1.2 Aspectos populacionais.....	45
3.1.3 Aspectos territoriais.....	46
3.2. Aspectos Físicos.....	48
3.2.1 Clima.....	48
3.2.2 Precipitação e Temperatura.....	50
3.2.3 Hidrografia.....	52
3.2.4 Vegetação e Unidades de Conservação.....	54
3.2.5 Geologia e Geomorfologia.....	57
3.3. Aspectos Oceanográficos.....	62
3.3.1 Regime de Marés.....	62
3.3.2 Clima de Ondas.....	63
3.3.3 Sistemas de Correntes.....	65
3.3.4 Ventos.....	66
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
4.1 Trabalho de campo.....	68
4.1.1 Levantamentos Morfodinâmicos.....	69
4.1.1.1 Estado Morfodinâmico Praial.....	73
4.1.2 Coleta de Sedimentos.....	75
4.2 Etapa de Laboratório.....	76

4.2.1 Análise Granulométrica.....	76
4.2.2 Volume Sedimentar.....	82
4.2.3 Vulnerabilidade das praias à erosão.....	83
4.2.4 Zoneamento Geoambiental.....	85
4.2.5 Matriz de Impactos Ambientais.....	86
4.2.6 Tabulação e Tratamento dos dados.....	86
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
5.1 Evolução Urbana da Planície Costeira de Marechal Deodoro/AL	87
5.1.1 Década de 2000.....	90
5.1.2 Década de 2018-2019 (Atual)	94
5.2 Análises dos perfis morfodinâmicos.....	100
5.2.1 Perfil P1 – Praia do Saco da Pedra.....	100
5.2.1.1 Estado Morfodinâmico – Perfil P1	103
5.2.2 Perfil P2 –Praia do Francês (Maré Restaurante)	104
5.2.2.1 Estado Morfodinâmico – Perfil P2	106
5.2.3 Perfil P3 –Praia do Francês (Hotel Ponta Verde)	108
5.2.3.1 Estado Morfodinâmico – Perfil P3	110
5.2.4 Perfil P4 – Praia do Francês (Leprosário)	111
5.2.4.1 Estado Morfodinâmico – Perfil P4.....	114
5.3 Características Sedimentológica.....	115
5.3.1 Distribuição sazonal da granulometria.....	115
5.4 Análise da vulnerabilidade à erosão da linha de costa.....	125
5.5 Caracterização Geoambiental.....	132
5.5.1 Zoneamento Ambiental.....	132
5.5.2 Principais Agentes de Impactos Ambientais.....	137
5.5.3 Matriz de Impactos Ambientais.....	143
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros apresentam-se como os locais que possuem a maior pressão populacional. Concentrando também as mais intensas extrações dos recursos e elementos naturais. Esse crescimento expressa-se através de infraestrutura urbana e turismo, traduzindo-se frequentemente em destruição da paisagem natural como as praias, dunas, manguezais, aterro de lagunas, além da descaracterização ecológica dos meios, do desconforto climático e da poluição dos recursos hídricos. Tal situação inclusive desvaloriza os elementos que inicialmente funcionaram como atrativos para estas áreas (MAIA, 2002).

Com base nisso, ações gestoras passaram a ser desenvolvidas tendo como meta a utilização integrada dos recursos naturais disponíveis na planície litorânea, mas para que essa gestão dos recursos seja desenvolvida de forma adequada precisamos entender como funciona a dinâmica costeira local.

A Constituição Federal define a Zona Costeira em seu § 4º do Art. 225 como um patrimônio nacional e a destaca como a porção do território brasileiro que deve ter mais atenção do poder público em relação a sua ocupação e uso de recursos para que a preservação do meio ambiente seja assegurada. Este destaque é expresso na Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988 que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) que integra a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM).

Esta lei prevê o zoneamento dos usos e atividades na zona costeira de forma que a prioridade deve ser sempre a preservação, conservação e proteção dos recursos naturais. Ainda no âmbito legislativo, determina que o ambiente praiial, ou as praias, são bens públicos de uso comum e que o acesso ao mar deve ser assegurado de forma livre e franca, de modo que nenhuma urbanização ou qualquer tipo de utilização do solo da zona costeira impeça ou dificulte este acesso.

Para Suguio *et al.* (2005), as transformações que ocorrem nas praias são devido a variação que ocorre em sua granulométrica e morfológica principalmente em consequência de alguns condicionantes geológicos, geomorfológicos e climáticos que diferem na quantidade de retirada e deposição dos sedimentos. Mas, segundo Manso *et al.* (1995), se a perda de sedimento de uma praia no inverno for compensada pelo ganho no verão, a praia estará em equilíbrio. Ao contrário, se o ganho do verão for inferior ao retirado no inverno, haverá erosão. Esses condicionantes transformadores que geram essas frequentes mudanças, presentes em todas as

zonas costeiras, fazem parte de um complexo sistema de agentes que atuam mutuamente, os quais fazem parte do processo denominado de Dinâmica Costeira.

No final do século XX, duas atividades foram decisivas para o crescimento econômico da zona costeira do município de Marechal Deodoro: o incremento turístico e a duplicação da AL-101 Sul. O turismo, promoveu uma ocupação dos espaços litorâneos mais frágeis (dunas, praias, lagunas, manguezais), com o crescimento de hotéis e grandes equipamentos. A duplicação da rodovia, por sua vez, proporcionou maior aceleração no processo de conurbação em paralelo com a capital alagoana. Com estas mudanças, desenvolveu-se a urbanização de toda a zona costeira, com planejamento deficiente, gerando impactos devido à implantação de aterros e construções de moradias, calçadões e ruas em áreas próximas e adjacentes à costa. Assim, a erosão costeira que afeta grande parte das linhas de costa no mundo, também foi intensificada pelas formas de intervenção do homem.

As formas de uso, ocupação e impactos dessas atividades nas zonas costeiras vêm sendo largamente discutidas na literatura por Bird (1985), Woodroffe (2002), Martins (2004), Santos (2004), Albuquerque (2015) e Almeida (2018). Estes estudos foram realizados de forma bastante variada e diferenciada em função da metodologia aplicada e dos objetivos em questão.

Na área estudada os principais pontos de indicadores de erosão costeira são observados nas praias do Saco da Pedra e parte da Praia do Francês, levando a alterações da sua morfologia.

Os estudos relativos à variação da morfologia praial, dinâmica sedimentar e processos oceanográficos, são imprescindíveis, como ferramentas que subsidiaram planos de gestão territorial e do espaço, dentro da concepção do desenvolvimento sustentável.

1.1 Hipótese

A presente investigação parte da hipótese de que o comportamento da planície costeira, em escala de abordagem geoambientais e morfodinâmicas, ao longo do litoral de Marechal Deodoro é fortemente condicionado pela presença de variáveis naturais e do uso e ocupação do solo de maneira desarmônica.

1.2 Justificativa

Justifica-se essa dissertação e, conseqüentemente, este trabalho, pela necessidade de entender-se os processos hidrodinâmicos e socioambientais que interferem na dinâmica natural da planície costeira do município de Marechal Deodoro, como em várias localidades costeiras, que vem passando por processos de ocupação desordenada e antropização. Tais atividades antrópicas nestas áreas frágeis, modificam os ecossistemas levando a prejuízos socioambientais e perda de capital natural. Assim, tais estudos irão subsidiar os esforços de preservação dos ecossistemas costeiros (praias, recifes de arenito e de corais e algas) e as estratégias de uso do solo (ocupação urbana e turismo).

Outro aspecto importante é a relação das condicionantes estruturais das dinâmicas do meio físico, definindo a propensão das áreas para o uso humano, assim como denotando as fragilidades perante o avanço da ocupação imobiliária.

Para tanto, se faz necessário conhecer de maneira sequencial e mediante estudos integrados, os ambientes costeiros, sua ocupação, para que, no futuro se possa estabelecer um plano de gerenciamento para a área estudada. Diante deste contexto destaca-se a elevada importância social, econômica e ambiental deste trabalho.

1.3 Objetivos

O objetivo geral foi analisar as características morfodinâmicas, sedimentológicas e as mudanças geoambientais na planície costeira do município de Marechal Deodoro, bem como o grau de vulnerabilidade à erosão marinha, a fim de disciplinar e gerenciar a tomada de decisões por entidades de controle, monitoramento e fiscalização ligadas ao ordenamento racional da faixa litorânea.

Para tanto, foram necessários o cumprimento dos seguintes objetivos específicos:

- Identificar e mapear a evolução urbana na planície costeira;
- Monitorar e analisar os perfis morfodinâmicos;
- Calcular a variação volumétrica dos perfis morfodinâmicos, como também, as alterações temporais da morfologia litorânea;
- Inferir sobre a distribuição sazonal da granulometria ao longo das praias;
- Confeccionar o mapa de vulnerabilidade à erosão da planície costeira;
- Elaborar o mapa geoambiental e a Matriz de Impacto Ambiental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Planície Costeira

As planícies costeiras são superfícies geomorfológicas deposicionais de baixo gradiente, formadas por sedimentação predominantemente subaquosa, que margeiam corpos de água de grandes dimensões, como o mar ou oceano, geralmente representadas por faixas de terrenos recentes, em termos geológicos, emersos e compostos por sedimentos marinhos, continentais, flúvio-marinhos, lagunares, paludiais de idade quaternária (SUGUIO, 2003).

Para Baptista Neto *et al.* (2004), a planície costeira, constitui uma zona de fronteira sujeita a contínuas alterações morfodinâmicas, modeladas por processos de origem continental e marinha, podendo ser observado como resultado da ação integrada dos agentes atmosféricos, litosferas, hidrosferas, mesosferas, biosferas e antrópicos. Nesse contexto, destaca-se uma forma útil de resumir o conhecimento de uma maneira sistemática na formação de distintos tipos de costa, variando em escalas globais e locais.

Diante disso, Inman e Nordstrom (1971), basearam em critérios da tectônica global para definir três classes principais de primeira ordem: costas de colisão, estas zonas costeiras apresentam tectônica complexa e ativa, sendo caracterizada por uma topográfica de alto relevo, com bacias de drenagem pequenas; costas de afastamento são decorrentes do movimento divergente entre placas litosféricas; e costas de marés marginais apresentam relevo baixo e um sistema de drenagem bem desenvolvido.

Ainda abordando o tema, Johnson (1919), Shepard (1963) e Valentin (1952), descreveram a classificação da zona costeira baseados em critérios morfogenéticos. Este último autor divide as costas entre aquelas que avançaram e aquelas que recuaram, em função de processos de emersão, submersão, erosão e acresção, associados aos fenômenos de variação do nível do mar, transgressões e regressões marinhas, e ao suprimento de sedimentos. Esta diversidade morfológica em menor escala deve-se principalmente a controles litológicos, climáticos e oceanográficos.

Nessa vertente, Davies (1973) classifica a linha de costa com base na amplitude de marés, onde definiu os limites de micro-marés (0 – 2 m), meso-marés (2 – 4 m) e macro-marés (> 4 m), relacionando-os com a morfologia de ambientes costeiros conhecidos, como as ilhas barreiras e as lagunas. Desenvolvendo a mesma linha de raciocínio, Hayes (1975), associou a variação morfológica de praias e planícies costeiras à amplitude de marés local, demonstrando

que feições costeiras como deltas, ilhas, barreiras, deltas de marés e canais de maré são praticamente ausentes em regiões de macro-marés, que por sua vez apresentam mais comumente planícies de marés, mangues, pântanos de águas salgada e barras estuarinas longitudinais.

De acordo com Lassere (1979) apud Baptista Neto *et al.* (2004) apresenta um esquema classificatório de ambiente estuarino-lagunares, utilizando não somente a ação da amplitude de marés, mas também a influência da energia das ondas, apresentando situações de lagunas fechadas, parcialmente fechadas e estuários abertos.

Pode-se considerar que não existe um sistema único de classificação para os ambientes costeiros. As classificações variam em função da escala de aproximação e obviamente em função das finalidades do estudo que se deseja para a região de interesse. No entanto, os sistemas classificatórios permitem a descrição das características morfológicas e hidrodinâmicas das regiões costeiras, auxiliando na comparação entre áreas distintas, no planejamento e organização do uso e ocupação da planície costeira.

Segundo Silva e Ferreira (2018), a Praia do Saco, em Marechal, se configura como um conjunto de feições de barreiras de recifes e cordões arenosos. Com sua geomorfologia representada por terraços marinhos, barreiras de recifes e cordões arenosos. Atualmente essa praia vem passando por intensos processos de abrasão marinha, que vem retrabalhando a linha de costa, afetando diversas construções presentes (ARAÚJO *et al.* 2006).

Para Rocha, Araújo e Mendonça (2008) que descrevem a planície costeira como “uma das feições geomorfológicas mais dinâmicas do planeta”, cabendo-nos a função de monitorar e entender seus aspectos, para uma melhor sustentação do ambiente e menores ocorrências de erosão marinha.

Ainda segundo Moraes (2007), no Brasil existem lugares onde o litoral circunscreve paisagens e ecossistemas particulares, que apresentam limites físicos bem definidos, demonstrando, portanto, que não é um espaço padrão, singular ou uma unidade natural constante.

Considerada patrimônio nacional pela Constituição de 1988, a zona costeira brasileira corresponde, de acordo com o Decreto Federal 5.300/2004, e regulamento da Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC que dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências, descrita a seguir:

“[...] ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre, com os seguintes limites:

I - faixa marítima: espaço que se estende por doze milhas náuticas, medido a partir das linhas de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial;

II - faixa terrestre: espaço compreendido pelos limites dos Municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira.”.

2.2 Ambiente Praial

As praias, setores que compõem a zona costeira (LIMA *et al*, 2006), constituem sistemas dinâmicos, em que elementos básicos como ventos, água e areia interagem, resultando em processos hidrodinâmicos e deposicionais, além apresenta uma importância socioeconômica muito grande.

Segundo Correia e Sovierzoski (2005), o ecossistema costeiro nomeado como “praia” caracteriza-se como o acúmulo de areia, pedras, seixos e/ou conchas nas regiões mais baixas do terreno, isto é, na interface terra-água. Em Alagoas, as praias podem ser arenosas (com cor e granulometria variáveis) ou areno-lodosas (com lama proveniente de rios), sendo estas características de regiões estuarinas.

Há várias definições para o termo "praia" Muehe *et al.* (1994) define as praias, como sendo depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, acumulados por ação de ondas que, por apresentar alta mobilidade, se ajustam às condições de ondas e maré atuando como um importante elemento de proteção do litoral. Para Guerra (1993) são depósitos de areia, trazidos pelos agentes de transporte fluvial ou marinho.

De acordo com Silva e Santos (2004), a praia caracteriza-se por representar a região onde o continente encontra o mar, constituindo uma zona de fronteira sujeita a contínuas alterações morfodinâmicas, modeladas por processos de origem continental e marinha. Esses processos, determinantes para a formação de distintos tipos de costa, englobam os movimentos tectônicos, as oscilações do nível do mar, a dinâmica erosiva e deposicional associadas à ação de ondas, marés, correntes e as ações fluvial, glacial e eólica.

O material que constitui as praias possui origens diversas, são sedimentos inconsolidados (areia, cascalho, argila, silte) e geralmente transportados pelas ondas e deriva litorânea. O que define a construção ou a destruição da praia, é a manutenção do estoque arenoso, ou seja, do balanço sedimentar da área (REIS, 2001).

Segundo Manso *et al.*, (1995), o ambiente praiial abrange quatro unidades morfológicas; duna frontal, pós-praia, estirâncio e ante-praia, estendendo-se desde pontos permanentemente submersos, situados além da zona de arrebenção, onde as ondas de maior altura já não selecionam nem mobilizam material, até a faixa de dunas e/ou escarpas que ficam à retaguarda do ambiente.

Sendo assim, o ambiente praiial vai além do termo praia, compreende pontos submersos, localizados além da zona de rebentação, onde as ondas de maior altura já não selecionam nem mobilizam, até a faixa de dunas e/ou escarpas que ficam à retaguarda do ambiente (REIS, 2001).

Para Davis Junior e Fitzgerald (2004), a maior parte da zona de pós-praia de uma praia arenosa é plana, com uma inclinação suave em direção ao mar chamada de berma. Após este limite, existe a face praiial, consideravelmente mais inclinada na direção do mar. Em contrapartida, Gomes (2004) pontua que uma praia sofrendo com erosão apresenta um perfil distinto, no qual o berma não é desenvolvido.

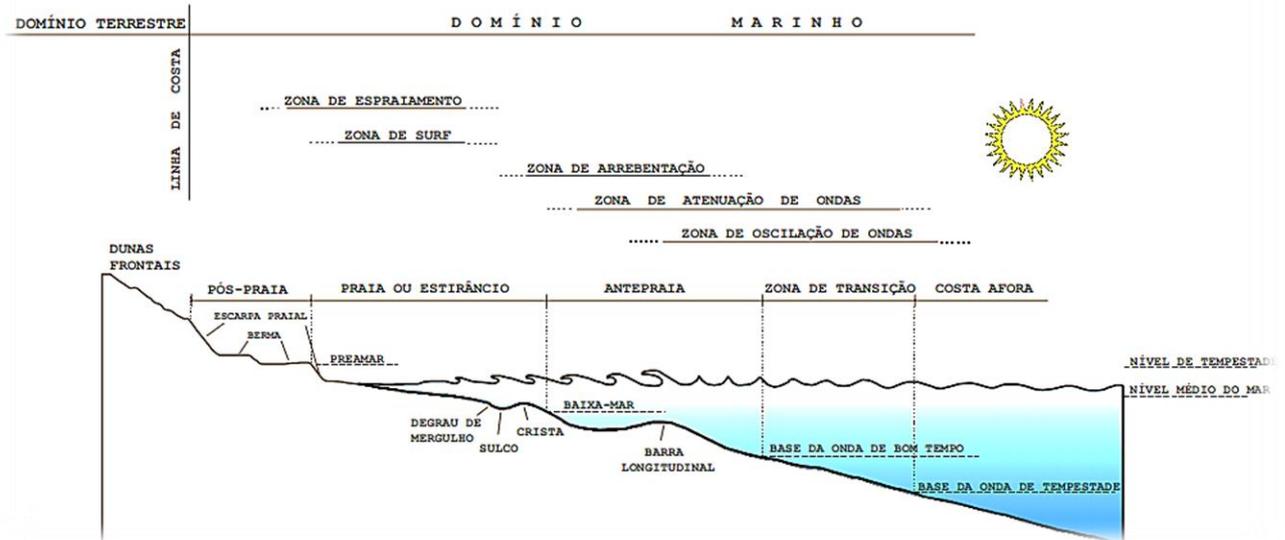
A classificação e subdivisão dos principais setores praias que caracterizam e que têm influência direta no comportamento morfológico das praias, varia de pesquisador para pesquisador. Os problemas vão desde a tradução confusa dos termos para o português, até a dificuldade de sua delimitação nos textos da literatura internacional. No Brasil, autores como Suguiu (1992), Muehe (1994;1998; 2004), Almeida (1995), Duarte (2002) e Nascimento Junior (2006), se destacam pela tentativa de definir os termos utilizados para delimitar as regiões do perfil praiial.

Duarte (2002) adotou a terminologia para ambiente praiial, levando em consideração as principais subdivisões morfológicas, morfodinâmicas e hidrodinâmicas encontradas em outras literaturas. A divisão do perfil, bem como suas nomenclaturas, está registrada na Figura 01, desde o continente em direção ao mar em dunas frontais, pós-praia, praia ou estirâncio, antepraia e zona de transição.

Assim, podem ser definidos os setores praias como:

- Dunas Frontais (*dunes front*): São depósitos formados na pós-praia pela retenção de sedimento, sendo, no primeiro caso muitas vezes retido pela vegetação. De acordo com Hesp (2000 *apud* NASCIMENTO JUNIOR, 2006), as dunas frontais começam como dunas incipientes ou embrionárias e evoluem, como o aumento da altura, devido à complexidade morfológica e a diversidade de cobertura vegetal, no caso de dunas fixadas e “permanentes”;
- Pós-praia (*backshore*): Localiza-se fora do alcance das ondas e marés normais, e somente é alcançada pela água quando da ocorrência de marés muito altas ou de tempestades. Nesta região formam-se terraços denominados bermas, que apresentam uma seção transversal triangular, com a superfície de topo horizontal ou em suave mergulho em direção ao continente e a superfície frontal com mergulho acentuado em direção ao mar (CASTRO; VALENTINI; ROSMAN, 1992).
- Praia ou estirâncio (*tidal shores*): Situa-se entre a pós-praia e a antepraia, limita-se pela altura mínima de maré baixa e máxima da maré alta. Comumente caracteriza-se por apresentar uma declividade regular, podendo ser delimitada na sua porção inferior pela ocorrência de um degrau (*step*). Pode-se encontrar ainda nesta zona feições classificadas com cúspide praial. A face praial compõe, juntamente com o pós-praia, o perfil praial subaéreo (HENRIQUE, 2016).
- Antepraia (*shoreface*): Considerada a área de transição entre a plataforma continental interna e a praia e caracterizando-se por um contínuo incremento do gradiente topográfico em direção ao litoral. Limita-se em direção a costa com o estirâncio, e em direção ao mar, com a zona de transição. Estende-se desde o nível médio de maré baixa até a base de ação de ondas de bom tempo. (REIS, 2001).
- Zona de Transição (*transition zone*): Estende-se da base média da onda de tempestade à base média da onda de bom tempo e é, por esta razão, caracterizada por alternâncias de condições de alta e baixa energia (DUARTE, 2002). Segundo Hoefel (1998), esta região tem início em uma profundidade de leito marinho no qual a ação das ondas passa a ter algum efeito notável no transporte de sedimentos, terminando no limite da antepraia, também denominado de profundidade de fechamento do perfil, em que as variações verticais do fundo marinho, por efeito de ondas, começam a ter importância.

Figura 01 - Perfil generalizado de uma praia, apresentado suas divisões e os principais elementos morfológicos.



Fonte: Duarte (2002), adaptada pela autora.

2.3 Morfodinâmica Praial

De acordo com Abreu (2011), o termo “morfodinâmica” foi utilizado pela primeira vez por Wright & Thom (1977), e traduz o mútuo ajuste entre a topografia e a dinâmica dos fluídos que envolvem o transporte sedimentar. Assim, a dinâmica do fluido controla o transporte de sedimentos, resultando em variações da morfologia da linha costa no tempo. Também pode ser descrita como a interação entre o material formador de praias e as flutuações energéticas ali impostas por ondas, marés e correntes se manifestam em termos de variações temporais e espaciais na forma, largura, declividade, frequência de feições morfológicas secundárias, características erosivas e hidrodinâmica (WRIGHT & SHORT, 1984 *apud* CALLIARI e KLEIN, 1993).

A zona de surfe, região na qual ocorre a maior parte da dissipação da energia das ondas, constitui uma área interessante sob o ponto de vista morfodinâmico. Ali ocorre a maior parte dos processos que controlam a morfologia e a hidrodinâmica praial (MASSELINK & TURNER, 1999). Segundo Calliari *et al.* (2003), os processos responsáveis pelo comportamento das praias começam a atuar na base da antepraia, que representa transição entre a plataforma continental interna e a praia.

O estudo da morfodinâmica praial permite integrar observações acerca da morfologia e dinâmica costeira, resultando numa descrição completa e coerente sobre o sistema praial (CALLIARI *et al.*, 2003 *apud* MALLMANN, 2014). No intuito de compreender as alterações ocorridas na zona de surfe, Wright & Short (1984) propuseram um modelo de classificação morfodinâmica para praias arenosas dominadas por ondas, segundo o qual, dependendo das condições ambientais, dos sedimentos e das ondas, as praias e zonas de surfe associadas podem ser enquadradas nos estágios dissipativo, refletivo ou em um dos quatro estágios intermediários (Figura 02). Tal referência vem, desde então, sendo amplamente utilizada para classificar praias arenosas, especialmente em regiões de micromaré (CALLIARI *et al.*, 2003).

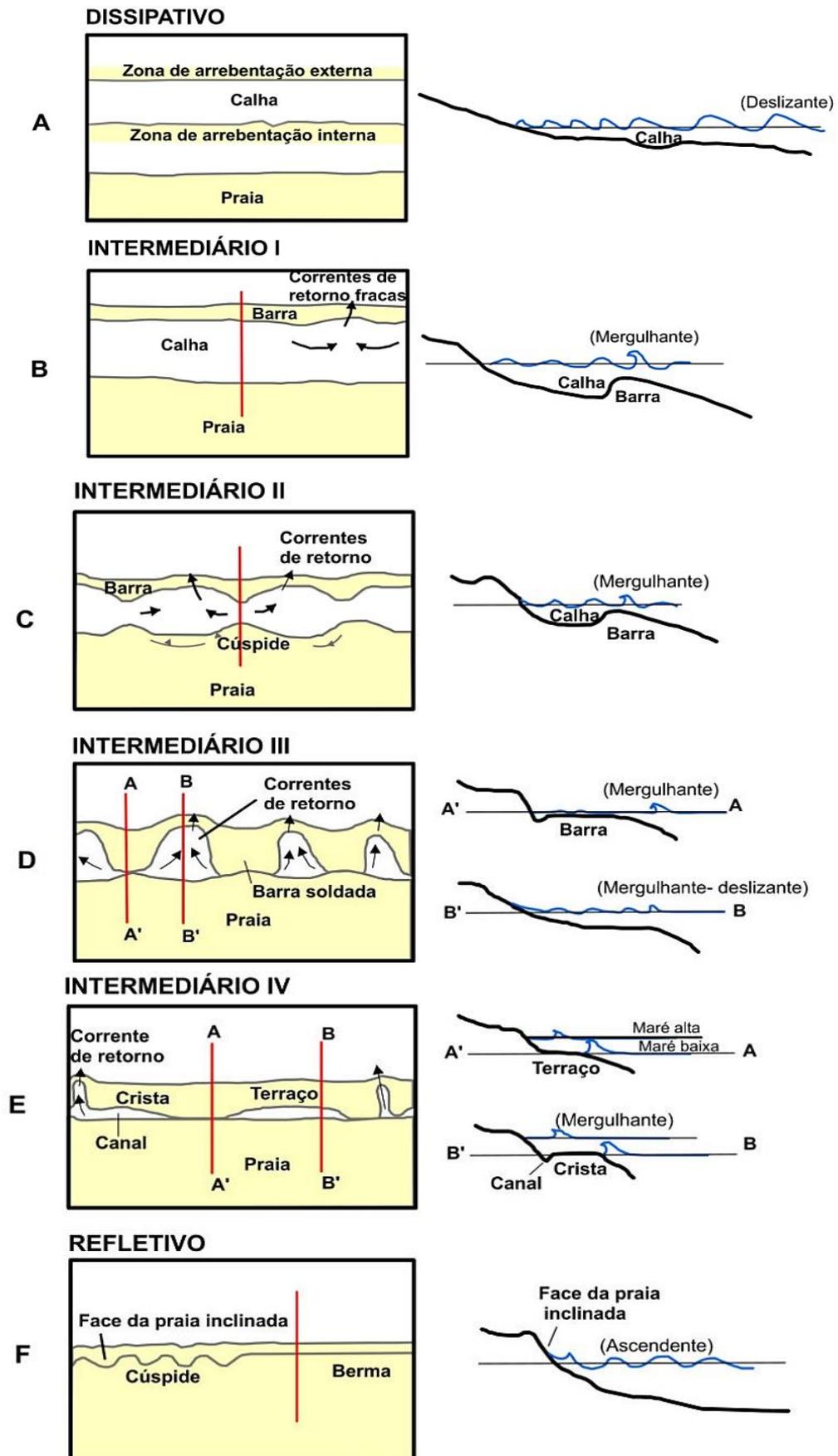
No estágio dissipativo, as praias caracterizam-se por baixa declividade e sedimentos de textura fina à média, além de apresentar energia das ondas alta, com larga zona de arrebentação e a presença comum de barras submersas, onde as ondas dissipam a maior parte da energia antes de atingir a praia (ALMEIDA, 2018)

No estágio refletivo, a berma da praia é elevada devido à velocidade de espraiamento da onda que se dá sobre as areias grossas, limitando assim, o transporte eólico e as dunas frontais que se apresentam pequenas ou inexistentes (MUEHE, 2001).

Com relação aos estados intermediários a face praial apresenta baixa declividade da antepraia, com formação de um ou mais bancos e calhas (MUEHE, 2013). São caracterizados por uma progressiva redução da largura da calha longitudinal em decorrência da migração do banco submarino da zona de arrebentação em direção à praia, devido às variações hidrodinâmicas (MUEHE, 2001). As praias, conforme a proposta do autor, são caracterizadas por megacúspides ou bancos dispostos transversalmente à praia e fortes correntes de retorno. As ondas são do tipo mergulhante e de energia variando de baixa a forte, apresentando zonas de surfe complexas, deslocando constantemente sua morfologia desde do estado dissipativo até o refletivo, com zona de surfe, potencial de transporte eólico e tamanho das dunas frontais decrescentes (SHORT & HESP, 1982).

Segundo Abreu (2011), a configuração morfológica das praias intermediárias resulta de oscilações no regime hidrodinâmico e seu impacto sobre a formação e evolução de bancos arenosos na zona de arrebentação, associadas à atuação de correntes litorâneas transversais e longitudinais.

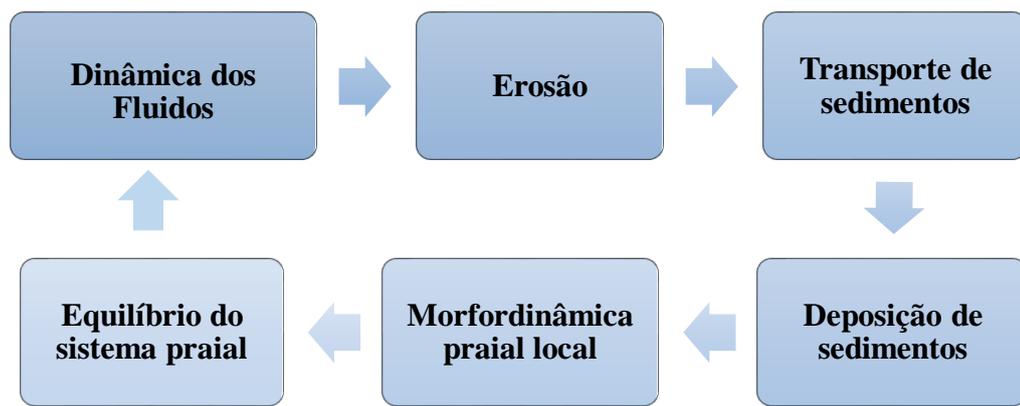
Figura 02 - Estágios morfodinâmicos da praia.



Fonte: Wright & Short (1984) adaptado pelo Livramento (2013).

Tratando-se do transporte longitudinal de sedimentos, este ocorre em uma estreita faixa formada entre a zona de arrebentação e a linha de praia, sendo o principal responsável pela deposição e/ou erosão nas praias devido à grande capacidade de carrear os sedimentos. Este tipo de transporte é induzido pela obliquidade de incidência das ondas, fazendo com que a linha de arrebentação apresente um pequeno ângulo em relação à face praial, o que resulta nas constantes modificações da configuração do litoral, caracterizando por sua vez, a morfodinâmica praial local (Figura 03) (MUEHE, 2013).

Figura 03 - Fluxograma dos agentes oceanográficos que caracterizam o equilíbrio praial.



Fonte: Autoral.

Dois componentes de mesmo sentido podem ser atribuídos ao transporte longitudinal, à deriva litorânea e à deriva praial, que atuam na zona de surfe e na zona de espraiamento (SOUZA e SUGUIO, 1998). A deriva litorânea é responsável pelo transporte mais ativo entre a linha de costa e a margem externa da zona de arrebentação, transportando sedimentos paralelamente à costa na zona da antepraia inferior. Já a deriva praial é o movimento oblíquo de sedimentos ao longo da costa, ocorrendo na zona de espraiamento (SOUZA, 2007).

Para Souza (2009), o estado morfodinâmico do sistema praial está interligado ao balanço sedimentar da região, podendo este ser definido pela relação entre perdas/saídas e os ganhos/entradas de sedimentos entre a praia e o continente (através dos rios e canais de maré, dunas e terraços marinhos adjacentes à praia), a plataforma continental (através de correntes costa-adentro e costa-afora e correntes de retorno) e a própria praia (através de correntes de deriva litorânea). O homem pode também, tornar-se um agente direto dessas trocas, através da retirada/mineração de areia das praias e da realização de projetos de alimentação ou engodamento artificial de praias.

Assim, quando o balanço sedimentar for negativo, ou seja, quando a saída/perda de sedimentos é maior que a entrada/ganho de sedimentos, haverá um déficit sedimentar,

predominando a erosão praial, com diminuição gradativa de sua largura e a retração da linha de costa. Se o saldo for positivo, a praia tenderá a crescer em largura pela deposição predominante de sedimentos, ocorrendo assim, a progradação da linha de costa. No balanço sedimentar igual a zero haverá o equilíbrio do sistema praial.

Os principais problemas encontrados no desenvolvimento de uma estimativa do fluxo de sedimentos para um determinado litoral, estão associados com a quantificação dos principais componentes sedimentares e hidrodinâmicos atuantes no balanço sedimentar da região (NOAA, 2007).

Komar (1983) afirma ainda que as relações desses diferentes componentes no balanço sedimentar são bastantes complexas e dependem de uma série de fatores. Algumas dessas relações estão sintetizadas em conjunto com os dados de NOAA (2007) na Tabela 1.

Portanto, a resultante entre a soma dos ganhos e perdas de sedimentos em uma praia fornecerá uma compreensão do balanço sedimentar e das taxas de erosão/deposição no decorrer do tempo, e desta forma, poderá auxiliar na construção de projetos em áreas litorâneas e, assim, quantificar os custos de manutenção do empreendimento a longo prazo (NOAA, 2007).

Tabela 01 – Balanço sedimentar de uma praia arenosa oceânica.

Suprimento de Sedimentos para a Praia	Perda de Sedimentos da Praia	Balanço
Sedimentos transportados dos rios e canais de maré.	Sedimentos transportados para os rios e canais de maré.	
Sedimentos provenientes dos costões rochosos, das praias e dos depósitos marinhos frontais.	Sedimentos erodidos e transportados pela deriva litorânea.	
Sedimentos da plataforma continental	Sedimentos transportados da praia para a plataforma.	Processos deposicionais e erosivos no sistema praial, em equilíbrio
Sedimentos das dunas	Sedimentos transportados pelos ventos	
Alimentação artificial	Extração mineral de areia da praia e drenagem da plataforma continental.	
Aumento do volume de sedimentos produzidos no continente.	Redução no volume de sedimentos produzidos no continente.	

Fonte: Komar (1991) e NOAA (2007), adaptada pela autora.

Entretanto, nem todas as praias têm um estoque de sedimento suficiente para responder morfologicamente a uma elevação do nível do mar por transferência de sedimento da berma para a antepraia inferior. A destruição da vegetação costeira e a construção de edificações na orla marítima, sobretudo na exposta, podem intervir no processo de transporte sedimentar, eólico e marinho, provocando desequilíbrios no balanço sedimentar e, conseqüentemente, na estabilidade da linha de costa.

2.4 Ocupação Urbana da Zona Costeira

A zona costeira do Brasil corresponde ao conjunto de ecossistemas, que possui uma área de aproximadamente 514 mil km², dos quais, 324 mil km² correspondem ao território de 395 municípios, aproximadamente 5% do território nacional, constituído por 17 (dezessete) Estados, 04 (quatro) metrópoles com mais de um milhão de habitantes (Belém, Fortaleza, Recife e Salvador) e 01 (uma) megacidade (Rio de Janeiro), com indicadores de alto nível de pressão antrópica sobre seus recursos naturais (RIBEIRO & CEURA, 2003; POLETTE, 2008).

Considerada um espaço estratégico, com 1/3 da população brasileira, resultando numa densidade demográfica de 87 hab./km², índice cinco vezes superior à média do território nacional. Nesse mesmo espaço estão localizadas importantes instalações industriais que correspondem a 70% do PIB nacional. (MMA, 2007; POLETTE, 2008; SCHERER *et al.*, 2009).

Diante desse panorama, Martins (2013), considera zona costeira como de usos múltiplos, baseado nas mais variadas formas de uso do solo e diferenciadas atividades humanas, onde encontra-se Comunidades Tradicionais, metrópoles dotadas de toda modernidade.

Devido às potencialidades das áreas litorâneas, observa-se cada vez mais a ocupação e expansão urbana e populacionais, causando impactos de magnitudes variáveis como a urbanização, industrialização e a exploração turística.

Visto como patrimônio natural, cultural, econômico e social de grande relevância, o litoral brasileiro, nos últimos anos, assiste a uma ocupação desordenada, com a apropriação privada em áreas de uso comum, impermeabilização do solo e inúmeros problemas e conflitos. Como bem analisa Polette (2008) *apud* Martins (2012), as prováveis causas dos problemas de ocupação urbana na zona costeira são pontuadas na Tabela 2:

Tabela 02 - Prováveis causas dos problemas de ocupação urbana na zona costeira.

Econômica	A zona costeira constitui uma das mais valorizadas áreas do território brasileiro, com inúmeros interesses de uso e ocupação.
Política	Predomínio de oligarquias na condução das políticas públicas locais; Verifica-se, em setores que exigem visão de longo prazo e nas tomadas de decisões, a preponderância de cargos comissionados.
Institucional	Ausência de integração inter e intra institucional, vertical e horizontal em todos os níveis; Existência de consultorias direcionadas; A sociedade civil organizada está distanciada das relações de poder entre os governos e a iniciativa privada; Fraqueza na organização interna das ONGs e ausência de visão de longo prazo; Empoderamento de comunidades dirigidas por oportunistas que visam apenas à projeção pessoal e não a coletividade.
Ecológica	Falha no entendimento da estrutura e funcionamento dos ecossistemas costeiros, bem como do entendimento da resiliência destes.
Administrativa	Ausência de infraestrutura física nas instituições, de recursos humanos, e de fiscalização rígida dos órgãos competentes; Inexistência de licenciamentos; Planos diretores antigos, sem levar em consideração o pleno processo de participação social; As Políticas públicas incidentes nas zonas costeiras não são integradas e não apresentam visão de longo prazo.

Fonte: Martins (2012), adaptada pela autora.

Mediante tais fatos, cabe levantar questionamentos sobre o funcionamento do atual modelo de uso e ocupação do litoral brasileiro (Lei nº 6.101/2007), além de buscar outras opções para uma gestão costeira integrada e participativa; mas para tanto é preciso, num primeiro momento, compreender o funcionamento do processo existente.

A partir da necessidade de se administrar recursos naturais neste espaço geográfico de forma sustentável, surgiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), lei 7.661/1988, cujo zoneamento é resultado da legislação definidora do uso do solo nas diferentes localidades, como instrumento permanente para o planejamento territorial. O mesmo estabelece os modelos de ocupação não predatórios, embasado na variabilidade da zona costeira, na

coexistência de unidades fisiográficas diferenciadas e numerosas, além das variadas formas de ocupação humana e das distintas funções econômicas (MORAES, 1995).

Mas o que se verifica de acordo com Martins (2013), é que a elaboração de políticas ambientais e planos, como o de Gerenciamento Costeiro, se dá posteriormente às agressões ocorridas, ou seja, os planos de desenvolvimento turístico e urbano-industrial se estabeleceram durante a fase do acelerado desenvolvimento econômico brasileiro, período (1967 a 1973). O que se faz necessário, seria mudança de atitude e de mentalidade quanto à preservação e conservação do patrimônio natural e cultural. Essas mudanças em conjunção federal, estadual e municipal.

Assim, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), encontra-se embasado em um processo lógico e sequencial, para que possa ser entendido através dos diversos estágios, etapas e gerações de desenvolvimento (POLETTE & SILVA, 2003). Para tanto, os instrumentos de gestão são sintetizados na Tabela 3, (MMA, 2007; POLETTE, 2008; SCHERER *et. al.*, 2009):

Tabela 03 - Etapas legais para as etapas de gerações de desenvolvimento do PNGC.

INSTRUMENTOS	ATRIBUIÇÕES
Plano de Gestão da Zona Costeira (PGZC)	Desenvolvido sob a metodologia de planejamento participativo e interativo, com representantes de órgãos federais, estaduais e municipais que atuam na região, como também da comunidade científica e setores organizados da sociedade e da esfera produtiva. Este instrumento se destaca por possibilitar a definição das prioridades de ação integrada, a curto, médio e longo prazo.
Diagnóstico Socioambiental (DSA)	Constitui o documento referencial de apoio à gestão, cuja metodologia tem por base informações existentes, organizadas em cartas-síntese e relatórios técnicos, complementadas pelo desenvolvimento de matérias específicas, dependendo da necessidade de cada caso.
Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC)	Forma a base técnica para a tomada de decisão. Estabelece os critérios para o planejamento e para a implementação das atividades costeiras, está voltado para apoiar processos de licenciamento e controle ambiental. Tem na análise socioambiental sua base de informações.
Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)	Estabelece Planos Integrados de Ação, através de recursos orçamentários no intuito de atender as demandas, formalizados por Decreto ou instrumentos análogos. Regulamenta os instrumentos indispensáveis para a administração

Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC)	<p>das pressões e conflitos de interesses na região costeira</p> <p>Ocupa-se da aplicação das diretrizes do zoneamento ecológico econômico costeiro no processo de elaboração dos planos diretores municipais e do disciplinamento de usos mais específicos. Este deverá ser integrado em um plano de ação municipal estabelecendo um equilíbrio com o nível estadual e com as diretrizes de gestão do Patrimônio da União.</p>
Sistema de informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO)	<p>Constitui uma ferramenta de apoio armazenando as informações e resultados colhidos, disponibilizados para diversos usuários, gestores públicos e organizações privadas, subsidiando o planejamento e execução das atividades costeiras.</p>
Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA-ZC)	<p>Ferramenta que acompanha e avalia os resultados e a eficácia das ações e medidas de controle e fiscalização em função das metas de qualidade ambiental definidas para os ambientes costeiro e marinho. Estas informações são armazenadas no SIGERCO, em constante atualização, para subsidiar a avaliação e proposição de novas medidas e também a inserção de novas políticas responsáveis pela realimentação do processo.</p>
Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC)	<p>Resultante do SMA-ZC e que proporciona uma visão geral da qualidade ambiental da zona costeira.</p>

Fonte: MMA (2007), adaptada pela autora.

Esses instrumentos constituem, em sua maioria, formas seguras para se alcançar um processo de gestão coerente com a realidade, apesar de que novos instrumentos devam ser incorporados e outros revisados. Esta revisão deve existir numa perspectiva de integração e funcionamento, uma vez que a paisagem costeira está sujeita a mudanças, como também estão os atores governamentais e não governamentais (POLETTE & SILVA, 2003).

Os estudos geoambientais podem ser empregados como instrumento de gestão, abrangendo áreas de concentrações diversas, como, regiões metropolitanas e costeiras, que necessitem de estudos relacionados com a identificação dos ecossistemas. Com a identificação, embasamento e caracterização das unidades geoambientais, fica fácil entender como funcionam os processos que envolvem um determinado ambiente, possibilitando unir aspectos naturais e antrópicos em um único entendimento até mesmo em um mapa.

Segundo Albuquerque (2016), os métodos de avaliação de impactos de natureza ambiental deixam claro que, existe a necessidade de inventariar o espaço natural pretendido para o uso humano, para tal, deve-se analisar o ambiente natural, para que os estudos sirvam de referências no futuro. Como forma de apresentar ambientes e as ações pretendidas a melhor

maneira é compor uma matriz de interação, com listagem de controle bidimensional (fatores X ações), e identificação dos impactos diretos, assim tendo-se uma boa visualização.

Atualmente, pode-se afirmar que 7 estados dispõem de marco legal que institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC), 15 já apresentam pelo menos um setor com Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC) consolidado e 12 têm institucionalizado a Comissão Técnica Estadual para a zona costeira (MMA, 2010).

Em Alagoas, o exercício do Gerenciamento Costeiro, em consonância com o PNGC, foi implementado em 14 de janeiro de 2009, Decreto Nº 4.098, que instituiu o Projeto Orla para o litoral do Estado, sendo o mesmo coordenado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) e a Gerência do Serviço de Patrimônio da União em Alagoas (GRPU), estando à Comissão Técnica do Estado de Alagoas (CTE/AL), vinculada ao Instituto do Meio Ambiente (IMA), responsável por operacionalizar e subsidiar tecnicamente as ações formuladas pela Coordenação Estadual do Projeto Orla.

São objetivos do Projeto Orla, estabelecer diretrizes gerais e específicas, fiscalizar e normatizar a ocupação do litoral, tendo em vista fatores econômicos, sociais, ecológicos, culturais, paisagísticos e outros com pertinência ao planejamento de sua ocupação, nos termos do inciso XI do artigo 217 da Constituição Estadual.

Segundo SPU-AL *et al.* (2012), dentre os 20 Municípios litorâneos do Estado de Alagoas, o Município de Paripueira foi o primeiro a aderir ao Projeto Orla e o único a concluí-lo, designando em 26 de abril de 2005 à Secretaria Municipal de Turismo e Meio Ambiente para coordenar a nível municipal o Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima (PGI), e em janeiro de 2012, a Prefeitura Municipal apresentou o Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima do Município, onde constam as condições para compatibilização das políticas patrimoniais, ambientais e urbanas de forma integrada e sustentável, a partir das legislações vigentes, como também, promover a criação de outras que resguardecam e protejam os espaços litorâneos de forma preventiva, respeitando os processos naturais das dinâmicas marinhas.

Dos demais Municípios do litoral de Alagoas, apenas Marechal Deodoro, Barra de São Miguel, Roteiro, Piaçabuçu, Maragogi e Pilar, iniciaram os trabalhos de planejamento para elaboração do Projeto Orla, porém, sejam por questões políticas/administrativas locais, ou por falta de ações de sensibilização e mobilização, os trabalhos não foram adiante em alguns desses municípios.

Entretendo, é importante salientar que o Projeto Orla de Marechal Deodoro, área de estudo desta pesquisa, começou a ser implantado no segundo semestre ano 2017, com a

demolição de aproximadamente 13 barracas da praia do Francês, e em paralelo a realização da limpeza urbana, plantio de gramas e a construção de um playground para as crianças (Figura 04), ações realizadas pela prefeitura municipal, para que a orla fique pronta para receber turistas, visitantes e os próprios deodorenses.

Figura 04 - Projetos para Planejamento de Desenvolvimento Integrado da Orla do Francês.

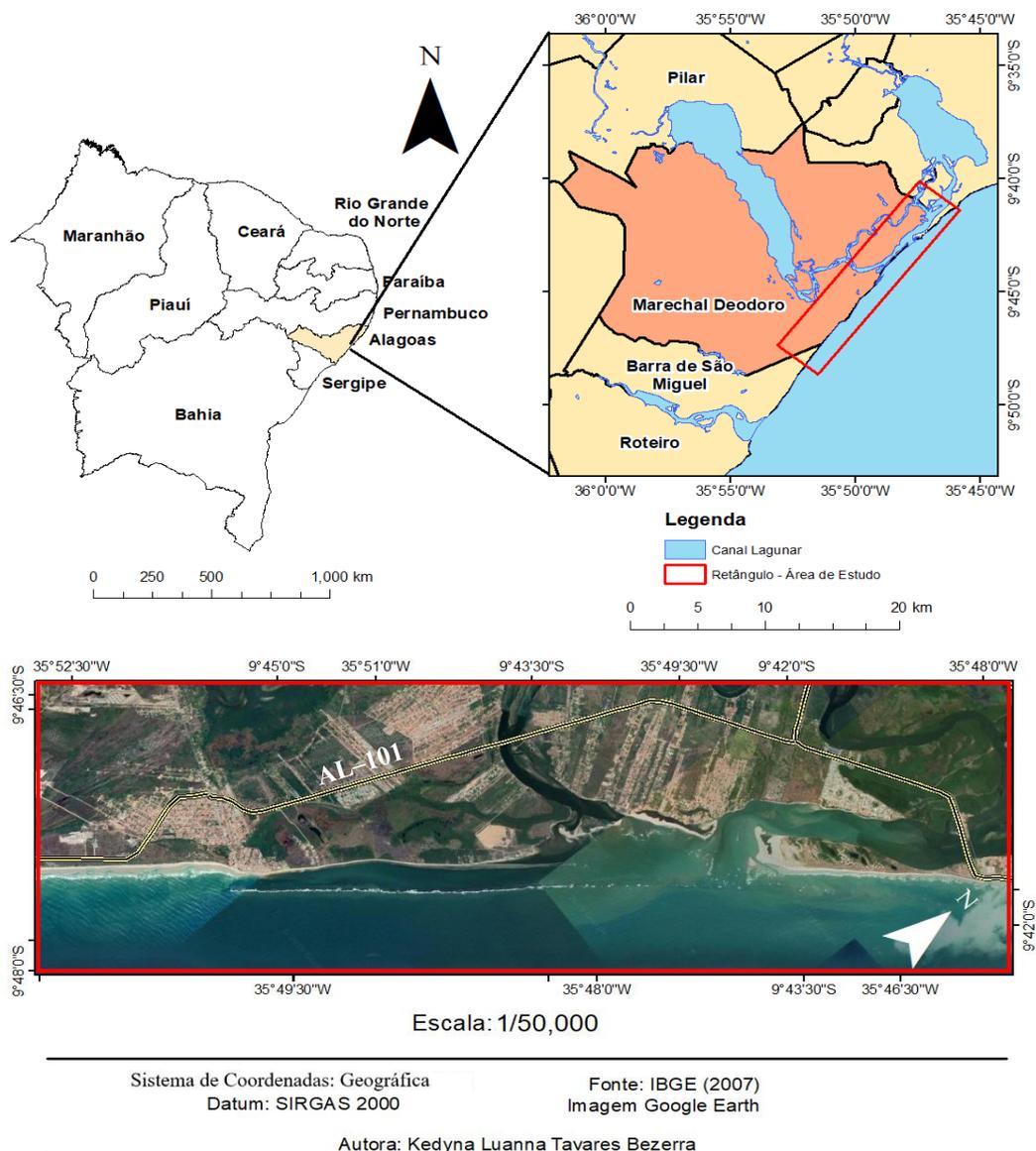


Fonte: <http://portal.iphan.gov.br>

3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida no município de Marechal Deodoro, localizado no litoral sul do Estado de Alagoas, tendo seu limite Sul o município da Barra de São Miguel e ao norte a Ponte Divaldo Suruagy, limite com o município de Maceió, perfazendo em torno de 15 km de extensão. Para melhor delimitar nossa área, o limite oeste se dá a retroterra na AL-101 Sul e o leste na linha de costa (Figura 05). Os pontos de monitoramentos e coleta de sedimentos, escolhidos foram a Praia do Saco da Pedra (P1), ao norte e seguindo-se no centro da Praia do Francês (P2 e P3), e terminando no Leprosário (P4) sentido sul.

Figura 05: Mapa de localização da área de estudo.



3.1 Característica Geourbanas

3.1.1 Aspectos históricos

O município de Marechal Deodoro tem importância histórica no contexto nacional e, especialmente, para o Estado de Alagoas. Inicialmente, Marechal Deodoro fazia parte da capitania hereditária de Pernambuco, conhecida como sesmária de Santa Magdalena do Sumaúma, posteriormente, passou a ser denominada Vila Santa Madalena da Alagoa do Sul. Neste contexto, a praia do Francês ganha destaque em razão de ser divisa e limite da sesmária, de acordo com Ferrare (2006).

Dia 5 de agosto de 1591 indica-se a data de povoamento decorrente da doação das duas sesmarias, sendo “o marco de divisa entre ambas, o porto dos Franceses. (...) obteve uma sesmária de cinco léguas de litoral, de Pajussara ao porto de Francês, com sete léguas de fundo” (Figura 06). Outro fato denota a importância de o Porto do Francês permitir o escoamento da produção açucareira dos engenhos para abastecer a Capitania e favorecer a comercialização em Recife, Salvador e Portugal (OLIVEIRA, 2007).

Figura 06 – Antigo mapa da costa alagoana (adaptado) com a localização do porto “Velho dos Franceses”, atual praia do Francês.



Fonte: Costa (1983) *apud* Martins (2013).

Com a ascensão político-econômica no século XIX, em 16 de setembro de 1817, ocorreu o desmembramento da Comarca das Alagoas de Pernambuco. Assim, a Vila recebeu foro de cidade e, devido à autonomia política-administrativa, passou a exercer a função de Capital da Província de Alagoas. Em 1839, a vila de Maceió passa a ser cidade e Capital da Província, ocorrendo o deslocamento dos funcionários e dos familiares para a nova capital alagoana, que prosperava rapidamente em relação a Vila das Alagoas. Somente em 09 de setembro de 1939 foi outorgado o atual nome da cidade – Marechal Deodoro – em homenagem ao primeiro presidente da República do Brasil, filho ilustre do lugar (BARROS, 2017).

Devido à importância histórica e cultural, o município de Marechal Deodoro, composto por um patrimônio material e imaterial, foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em 2009.

A praia do Francês, cuja designação deriva do “Porto Velho dos Franceses”, apesar de ter sido palco de importantes acontecimentos históricos, permaneceu durante muito tempo esquecida, certamente pela dificuldade de acesso, e até mesmo “repudiada, [...] diante das ruínas de um leprosário (Figura 07), construído em suas proximidades, evidência que sugere ter sido estigmatizada, dado o grau de marginalização conferido aos portadores deste mal, na época das epidemias” (FERRARE, 1996).

Mas essa estreita relação entre a comunidade e seu entorno, proveniente das experiências contínuas, particulares e comuns, mantidas assim até o início dos anos 1970, não resistiu às novas inserções econômicas, cujas incursões passaram a ser sentidas tanto por aqueles que aí viviam ou a conheceram (MARTINS, 2013).

Figura 07 - Ruínas do antigo leprosário, tombado pelo Patrimônio Histórico.

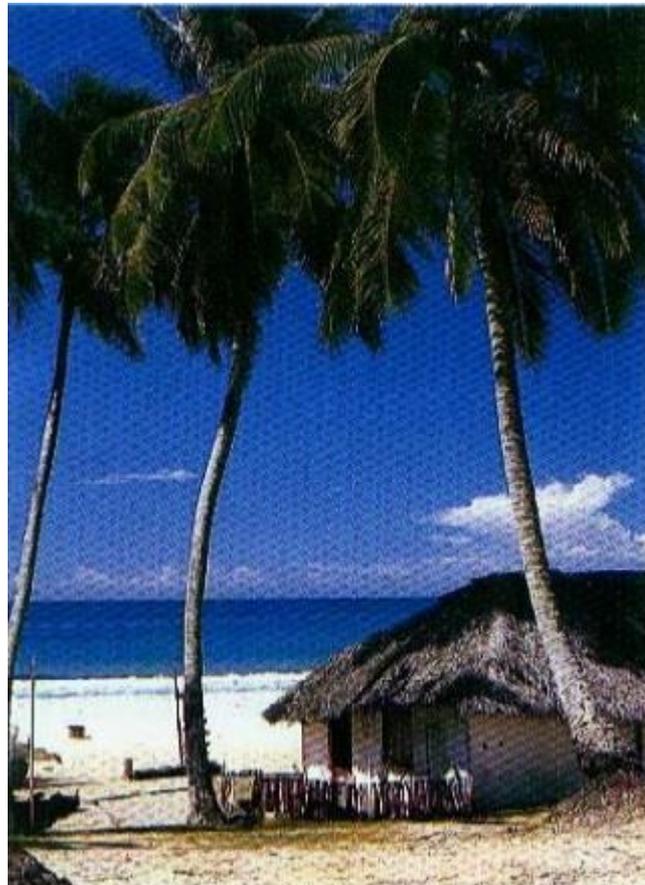


Fonte: Rochana Santos, 2018.

Na década de 70, a partir da política desenvolvimentista durante o período da Ditadura Militar, o município de Marechal passa a sediar o Polo Cloro-Álcool-Químico, uma extensão da Indústria Salgema locada em Maceió, hoje denominada BRASKEM. Em consequência da instalação do Polo e da necessidade de escoamento da produção, destaca-se o início das obras da rodovia AL-101 Sul, cuja duplicação incentivou o processo de conurbação entre os municípios de Maceió e Marechal Deodoro (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2018).

Dessa forma, observou-se uma crescente demanda turística e uma explosão imobiliária no município, especialmente nas áreas lagunares e na praia do Francês (Figura 08). Isso favoreceu o conhecimento das belezas do local por visitantes, que, para serem bem recebidos, puderam contar com os serviços de catorzes barracas, cedidas pelo poder público municipal aos nativos. Nos fins dos anos 80, as barracas já eram trinta e duas, além do que terrenos e áreas foram desmembrados, dando origem a vários loteamentos (OLIVEIRA, 2007).

Figura 08 - Típica casa de taipa encontrada na antiga comunidade da praia do Francês.



Fonte: (Martins, 2000).

Considerado um dos mais importantes eventos da chamada “Era do Turismo” em Alagoas, os Festivais de Verão de Marechal Deodoro, entre 1971 e 1977, foram de valiosa contribuição para o incremento do turismo no município, a atrair grande quantidade de pessoas do próprio Estado, do país e até mesmo do Exterior (OLIVEIRA, 2007).

A praia do Francês, por sua vez, acabou se convertendo em um espetáculo à parte, pois as pessoas que participavam à noite das atrações do Festival, durante o dia, se dirigiam à praia, transformando-a em área de grande movimentação (Figura 09).

Figura 09 - Destaque a invasão do surf com a imagem de um pôr do sol nas ruínas do Leprosário e atenta para a atividade expedicionária.



Fonte: Revista Hardcore, ano 9, nov. de 1997, *apud* OLIVEIRA, 2007.

A construção da ponte Divaldo Suruagy (Figura 10) e, posteriormente, a ponte Engenheiro Celso Araújo (Figura 11), na Massagueira, interligou definitivamente Maceió a Marechal, abrindo inclusive acesso até a Barra de São Miguel. Segundo Correia e Sovierzoski (2008), as obras de melhoramentos da rodovia AL-101, localizada na faixa litorânea alagoana, desde o litoral norte até sul, estimulou as atividades antrópicas de forma rápida e contínua, valorizando economicamente a região.

Entretanto, apenas com a construção e funcionamento de seu primeiro trecho ligando Maceió à praia do Francês e a Marechal Deodoro, a AL-101 Sul deu início, rapidamente, à ocupação do litoral sul de Alagoas, até então considerado de difícil acesso, principalmente por ser formado de áreas sensíveis de restingas, de dunas e também de manguezais. Consideradas de grande fragilidade, tais áreas sofreram e sofrem os efeitos de forte especulação imobiliária, o que já era possível observar, quando da elaboração do Plano de Uso do Solo e Preservação

do Patrimônio de Marechal Deodoro, datado de 1979, que visava a conservação cultural e natural do município, especialmente de sua porção litorânea, no intuito de evitar sua possível descaracterização.

Figura 10 - Ponte Divaldo Suruagy.



Fonte: Alagoas24horas (Crédito: Neno Canuto/ 2011) e PJM Drone, 2017.

Figura 11 - Ponte Engenheiro Celso Araújo.



Fonte: PJM Drone, 2017.

Assim, muitos ecossistemas costeiros foram afetados pela ocupação desordenada e sem planejamento, tanto de novos loteamentos, como das edificações de residências de veraneios, pousadas e hotéis, os quais acarretam impactos ambientais significativos. Esse fato deve-se à ausência de planejamento adequado e de fiscalização dos órgãos públicos responsáveis.

De acordo com Guerra (2011), a construção e ampliação da rodovia AL 101 Sul possibilitou a expansão urbana, dinamizando a região atraindo novos moradores e investidores industriais e comerciais. Assim, valorizando as áreas desocupadas, antes não atrativas para o mercado imobiliário, sendo, agora, alvo de investimentos lucrativos. De acordo com o autor supracitado, “O resultado é um espraiamento das atividades urbanas para além dos limites da cidade, produzindo um tipo de urbanização que alguns autores chamam de dispersa, espalhada ou difusa”.

Nessa vertente, Carlos (2001) enfatizou que a expansão espacial de uma cidade é influenciada por novas atividades, como o turismo e o lazer, principalmente na Praia do Francês. No caso específico de Marechal Deodoro, pode-se observar que esses fatores articulam a transformação do espaço e reorganizam o uso dos lugares, ressaltadas pela proximidade com o município de Maceió, beneficiado por estar na rota do turismo.

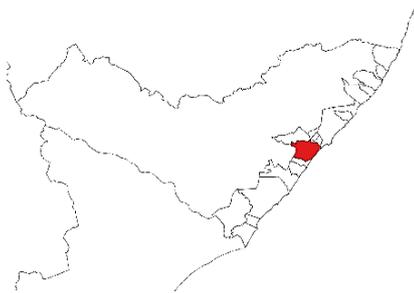
3.1.2 Aspectos populacionais

Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, o município de Marechal Deodoro possuía uma população de 45.977 habitantes, dentre quais 43.393 residiam na sede do município, resultando em uma taxa de urbanização de 94,38%, enquanto a área rural possuía 2.585 habitantes, um percentual de 5,62%. Entretanto, segundo os prognósticos do IBGE, estimava-se que a população de Marechal Deodoro em 2018 seria de 51.364 habitantes, demonstrando crescimento populacional ainda crescente.

Dados do Atlas de Desenvolvimento Humano (2019) mostravam que a população de Marechal Deodoro teve uma taxa média crescimento anual de 2,51%, entre os anos 2000 e 2010, enquanto o estado de Alagoas e o Brasil apresentaram taxa média crescimento anual de 1,01%, considerando o mesmo período. Acredita-se que esse crescimento demográfico seja reflexo, especialmente, de intensa ocupação imobiliária em alguns bairros como: O Francês, Massagueira, Barra Nova e Cabreiras, que promoveu surpreendente crescimento nas últimas

décadas. A tabela 04 mostra o percentual de crescimento populacional de Marechal Deodoro, nos últimos anos, segundo o IBGE (2010).

Tabela 04 - Percentual de crescimento populacional de 1991 a 2010, em Marechal Deodoro – AL.



Anos	Pop. Urbana	Pop. Rural	Pop. Absoluta	% Pop. Urbana	% Pop. Rural	% Cresc. Pop. Urbana
1991	14.658	10.152	24.810	59,08	40,92	-
2000	29.837	6.029	35.866	83,19	16,81	50,87
2010	43.393	2.585	45.997	94,38	5,62	31,24

Fonte: PNUD, 2019; IBGE, 2010.

3.1.3 Aspectos territoriais

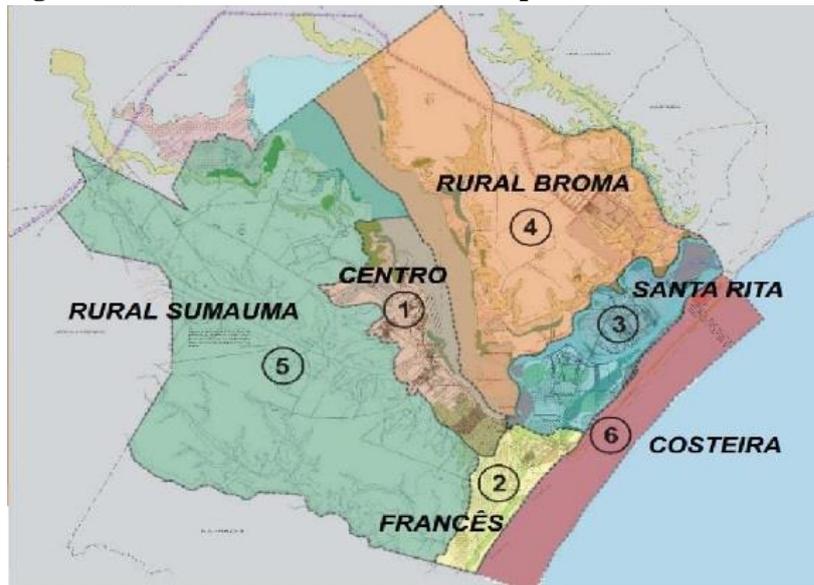
O município de Marechal Deodoro possui área de 331,168 km², sendo aproximadamente 16 km de extensão de linha de costa, e apresenta uma organização territorial descrita no Plano Diretor (2006) do município – Decreto Lei municipal N° 919 de 09/11/2006 -, que estabelece o Macrozoneamento constituído pela seguinte subdivisão: áreas urbanas, rurais e área especial, considerando as condições de uso e ocupação do solo. A tabela 05 e a Figura 12 mostram as Macrozonas definidas no Plano Diretor de Marechal Deodoro/AL.

Tabela 05 - Macrozoneamento do Município de Marechal Deodoro – Alagoas.

ÁREAS	MACROZONAS
Urbanas	Macrozona 1 – Centro: Compreende as localidades que estão próximas ao núcleo urbano. Centro histórico, Taperaguá, Pedras, Cabreiras, Malhas, Porto Grande, José Dias, Gravataí, Barro Vermelho, Cajueiro, Tuquanduba, Poeira, Pedreira, Manguinho e Saco.
	Macrozona 2 – Francês: Compreende uma faixa que se estende do Francês a Barra de São Miguel.
	Macrozona 3 – Santa Rita: Compreende as localidades dos canais, da ilha de Santa Rita e Massagueira de Baixo e de Cima.
Rural	Macrozona 4 – Broma: Compreende uma área com atividades agrícolas e industriais.
	Macrozona 5 – Sumaúma: Compreende as localidades fazendas e agroindústria.
Especial	Macrozona 6 – Costeira: Compreende a área litorânea.

Fonte: Adaptado do Plano Diretor Municipal de Marechal Deodoro (2006)

Figura 12 - Macrozoneamento do município de Marechal Deodoro – Alagoas.



Fonte: Plano Diretor Municipal de Marechal Deodoro (2006).

Considerando a Macrozoneamento do atual Plano Diretor de Marechal Deodoro (2006), a área de estudo abordada nesta dissertação abrange as Macrozonas 2, 3 e 6. A primeira representa a área do Francês compreende uma faixa que se estende do Francês a Barra de São Miguel, estando responsável pelos fatores geoambientais descritos no decorrer desta pesquisa, a segunda abrange a área de Santa Rita que tem sua importância devidos as localidades dos canais, da ilha de Santa Rita e Massagueira de Baixo e a terceira área compreende toda planície costeira, assim sendo o ponto principal dos trabalhos.

Portanto, de acordo com Guerra (2011), o município de Marechal Deodoro tem construído e ampliado as áreas urbanas, resultado do espraiamento das atividades socioeconômicas. Dessa forma, conforme o Plano Diretor (2006), a partir da Lei municipal Nº 919/2006, no que se refere a organização do território, que trata do macrozoneamento diz, que no Art. 80 – Parágrafo único, “O Macrozoneamento reflete o reconhecimento do município, como as potencialidades ambientais e urbanas e as oportunidades que o território oferece.” É com base nessas potencialidades que o Macrozoneamento é constituído por áreas urbanas, rurais e especiais, determinando o uso e ocupação do solo.

Mesmo com estratégias de ordenamento de uso e ocupação do solo, observa no município de Marechal Deodoro os efeitos do crescimento urbano não-planejado e as suas consequências indesejáveis para a qualidade de vida urbana, refletida no crescente processo de favelização que margeia a laguna Manguaba, na eliminação contínua da mata ciliar, no despejo dos efluentes

sem tratamento no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba, na implantação de loteamentos em áreas de proteção ambiental, entres outras ações que só contribuem para a degradação urbana ambiental do município (BARROS. 2017).

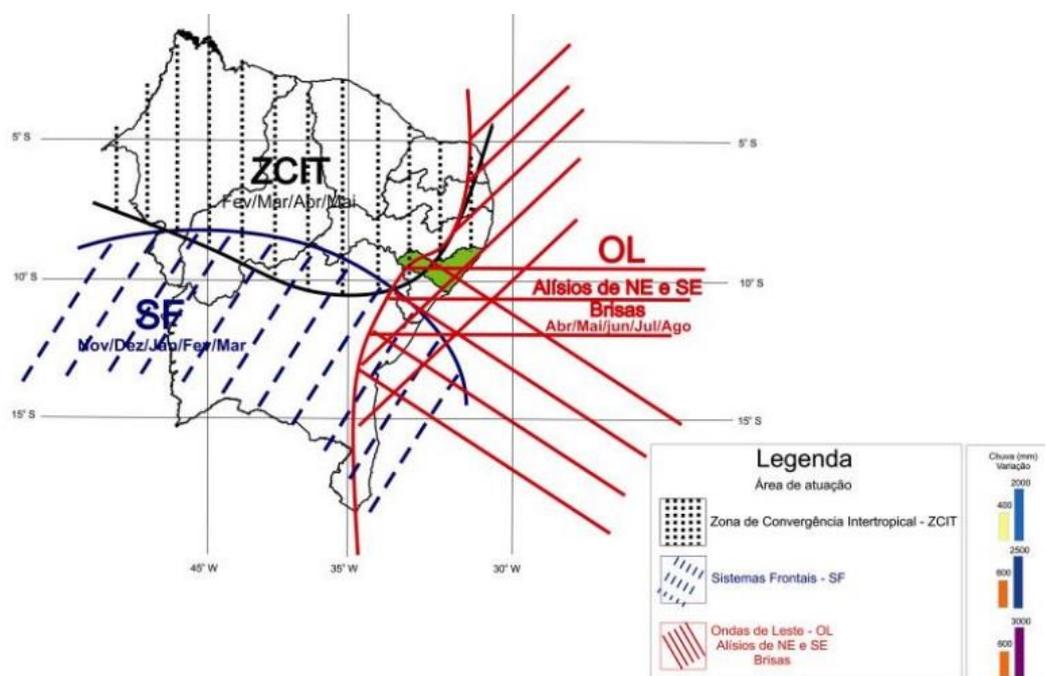
3.2 Aspectos Físicos

3.2.1 Clima

Segundo, Nobre e Molion (1988), existe uma ligação entre a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as anomalias de chuva sobre o Nordeste do Brasil (NNE). A ZCIT é uma região de confluência, dos ventos alísios de nordeste, oriundos do sistema de alta pressão ou anticiclone subtropical do Hemisfério Norte, e dos ventos Alísios de sudeste, oriundos da alta subtropical do Hemisfério Sul. Observa-se na figura 13 que Sistemas meteorológicos que propiciam chuvas na região Nordeste.

Em anos de seca no Nordeste do Brasil, a ZCIT fica bloqueada mais ao norte de sua posição normal. Então, o Nordeste fica sob uma região de subsidência que inibe as precipitações. Em anos chuvosos, a ZCIT move-se até cerca de 5°S e torna-se intensa com o aumento da convergência (LOBO, 1982; UVO *et al.*, 1988).

Figura 13 - Sistemas meteorológicos que provocam chuvas na região Nordeste. A área em verde mostra a localização do Estado de Alagoas.



Fonte: Adaptado de Nobre (1986); Molion e Bernardo (2002). Climatologia do Estado de Alagoas/Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa. Barros *et al.* 2012.

O território Alagoano encontra-se subdividido em duas áreas climáticas distintas, identificadas segundo a classificação de Köpper, como Tropical Chuvoso (AM's) e Tropical (As'). O clima tipo AM's, compreendem as regiões localizadas entre o limite norte do Estado e o sul de Maceió, com período seco no verão e temperaturas variando entre 23° a 28°C. O segundo clima, tipo As', distribui-se entre o sul de Maceió e o extremo sul do Estado, apresentando chuvas de inverno, verão seco e temperaturas de 20° a 25°C (ARAÚJO *et al.*, 2006).

Destaca-se três tipos climáticos para as regiões tropicais em função de construção, são eles: o clima quente-seco, o clima quente-úmido e o clima mais ameno dos planaltos. Desde modo, para a cidade de Maceió, a classificação climática é caracterizada como úmido do tipo AM *i5* e quente e úmido com três período secos, segundo Köpper e mencionado por Nimer (1989). Assim, é possível tomar como referência a tipologia climática de Maceió para Marechal Deodoro, devido à similaridade das características litorâneas e proximidades. Observe-se, na tabela 06, as características do clima tropical quente-úmido, elaboradas por Romero (2000).

Tabela 06 - Características do clima tropical quente-úmido.

CLIMA TROPICAL QUENTE-ÚMIDO	CARACTERÍSTICAS
	Pequenas Variações de temperatura durante o dia.
	Amplitude das variações diurnas fracas.
	Dias quentes e úmidos.
	À noite, a temperatura é mais amena e com umidade elevada.
	Duas estações: verão e inverno, com pequena variação de temperatura entre elas; o período das chuvas é indefinido com maiores precipitações no verão.
	Radiação difusa muito intensa.
	O conteúdo de vapor d'água das nuvens evita a radiação direta intensa.
	Alto teor de umidade relativa do ar.
Localização geográfica entre os trópicos de Câncer (23°27'N) e Capricórnio (23°27' S).	
Ventos fracos, direção dominante sudeste.	
Semelhança sensível dos dados de uma localidade para outra.	

Fonte: Romero (2000), adaptado pela autoral.

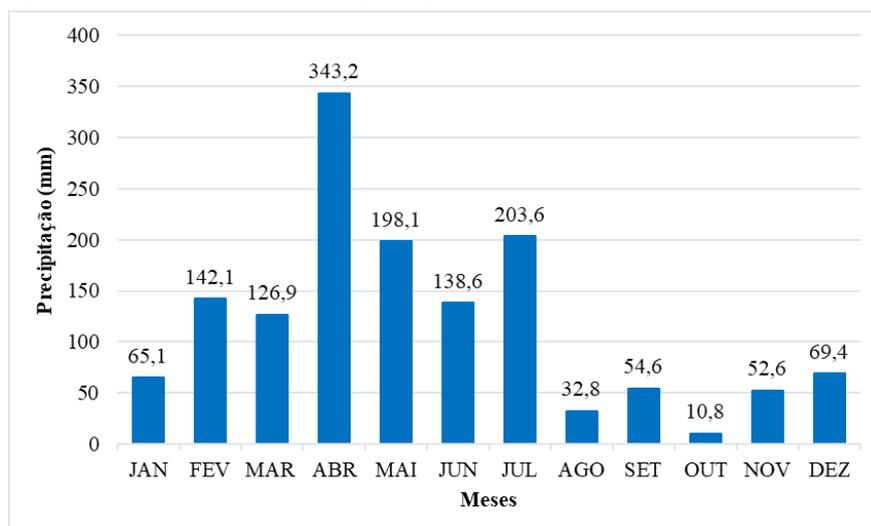
3.2.2 Precipitação e Temperatura

O Estado de Alagoas, apesar de ser o segundo menor estado da região Nordeste, abriga em seu território três sub-regiões: Zona da Mata, Agreste e Sertão. Em função dessa localização e extensão latitudinal as principais características climáticas correspondem às irregularidades da precipitação pluviométrica anual, longos períodos de radiação solar, pouca variação no fotoperíodo, ou seja, o número de horas de exposição à luz por dia e temperatura do ar, pois situa-se em latitudes baixas, próximos do Equador. Deste modo, nota-se que à elevada incidência de horas em exposição do sol por ano promove consequentemente, uma intensa evapotranspiração.

Porém, a mesorregião do Leste alagoano, onde localiza-se o município de Marechal Deodoro, predomina o tipo climático tropical e quente com poucas chuvas do tipo As', caracterizado por apresentar verão seco e precipitações pluviométricas concentradas no outono e inverno, variando em torno de 1.200 mm a 1.800 mm ao ano. As figuras 14 e 15 demonstram a distribuição das precipitações, a partir da análise das informações da estação pluviométrica do CEMADEN, localizada no município de Marechal Deodoro.

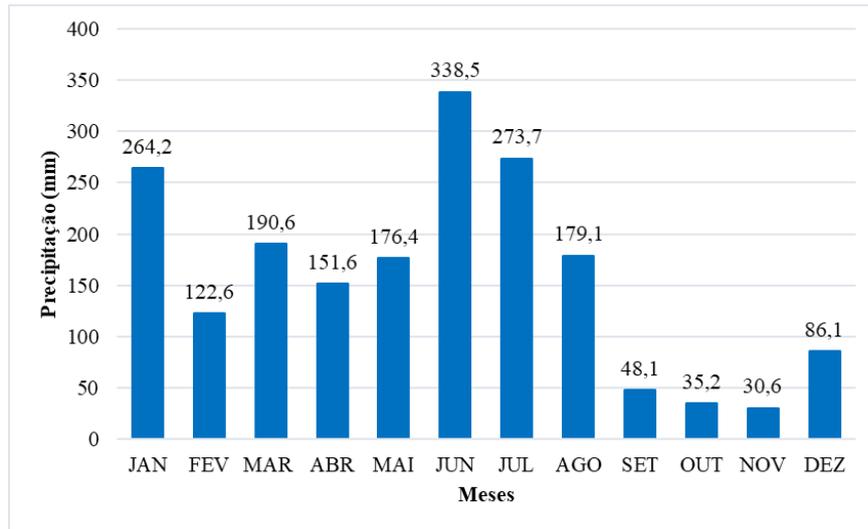
Considerando os regimes pluviométricos, o município de Marechal Deodoro se encaixa no regime Tropical Marítimo (Costa Leste), situada a faixa costeira nordestina desde o rio Grande do Norte até o Sul da Bahia. Apresenta um clima quente-úmido com períodos mais chuvoso no equinócio de outono, podendo estender para o mês de julho no solstício de inverno. Assim, os meses de abril e junho destacam-se por apresentarem 50% do total de precipitações anuais. Os menores índices pluviométricos ocorrem no equinócio da primavera ou no solstício de verão.

Figura 14 - Média mensal da precipitação em Marechal Deodoro –AL, em 2018.



Fonte: Organizado pelo Autor, (2018). Base de dados da Semarh, (2018).

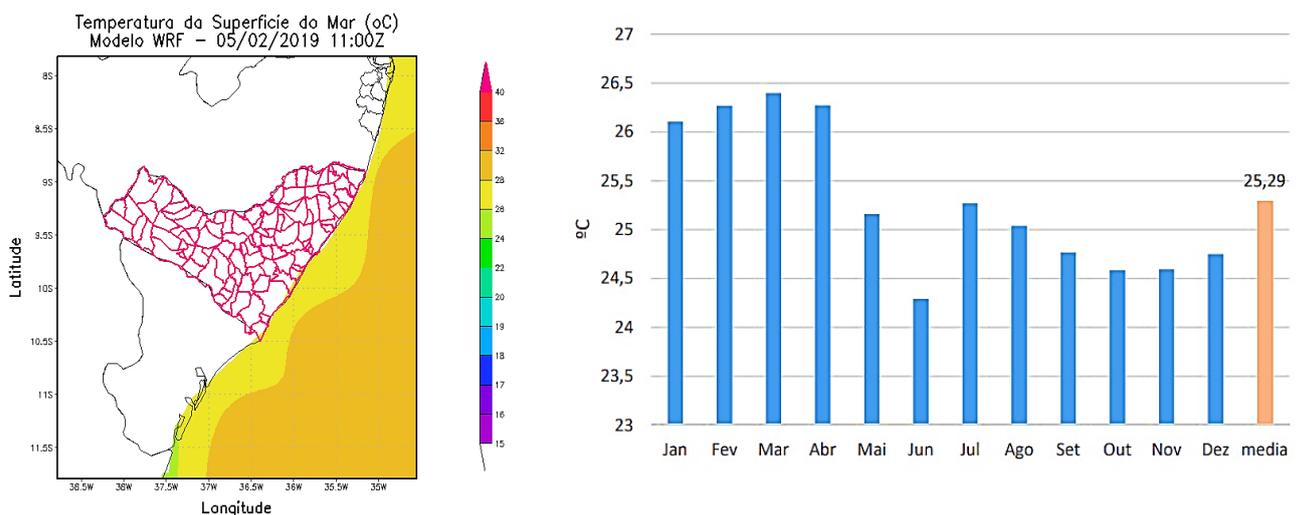
Figura 15 - Média mensal da precipitação em Marechal Deodoro –AL, em 2019.



Fonte: Organizado pelo Autor, (2019). Base de dados da Semarh, (2019).

Considerando que não existem estações meteorológicas que forneçam dados de temperatura e umidade para o litoral do município, utilizou-se neste trabalho, dados históricos disponibilizados para o período de 1995 a 2014, pela SEMARH/DMET, para o Município de Maceió, sendo esta, a estação mais próxima à área de estudo. Os valores demonstram que neste período, a temperatura média mensal oscilou em torno de 25°C e 29°C, ultrapassando 26°C entre os meses de janeiro a abril, e as mínimas inferiores a 24,5°C no mês de junho. Entre os meses abril a agosto ocorre a estação mais úmida e entre os meses de setembro a março o período mais seco, sendo a média anual da umidade relativa do ar de 79,44%, típica de regiões costeiras, consequência da baixa latitude em que se situa a área, da proximidade do Oceano Atlântico e das massas de ar atuantes na região (Figura 16).

Figura 16 - Média da Temperatura mensal para o Município de Maceió/AL entre os anos de 1995 a 2014.



Fonte: Laboratório de Modelagem Atmosférica da UFAL; SEMARH/DMET.

Assim, conclui-se que o município de Marechal Deodoro – AL, encontra-se na zona climática intertropical, com baixas latitudes, fortes incidências da radiação solar e grande influência da maritimidade. Devido a isso, apresenta um clima quente e úmido com duas estações do ano bem definidas: verão com temperaturas elevadas em torno de 27,9°C, geralmente nos meses de outubro a março, com baixa pluviosidade, e inverno normalmente nos meses de abril a setembro, com temperatura médias a amenas, e alta pluviosidade, de acordo com a análise das Normais Climatológicas de 1961 – 1990 do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, (BRASIL, 1992), da cidade de Maceió, estação mais próxima da área de estudo.

3.2.3 Hidrografia

O município de Marechal Deodoro é margeado pelo oceano Atlântico e abriga em seu território parte do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM), a porção central abrangida pelo CELMM, faz parte da bacia sedimentar de Alagoas, que apresenta uma série de feições morfológicas resultante do afogamento de antigos vales e estuários, decorrentes da evolução paleogeográfica ocorridas durante o quaternário. As condições geológicas e geomorfológicas, juntamente com dinâmica costeira ocorrida nesse período, levaram ao afogamento dos estuários rios Mundaú e Manguaba, originando as lagunas e seus canais e as várias feições morfológicas presentes na planície costeira atual (LIMA, 1990).

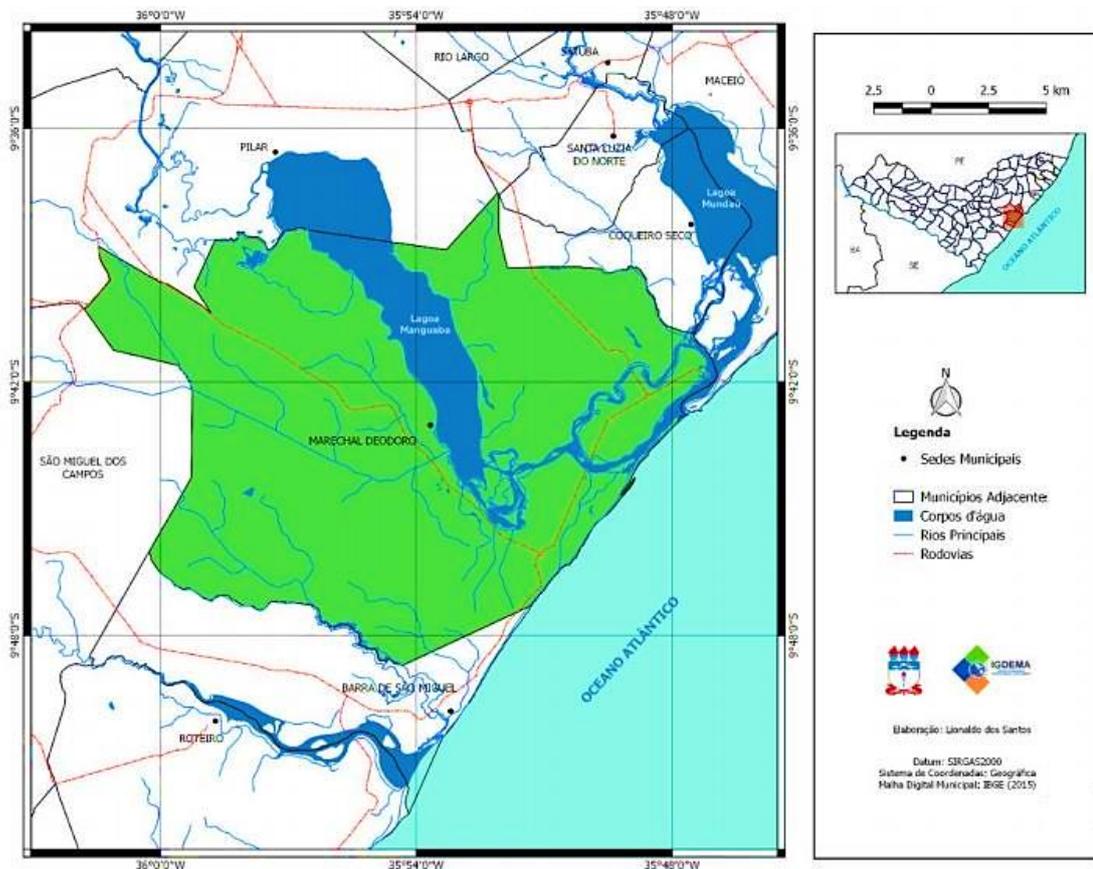
Assim, a área de estudo está inserida na Região Hidrográfica do CELMM que drenam os rios Sumaúma Grande e Estiva, e a nordeste encontra-se o rio dos Remédios, que alimentam a laguna Manguaba através de seus canais que desaguam a leste, no Oceano Atlântico. A noroeste da laguna pode-se avistar a bacia hidrográfica do Paraíba do Meio, que nasce no estado de Pernambuco e atravessa todo agreste alagoano e deságua na laguna Manguaba. Por fim, ao Sul-sudoeste do município encontra-se a bacia hidrográfica de São Miguel, onde, ao Sul, o rio Niquim drena por terras deodorenses e deságua diretamente no oceano Atlântico. (BARROS, 2017). A figura 17 mostra as bacias hidrográficas que drenam dentro da área do município de Marechal Deodoro – AL.

De acordo com a descrição das características hidrográficas, pode-se concluir que a rede de drenagem municipal é exorreica, com rios e riachos permanentes, onde a drenagem preferencial caracteriza-se pela alta densidade, geralmente suscetíveis à erosão, com elevada

impermeabilidade, pois a área apresenta sedimentos argilosos ou siltosos, dificultando a infiltração no subsolo, devido à baixa permoporosidade.

Assim sendo, os rios que fazem parte do CELMM, são importantes fontes de sedimentos para o litoral estudado, pois o equilíbrio morfodinâmico depende da relação entre o aporte de sedimentos e a capacidade de transporte litorâneo, ou seja, se uma quantidade de sedimentos, maior que a capacidade de transporte das ondas é levada até a costa, a praia tenderá a acumular areia (Progradação). Caso contrário, se o aporte de sedimentos for menor, a praia tenderá a ser erodida (Retrogradação) (MAFRA, 2005).

Figura 17 - Mapa hídrico do município de Marechal Deodoro – Alagoas.



Fonte: Araújo (2019), elaborado por Lionaldo dos Santos (2018).

Assim como o litoral brasileiro, a zona costeira deodorense abriga uma diversidade vital e de alta relevância ambiental. É, portanto, constituída de diversos ecossistemas interdependentes e alternância entre restingas, manguezais, remanescentes de Mata Atlântica, recifes de coral, praias (Prainha, Praia do Saco da Pedra e Praia do Francês), estuários e lagunas (como o Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba – CELMM: o mais importante

ecossistema do Estado, detentor de alta biodiversidade endêmica embora, ameaçada de extinção em sua maioria).

3.2.4 Vegetação e Unidade de Conservação

Na sua porção costeira, o Estado de Alagoas apresenta vegetação típica de Mata Atlântica com florestas densas e muito heterogêneas. Todavia, em vários pontos do litoral a vegetação se modifica e assume aspectos de mangues e restingas nas áreas mais baixas pela influência flúvio-marinha e de campos cerrados nos tabuleiros costeiros pela presença de solos pobres típicos de cerrado. Neste último, a vegetação é formada principalmente por plantas herbáceas e arbustivas com poucas árvores espaçadas (MENEZES *et al.*, 2012).

Barros (2017), classificou as Regiões Fitogeográficas de Alagoas, considerando a interdependência dos elementos naturais através das seguintes variáveis: clima, litologia, relevo, solo, hidrografia e ação antrópica, além de analisar os níveis de conservação do lugar.

Assim, nas regiões de Tabuleiros Costeiros e encostas há formações florestais do tipo Floresta Ombrófila que ocorre na faixa tropical e nas Planícies Costeiras, na qual a formação vegetal subdivide-se em: pioneiras, recifais, restinga, úmidas de brejos e manguezais, conforme pode ser observado na tabela 07.

Tabela 07 - Ecossistemas Fitogeográfico de Marechal Deodoro – AL.

Denominação	Comunidades Fitoambientais	Período Bioclimático	Outros fatores Geoambientais
Floresta Ombrófilas	Unidades Vegetacionais dos Sedimentos	0 a 90 dias biologicamente secos	Rochas sedimentares do Terciário (arenitos) e do Quaternário. Relevos tabulares, em terraços, várzeas e restingas. Solos Latossolos, Argissolos, Espodossolos e Neossolos.
Formações Pioneiras de Várzeas	Unidades Vegetacionais dos Sedimentos Aluvionares	0 a 150 dias biologicamente secos	Rochas Sedimentares do Quaternário recente (Holoceno). Relevos de planícies fluviais inundáveis. Solos Neossolos e Gleissolos.
Formações Pioneiras de Mangues	Unidades Vegetacionais dos Sedimentos Fluvio-marinhos	0 a 150 dias biologicamente secos	Rochas Sedimentares do Quaternário recente (Holoceno). Relevos de planícies e de depressões alagáveis. Solos Neossolos e Gleissolos.
Formações Pioneiras de praias	Unidades Vegetacionais dos Sedimentos marinhos e eólicos.	0 a 150 dias biologicamente secos	Rochas Sedimentares do Quaternário recente (Holoceno). Relevos de planícies marinhas e das colinas dunares. Solos Neossolos.

Fonte: Adaptado de ASSIS, 2002, *apud* Barros 2017.

A modelagem terrestre na região da área de estudo é definida por terraços de origem flúvio-marinha, com predominância de vegetação do tipo Floresta Subperenifólia de Restinga, com partes de Floresta Subcaducifólia e Cerrado/Floresta nos tabuleiros costeiros (MASCARENHAS *et al*, 2005). Assim, as áreas de influência são:

▪ ÁREAS COM INFLUÊNCIA MARINHA

1. Pioneira Marinha Arbórea (restinga arbórea): Espécies características – Maçaranduba (*Manikara* sp.), Araticum (*Annona* sp.), Aroeira-da-praia (*Schinus terebinthifolius*), *Dolicarpus dentatu*, *Suriana marítima*.
2. Pioneira Marinha Arbustiva (restinga arbustiva): Espécies características – Guajiru (*Chysobalanus icaco*), Guabiraba (*Camponesia* sp.), Xanana (*Turnera ulmifolia*), *Cassia rotundifolia*, *Suriana marítima*.
3. Pioneira Marinha Herbácea (restinga herbácea) (Figura 18): Espécies características – *Vignapenducularis*, Carapicho-beiço-de-boi (*Desmodium* sp.), Guiso-de-cascavel (*Crotalaria retusa*), *Canavalia rosea*, *Shopora tomentosa*.

Figura 18 - Vegetação de restinga herbácea na região da pós-praia no Leprosário (Perfil 4).



Fonte: Rochana Santos, 2018.

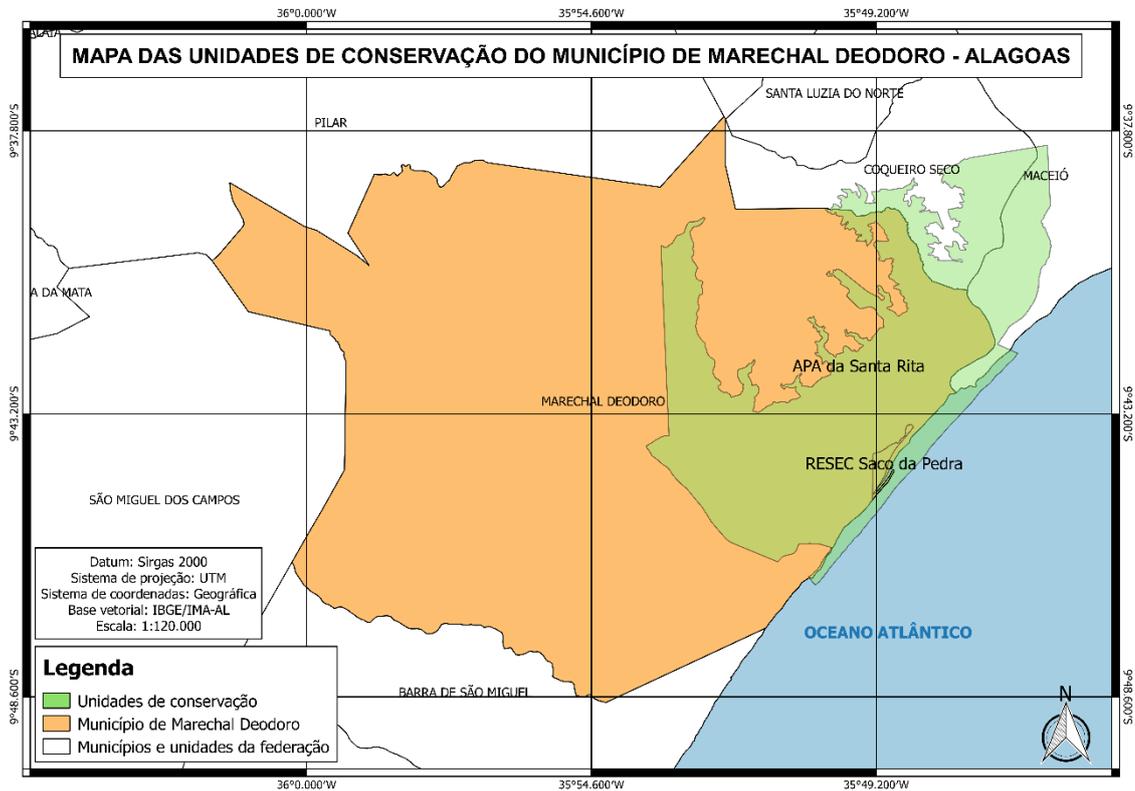
Com relação à vegetação litorânea, encontra-se uma variedade significativa de florestas; dentre outras, pode-se citar as Formações de Manguezais do tipo *Rhizophora* mangue, associados às Formações de Praia distribuídos ao longo do litoral, composta por vegetação herbácea de restinga, arbustivas, subarbustivas e arbóreas, responsáveis pela fixação dos cordões litorâneos.

O litoral central de Alagoas possui várias unidades de conservação, sendo que duas são unidades federais e as demais estaduais, com tamanhos distintos e localizam-se em diferentes áreas. Assim, o município de Marechal Deodoro abriga duas dessas unidades de conservação, ambas estaduais.

A primeira denomina-se a Área de Proteção Ambiental de Santa Rita, criada em 19 de dezembro de 1984 pela Lei Estadual nº 4.607, e regulamentada pelo Decreto nº 6.274 de 05 de julho de 1985. Com uma extensão de 9.277,68 hectares, sendo 68,84% área ocupada em Marechal Deodoro, sendo composta por uma vasta rede de canais interlagunares que possibilitou a formação de várias ilhas, sendo a maior delas a Ilha de Santa Rita, com 12 km² e um comprimento de 7 km e 3 km de largura. É considerada a maior ilha lacustre ou estuarina do Brasil, segundo o Instituto do Meio Ambiente do estado de Alagoas. Assim, de acordo com o Plano de Manejo, a Área de Proteção Ambiental de Santa Rita encontra-se no centro da faixa litorânea alagoana, inserida no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú - Manguaba, compreendendo todas as ilhas situadas nos canais da região estuarina, além das encostas dos tabuleiros e as restingas.

A segunda unidade de conservação é a Reserva Ecológica de Saco da Pedra (RESEC do Saco da Pedra), situada dentro da abrangência da APA de Santa Rita, onde a formação arenosa ao longo da linha de praia, estendendo-se da barra do CELMM até a parte exposta do recife de arenito conforme as oscilações da maré. A figura 19 apresenta as Unidades de Conservação encontrados no município de Marechal Deodoro – AL.

Figura 19 - Mapa das Unidades de Conservação de Marechal Deodoro – AL.



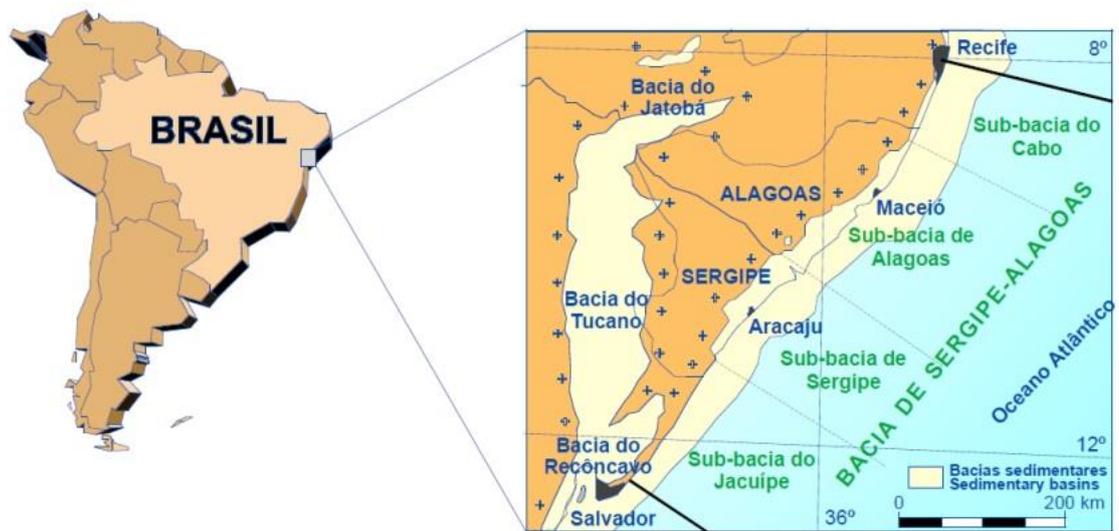
Fonte: Santos, 2019.

3.2.5 Geologia e Geomorfologia

Segundo Santos (2004), área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar de Alagoas, nos domínios geológicos dos sedimentos terciários da Formação Barreiras e dos sedimentos quaternários que formam a Planície Costeira.

O preenchimento sedimentar da bacia de Sergipe-Alagoas (Figura 20) apresenta vários ciclos de deposição continental e marinha, sendo sua estratigrafia consequência direta da sua evolução estrutural (LANA, 1990). Estruturalmente a bacia consiste num meio graben mergulhando para sudeste. A porção emersa é representada por uma estreita faixa de 20 a 50 km de largura, estando grande parte da extensão da bacia submersa (LIMA *et al.*, 2002).

Figura 20 - Mapa de localização da bacia sedimentar Sergipe-Alagoas.



Fonte: Lima *et al.* (2002).

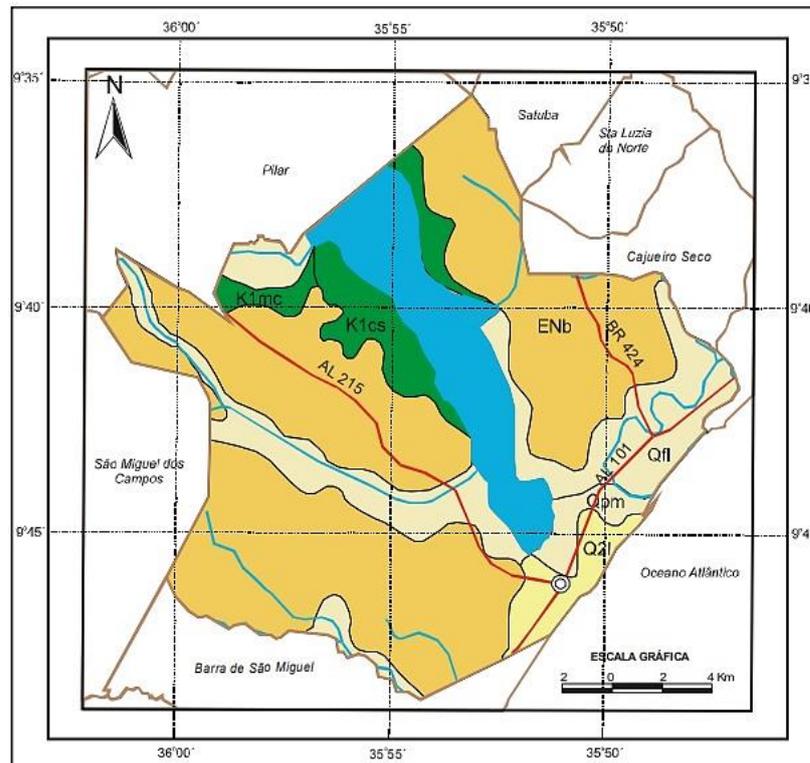
O estágio atual da evolução deposicional da sub-bacia de Alagoas é caracterizado pela variação do nível mar e os agentes de erosão, que propiciam o acúmulo dos sedimentos marinhos, fluviais, eólicos e flúvio-lagunares que compõem a planície costeira quaternária (SANTOS, 2004).

Segundo Nunes, Silva e Vila Boas (2011), a gênese da formação Barreiras está associada a diferentes ciclos de erosão e deposição, por conseguinte, a sucessivas superfícies de aplainamentos, originadas por pulsos tectônicos e climáticos. Esta morfologia dá origem às falésias fósseis, rampas de colúvio, interflúvio tabuliformes dissecados, terraços colúvio-aluvionares, encostas de vales fluviais e encostas de estuário estrutural.

Nessa forma, a Formação Coqueiro Seco é caracterizada por depósitos clásticos alúviodeltáicos e lacustres, compostos por Arenitos e Folhelhos. Na área de estudo, esta Formação está disposta na porção a montante da Laguna Manguaba, entre os municípios do Santa Luiza do Norte, Coqueiro Seco e Marechal Deodoro (CPRM, 2005) (Figura 21).

Sobre esta planície, estão inseridos os Terraços Marinhos Pleistocênicos, Depósitos Flúvio-Lagunares, Terraços Marinhos Holocênicos, Depósitos e Várzeas Fluviais, *Beachrocks*, Dunas, Depósitos de Mangues, Bancos Arenosos, Ilhas Flúvio-Marinhas e Depósitos Atuais de Praia.

Figura 21 - Mapa Geológico de Marechal Deodoro – AL.



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Cenozóico

- Qfl Depósitos flúvio-lagunares (fl): lama arenosa e carbonosa
- Qpm Depósitos de pântanos e mangues (pm): areia, silte, argila e material orgânico
- ENb Grupo Barreiras (b): arenito e conglomerado, intercalações de silte e argilito

Mesozóico

- K1mc Formação Muribeca- Membro Carmópolis (mc): conglomerado (leque aluvial)
- K1cs Formação Coqueiro Seco (cs): arcóseo e folhelho silteoso (delta lacustre)

UNIDADES ESTRUTURAIS

- Contato geológico

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

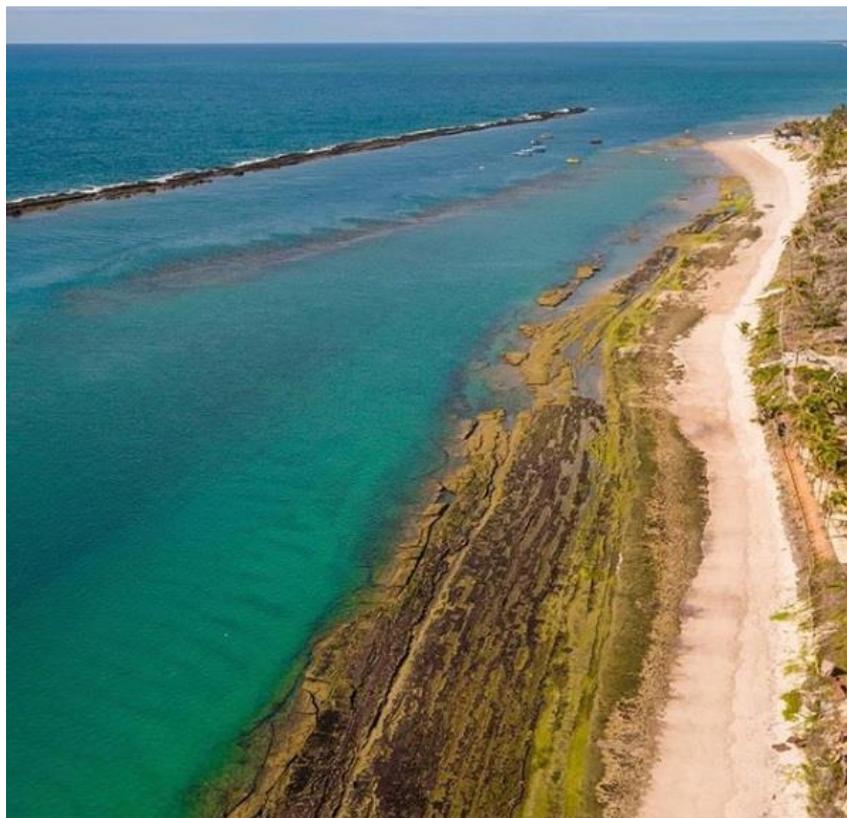
- Sede Municipal
- Rodovias
- Limites Intermunicipais
- Rios e riachos
- Açude/barragem

Fonte: CPRM, 2005.

Os terraços marinhos holocênicos do litoral de Alagoas, foram formados durante a regressão subsequente a última transgressão, e encontram-se dispostos externamente aos terraços marinhos pleistocênicos e, em alguns momentos, estão separados por uma zona baixa pantanosa, sendo caracterizados ao longo da costa, por extensas faixas arenosas quartzosas, bem selecionadas e contínuas e por cristas de cordões litorâneos bem marcadas e estreitamente próximos e paralelos entre si, com altitudes variando de 4m a alguns centímetros acima do preamar atual (BARBOSA *et al*, 1985).

Os *beachrocks* que ocorrem em grande parte do litoral alagoano, são compostos de arenitos e conglomerados (carbonato de cálcio, conchas de moluscos e outros biodetrítos). São rochas tipicamente de climas quentes, o detalhamento da granulometria e das estruturas sedimentares dessas rochas, fornecem indicações sobre os subambientes praias e definem com mais precisão a posição pretérita do nível do mar, devido a sua formação (DELÍBRIAS & LABOREL, 1971). Assim, na região estudada (Figura 22), ocorrem desde a Praia do Saco da Pedra, estendendo-se até a praia do Francês.

Figura 22 - Arenito de praia ao norte da praia do Francês, Marechal Deodoro-AL.



Fonte: Drone Maceió, 2018.

Os bancos arenosos (Figuras 23 e 24) estão localizados na região do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba - CELMM, próximos à desembocadura com o mar. Estando associados à retirada da vegetação ao longo da bacia hidrográfica do CELMM e nos Tabuleiros Costeiros, como também, da influência das correntes flúvio-marinhas através do canal de comunicação do Complexo Estuarino.

A praia arenosa forma um depósito contínuo por toda a extensão do litoral, composto por sedimentos arenosos constituídos de quartzo e fragmentos de conchas, distribuídos pela ação das ondas, marés e correntes locais. Estende-se longitudinalmente por aproximadamente 25 km

sobre a linha de costa, desde a *Inlet* de desembocadura do CELMM (conhecida como boca da Barra), na prainha da Barra Nova, às margens do Estuário, até o Sul, limitando-se com Município de Barra de São Miguel. Em direção perpendicular, estende-se desde o nível de maré baixa até a linha de vegetação permanente ou escarpa de berma.

Figura 23 - Bancos arenosos localizados na *Inlet* da Barra Nova.



Fonte: Lucas Meneses, 2018.

Figura 24 - Bancos arenosos localizados na *Inlet* da Barra Nova.



Fonte: PJM Drone, 2018.

3.3 Aspectos Oceanográficos

3.3.1 Regimes de Marés

A amplitude das marés (a diferença de nível entre a preamar e a baixamar) é um elemento modelador da linha de costa, em função das velocidades de correntes a ela associadas. Estas correntes de marés são significativas no transporte sedimentar costeiro especialmente onde a variação da maré é expressiva (TESSLER E GOYA, 2005).

Outro fator determinante da geomorfologia nas áreas costeiras, são os regimes de maré. Este regime classifica as marés de acordo com a sua altura, podendo ser, segundo Rossetti (2008), micromarés, quando possuem uma amplitude inferior a 2m, que geralmente ocorrem no litoral sul e sudeste; mesomarés, quando essa amplitude se situa entre 2m e 4m, ocorrendo em maior parte no litoral nordestino e as macromarés, que atingem amplitudes maiores que 4m, presentes no litoral norte.

As marés no litoral de Alagoas são monitoradas através de uma única estação maregráfica, da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), órgão vinculado à Marinha do Brasil, realiza o monitoramento na estação maregráfica localizada no Porto de Maceió. As marés, na área em estudo, apresentaram amplitude e período que as enquadram no regime de micro e mesomaré semidiurna. Este tipo de maré caracteriza-se por apresentar duas preamares

e duas baixamares no período de um dia lunar (24 horas e 50 minutos), o que, segundo Araújo *et al.* (2006), ocasiona no litoral de Alagoas a ruptura dos cordões litorâneas no período chuvoso, devido à grande descarga fluvial.

Na região estudada predomina as marés semidiurnas, com amplitudes médias de maré de sizígia de 2,4m e na quadratura da ordem de 0,9m (SANTOS, 2004).

3.3.2 Clima de Ondas

Para Rosseti (2008), a onda é o resultado da ação dos ventos mais a transferência de energia para a superfície da água, que se desloca para cima e para baixo, devido à variação de pressão atmosférica. A compreensão desse regime é de suma importância no entendimento da dinâmica costeira.

Dessa forma, a principal variável indutora dos processos costeiros de curto e de médio prazo é o clima de ondas, responsável pelo transporte nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. É a energia das ondas, a intensidade e a recorrência das tempestades que comandam a dinâmica dos processos de erosão e acúmulo na interface entre continente e oceano (MUEHE, 1998).

Existem poucas referências sobre o registro de ondas disponíveis para a costa litorânea do Estado de Alagoas, em específico, para os Municípios de Maceió e Marechal Deodoro, pode-se citar os trabalhos de Marques (1987), Santos (2004), Coutinho & Maia (2001) e Muehe (2006) no estudo sobre a Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro.

Segundo Marques (1987), as ondas na costa Leste do Estado de Alagoas, na maior parte do ano, são do quadrante SE, porém de dezembro a fevereiro se propagam na direção E-SE com altura média de 1,0m. No inverno, de junho a agosto, elas apresentam uma altura média variando de 1,15 a 0,65m. Durante o verão, a convergência das ortogonais de ondas de 5 a 6,5s sofrem influência do *canyon* de Maceió, direcionando o transporte de sedimentos de NE para SW, e as ortogonais de onda de 8 a 10,5s, de menor ocorrência que as anteriores, mostram uma relação de divergência com o *canyon* de Maceió.

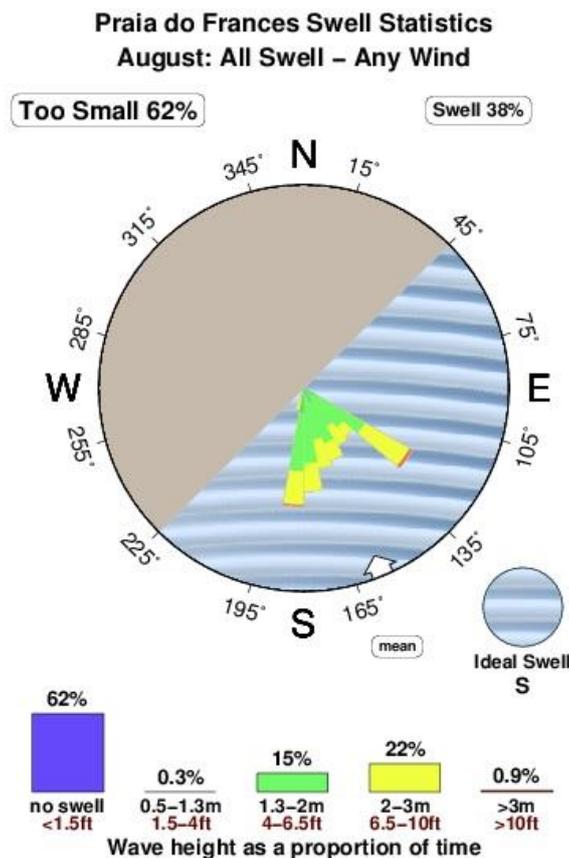
Portanto, a localização geográfica do litoral alagoano está primariamente sujeita à atuação de um regime de ondas de ventos alísios que sopram numa vasta pista oceânica sobre o Atlântico tropical (INNOCENTINI *et al.*, 2005). Denominadas de vagas, este tipo de onda predomina incessante durante todo o ano, variando apenas a sua intensidade de acordo com a

intensidade dos ventos alísios que as acionam, sujeitos à intensidade e posicionamento da ASAS - Alta Pressão Subtropical do Atlântico Sul. (BASTOS; FERREIRA, 2008).

Para o litoral de Maceió, Santos (2004), cita o estudo de registros de ondas realizados pelo *Danish Hydraulic Institut* entre os anos de 1972 e 1973, para a Salgema (atual BRASKEM), na cidade de Maceió, onde se conclui que as ondas mais frequentes são as que chegam normais à praia, com período de 5 a 9 segundos, com menos de 1 metro de altura. Nos meses de janeiro a abril as ondas são características de tempo bom, podendo apresentar condições fora da normalidade nos meses de junho a outubro, alcançando alturas de 2,0 m e período acima de 9 segundos.

A Figura 25 mostra os dados de ondas direcionadas para a praia do Francês durante um mês de agosto normal, com base em 2976 previsões do modelo NWW3 desde 2006 (valores de 3 em 3 horas). O modelo de ondas não prevê surf e vento diretamente no litoral, por isso escolhe-se o nó da rede ideal com base no que se sabe sobre a praia do Francês, localiza-se a 84 km de distância.

Figura 25 - Diagrama com a distribuição dos tamanhos e direção do Swell.



Fonte: Surf Forecast (2019). Disponível em: <http://pt.surf-forecast.com/charts/Praia-do-Frances/surf/statistics/august>

O diagrama descreve a distribuição dos tamanhos e a direção do swell. Cinco cores ilustram o aumento dos tamanhos das ondas. Azul mostra as menores ondas, menos de 0,5 m de altura, estes ocorreram apenas 62% do tempo. Verde e amarelo representam tamanhos crescentes de swell e vermelho ilustra os maiores swells, maiores que 3m. Na ilustração, a área de qualquer cor é proporcional à frequência com que esse tamanho ocorre.

Assim, o diagrama sugere que a direção dominante da ondulação, visualiza-se pelos maiores raios, neste caso de SSE, enquanto que o vento predominante sopra da ESE. Portanto, como a grade do modelo de ondas é em alto-mar, às vezes um vento forte em alto-mar sopra as ondas maiores para longe da Praia do Francês. Durante um agosto típico, ondas suficientemente grandes na Praia do Francês acontecem cerca de 38% do tempo.

3.3.3 Sistemas de Correntes

Correntes costeiras são incidências de ondas na linha de costa. Estas são responsáveis pelo transporte de sedimentos e modelagem do perfil praias. Segundo French (1997), existem dois tipos de correntes originadas por ondas classificadas, como correntes comuns e correntes longitudinais ou paralelas.

Atualmente existem poucos dados por longos períodos de observações, sobre a velocidade das correntes junto à costa de Alagoas. Portanto, baseado em Occhipinti (1983) apud Santos (2004), afirmou que as correntes litorâneas atuantes na costa do Município de Maceió, convergem para costa preferencialmente durante as marés de enchentes e com maior intensidade nas marés de sizígia.

Assim, observa-se que as correntes superficiais são paralelas às praias em 64% do tempo; são divergentes, isto é, afastam-se das mesmas em 31% do tempo e convergem às praias em apenas 5% do tempo. As correntes da camada superior são fortemente influenciadas pelos ventos enquanto que as das camadas inferiores são principalmente governadas pelas marés. O sentido da corrente de deriva na área é perfeitamente de Norte a Sul (SANTOS, 2004).

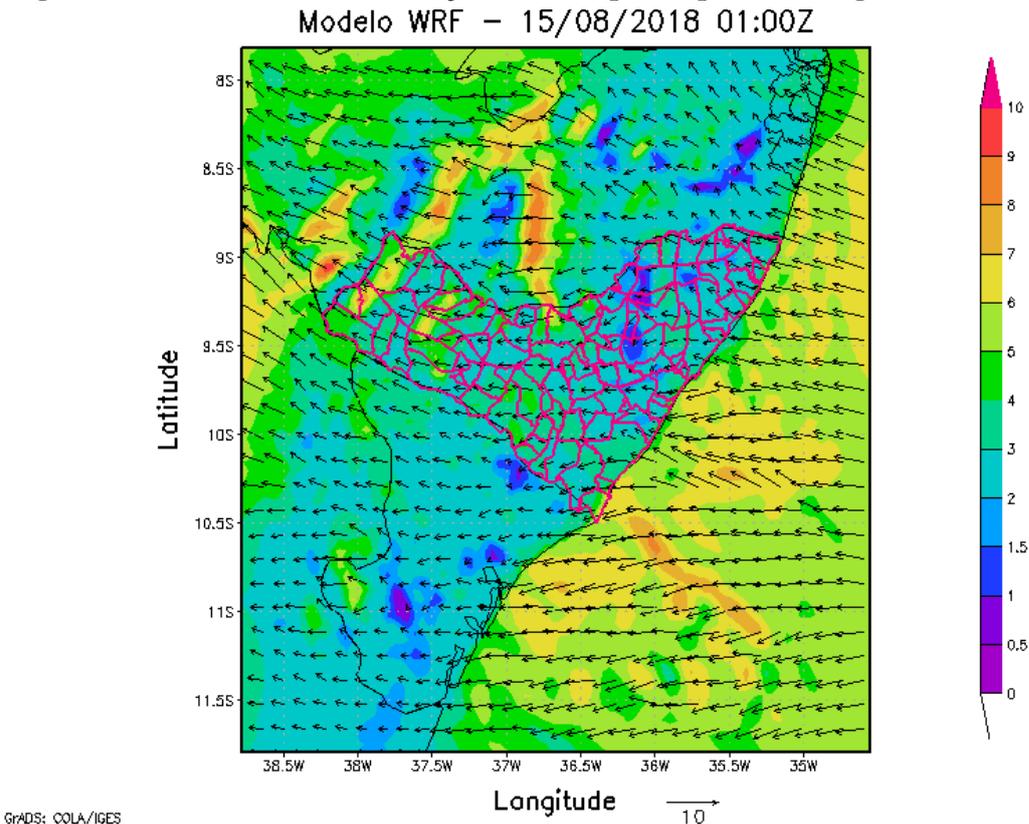
Mingues (1993) afirma que é natural que as correntes de marés exerçam uma substancial influência na modelagem costeira da região, sobretudo quando associadas a períodos de ventos mais intensos e marés de sizígia, sendo esta última, caracterizada por apresentar as maiores preamares e menores baixa-mares, resultantes das forças de atração da Lua e do Sol, porque podem propiciar a geração de ondas com alturas maiores que as convencionais.

3.3.4 Ventos

Os ventos são os maiores modeladores e transportadores da paisagem costeira, através da velocidade e direção. Estas influenciaram diretamente nos processos costeiros, seja na geração de ondas (que por sua vez geram sistemas de circulação ou correntes costeiras), ou como importante agente na dinâmica sedimentar das praias, constituindo-se, assim, no principal responsável pela troca de areias entre as praias e as dunas (FRAZÃO, 2011).

Segundo Molion & Bernardo (2002), a costa leste do Nordeste (ENE), apresenta-se sob o regime dos ventos Alísios, resultante da circulação geral da atmosfera, que sopram 61% do quadrante SE é de 21% NE, durante o ano. Constataram, também que a brisa marítima, durante o dia, está em fase com os Alísios, portanto soma-se a estes, fazendo com que a velocidade do vento atinja facilmente valores superiores a 5 m/s. Já a brisa de terra, que ocorre no período noturno, com velocidades inferiores a 1,0 m/s e direção preferencial do quadrante N, se contrapõem ao campo dos Alísios e suas velocidades se subtraem, fazendo com que, muitas vezes, tenham-se calmarias algumas horas do período noturno (Figura 26).

Figura 26 - Velocidade (m/s) e direção do vento para o período de agosto 2018.

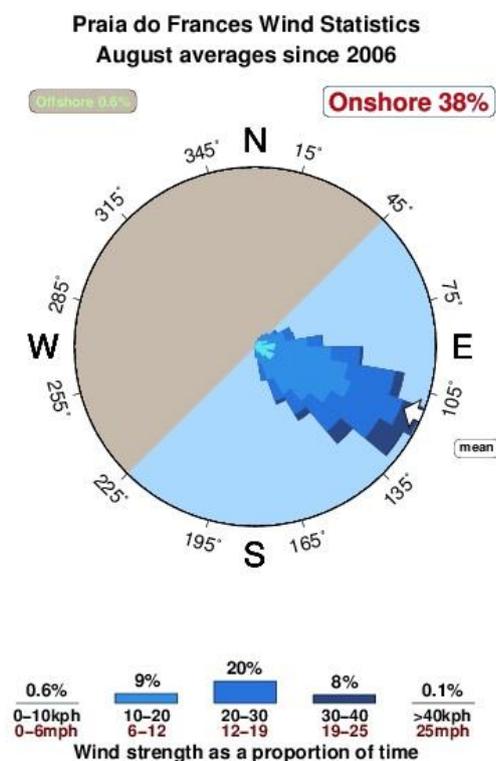


Fonte: Laboratório de Modelagem Atmosférica – ICAT/UFAL, 2018.

Ao tratar da circulação dos ventos na região da área de estudo, Santos (2004) afirma que os ventos incidentes são os de quadrante E, sendo que os predominantes são do setor SE e S no intervalo de abril a agosto e do setor E a NE de setembro a março, sendo, portanto convergentes à costa.

A figura 27 ilustra quão comum e com que força o vento sopra em diferentes direções através de um típico agosto. Os maiores raios apontam para as direções que o vento mais comumente sopra e o tom de azul indica a força, com o azul profundo mostrando os ventos mais fortes. É baseado em 2976 previsões de vento do modelo NWW3 desde 2006, em intervalos de 3 horas, para o nó do modelo NWW3 mais próximo da Praia do Francês, localizado a 84 km de distância.

Figura 27 - Diagrama da velocidade do vento na praia do Francês.



Fonte: Surf Forecast (2019). Disponível em: <http://pt.surf-forecast.com/charts/Praia-do-Frances/wind/statistics/august>

De acordo com o modelo, o vento dominante na Praia do Francês sopra do SSE. Os raios apontam na direção em que o vento sopra. Em agosto, o modelo sugere que os ventos são leves o suficiente para que o mar fique vítreo (azul claro) cerca de 0,6% do tempo (0 dias em agosto) e sopra no mar apenas 0,6% do tempo (0 dias em média Agosto). Em ventos típicos de agosto que excedem 25mph (40,3 km/h) não são esperados, mas há possibilidade de vento 0,1% na faixa (19-25mph) na Praia do Francês.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da dinâmica litorânea será consistido desde o levantamento de dados em campo e em laboratório, a integração destas informações, até a geração de produtos cartográficos representando as feições morfológicas da área em estudo, permitindo assim a compreensão e a avaliação da rapidez com que a dinâmica dos processos costeiros atua na região estudada, além de fornecer subsídios para um planejamento do uso consciente da zona costeira.

Inicialmente, foram coletadas informações pretéritas em fontes primárias, a qual inclui documentos públicos e privados, cartas náuticas, material cartográfico e topográficos, entre outros; e também em fontes secundárias, onde estão inclusas, teses, dissertações, periódicos, livros, jornais que fornecessem informações relacionados ao tema, na sequência, buscou-se dados sobre evolução geológica, reconstituição da linha de costa por fotografias aéreas; dinâmica litorânea (transporte transversal, longitudinal e ondas); processos em praias sob erosão e reabilitação; análises de perfis de praia, análises sedimentológicas, tratamento de dados meteorológicos e aplicação de teorias sistêmicas na compartimentação das unidades geoambientais costeiras, utilizou-se estas informações para construção das bases conceituais dos procedimentos metodológicos desenvolvidos neste trabalho.

4.1 Trabalho de Campo

As atividades realizadas durante os trabalhos de campo, consistiram na execução de levantamentos de dados no próprio local da pesquisa, ou seja, por meio da utilização de técnicas de observação direta intensiva. Desta forma, os dados foram obtidos por meio de observações previamente planejadas e registradas por meio de instrumentos para a coleta de dados ou fenômenos observados.

Para o desenvolvimento da etapa de campo foram realizadas visitas abrangendo as quatro estações do ano na área estudada entre o período de agosto/2018 a abril/2019 para análise ambiental e morfológica do ambiente. A opção dos pontos de monitoramento foi concretizada de acordo com a observação visual ao longo da faixa de praia. Tal ressalva tinha objetivo principal localizar pontos de maior dinâmica e diferenças morfológicas e de atividades humanas.

Utilizamos também a Tábua de Marés da DNH referente ao Porto de Maceió para observação da evolução de cada ponto de monitoramento. Esses dados foram registrados em uma ficha catalográfica apropriada, bem como o horário do início e do término do

levantamento. Fizeram necessários os horários, para correção da altura da maré em relação ao perfil topográfico (Tabela 08).

Tabela 08 - Tábua de maré nos dias de realização dos trabalhos de campo.

Data	Estação	Hora	Altura	Fase da Lua
15 de Agosto 2018	Inverno	06:24	2.1	 Nova
		12:49	0.2	
25 de Outubro 2018	Primavera	09:51	0.2	 Nova
		15:58	2.1	
05 de Fevereiro 2019	Verão	10:11	0.3	 Nova
		16:13	2.1	
05 de Abril 2019	Outono	09:56	0.2	 Nova
		15:58	2.1	

Fonte: Marinha do Brasil, organizado pela autora.

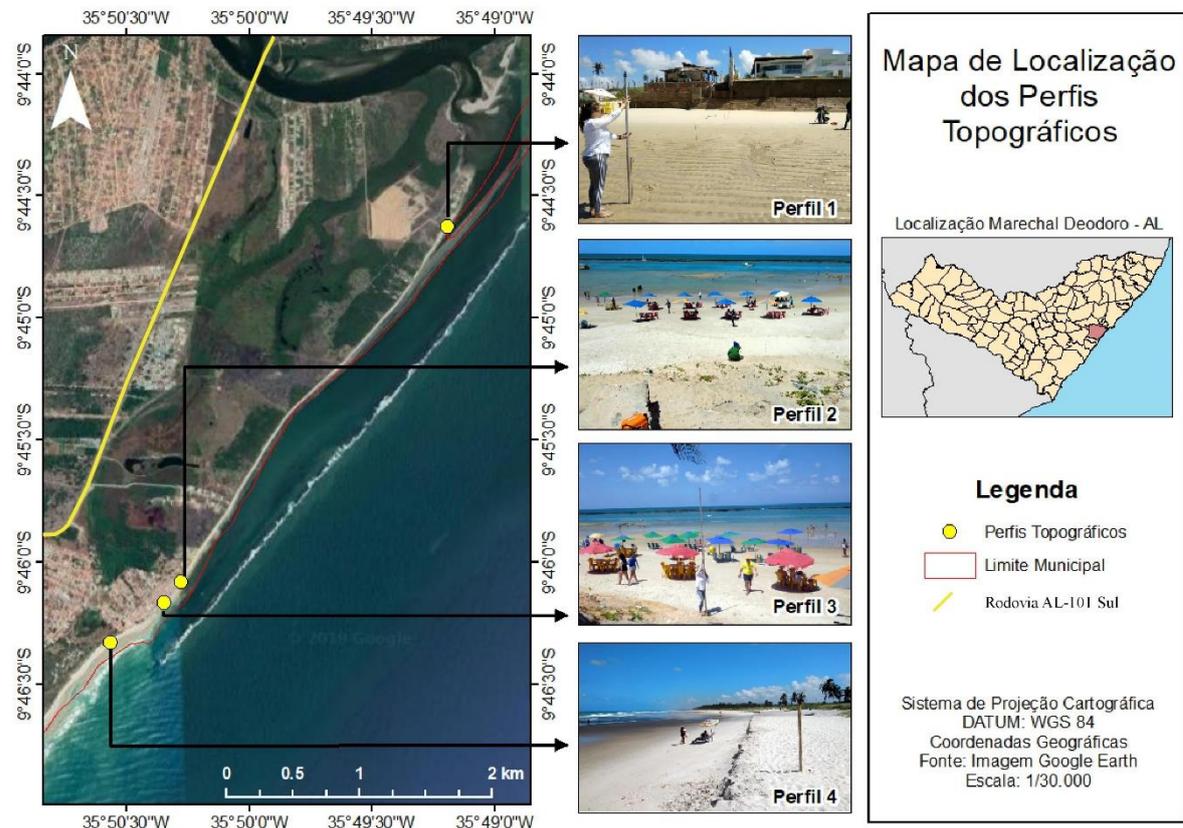
4.1.1 Levantamentos Morfodinâmicos

Os pontos de monitoramentos e coleta de sedimentos, escolhidos foram a Praia do Saco da Pedra (P1), ao norte e seguindo-se no centro da Praia do Francês (P2 e P3), e terminando no Leprosário (P4) sentido sul. Os quais apresentam características distintas e cada perfil é o resultado das forças que tem atuado na sua forma, durante o passado e presente, contendo assim, uma gama de informações.

A Praia do Saco da Pedra apresenta uma extensão de cerca de 4 km, sendo limitada ao Sul pela praia do Francês e ao Norte pela *Inlet* da desembocadura do CELMM (conhecida como boca da Barra). Vale salientar, que o perfil 1 fica localizado na APA de Santa Rita e no entorno da estação ecológica do Saco da Pedra. A Praia do Francês (P2, P3, P4) apresenta uma extensão de aproximadamente 7 km, de modo que é considerada uma das mais visitadas do estado de Alagoas, sendo limitada ao sul pela Praia da Barra de São Miguel e ao Norte pela Praia do Saco da Pedra. A Figura 28 exhibe a localização dos perfis.

Com a base cartográfica montada, considerou-se para realização dos perfis praias 4 (quatro) pontos, perpendiculares à linha de costa. As etapas de campo foram realizadas sempre durante as marés de sizígia, na baixa mar, em cada um dos perfis, com o propósito de realizar um monitoramento nas referidas praias com uma mensura maior de extensão da faixa de praia, seguindo a metodologia de Emery (1961).

Figura 28 - Mapa da localização dos perfis morfodinâmicos em campo.

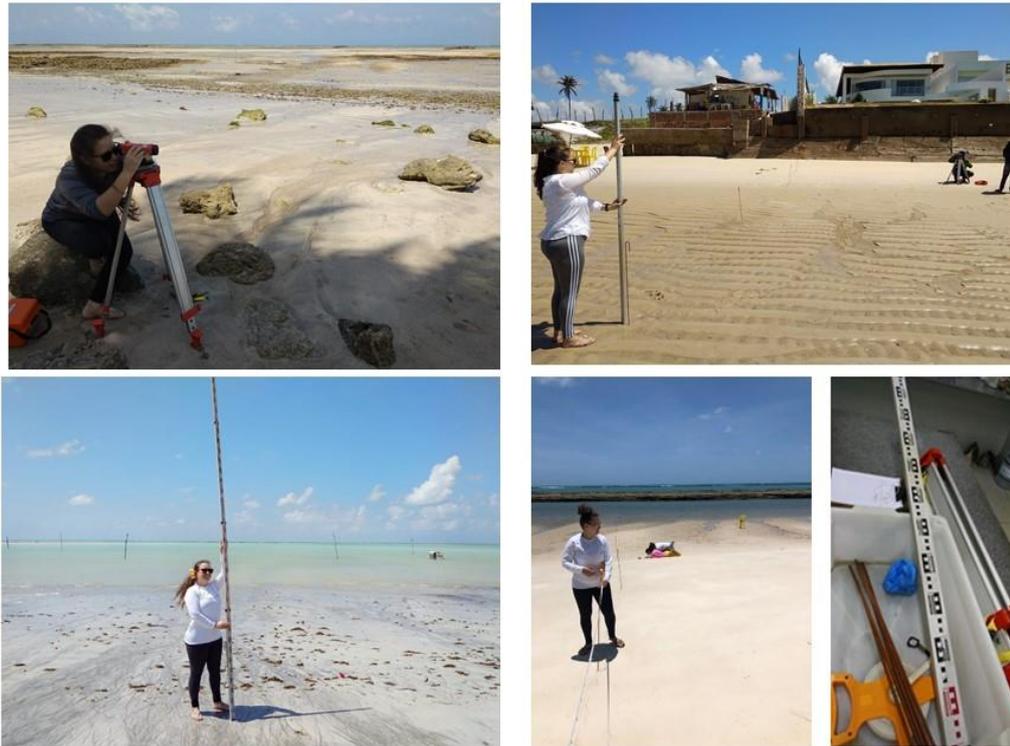


Fonte: Autoral.

Para a execução dos mesmos foram utilizados aparelhos como: Nível topográfico, Tripé Al-Top, mira topográfica, GPS, trena e bússola (Figura 29). Cada perfil teve seu nível de referência (RN), fixados em locais protegidos da ação das ondas, como próximos à postes, muros e calçadas, todos localizados na região da pós-praia e altitude absoluta, referida ao zero hidrográfico, determinada através do programa “Per-Mare”.

As cotas, nos perfis, foram determinadas por visadas horizontais, efetuadas com mira vertical (Figura 30), cada ponto da área é medida através das leituras obtendo na diferença do nível, enquanto as distâncias dos pontos de visada são medidas através da trena. Os pontos dos perfis vão desde a zona da pós-praia até a zona da antepraia. Estas referências foram utilizadas como pontos de partida para o desenvolvimento dos perfis topográficos. Assim geraram dados que identificam os processos morfodinâmicos e hidrodinâmicos e da evolução dos aspectos sedimentológicos da área.

Figura 29 - Registro fotográfico do monitoramento topográfico.



Fonte: Autoral.

Figura 30 - Caracterização das atividades realizadas em campos.



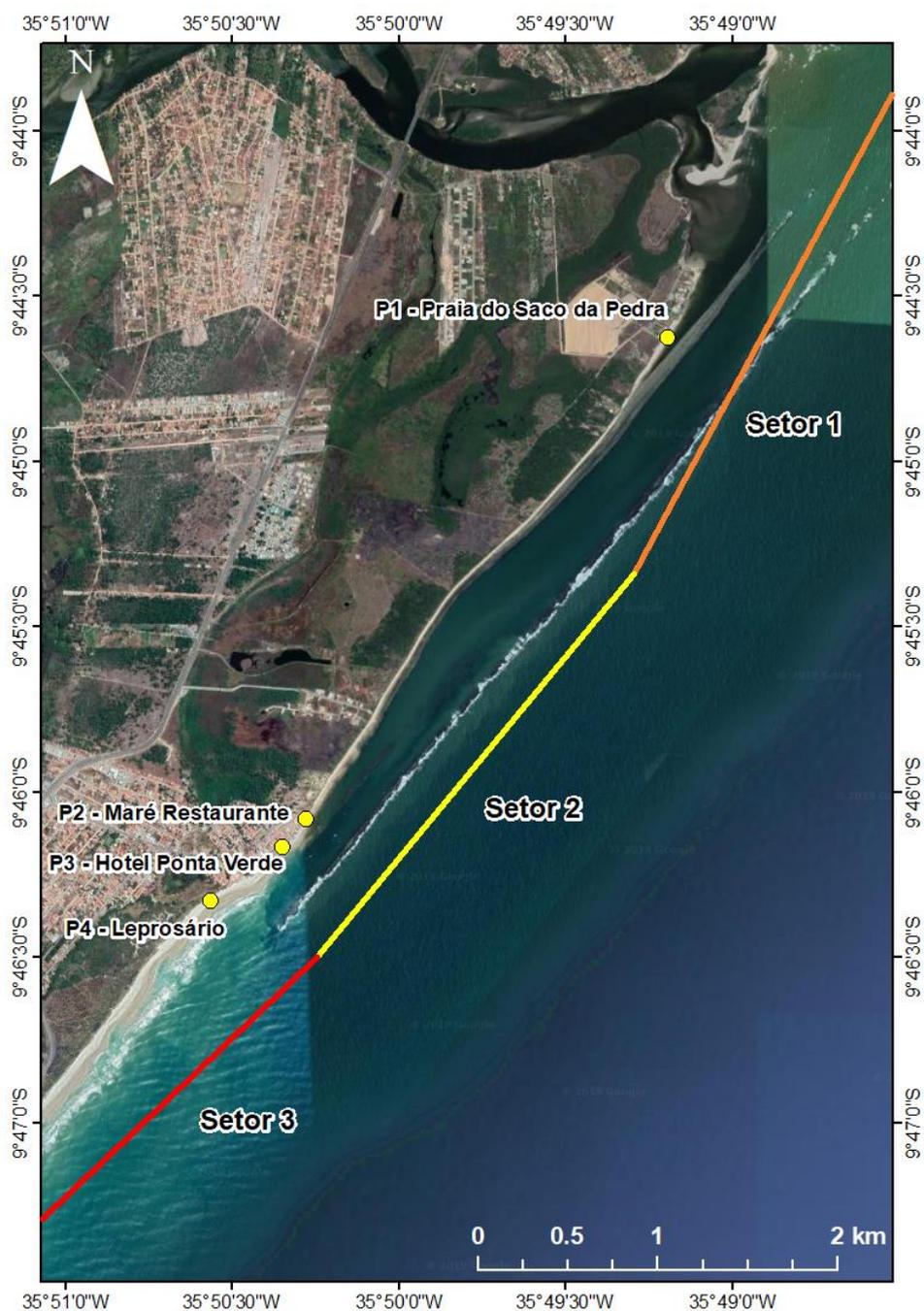
Fonte: Moura e Moraes, (2012).

Para este trabalho, distribuiu-se os perfis na área de acordo com as características morfodinâmicas, presença ou ausência de estruturas naturais. O primeiro setor apresenta um perfil localizado na praia do Saco da Pedra, o segundo setor são dois perfis localizados na praia

do Francês e o setor três está em mar aberto onde ocorrem campeonato de surf na praia do Francês, conhecido como região do Leprosário (Figura 31).

Os perfis de praia foram realizados a cada estação do ano, para a análise sistemática da topografia praiar, possibilitando quantificar o volume transversal de sedimentos transportados, determinando assim se ocorreu erosão ou deposição e o estado morfodinâmicos, a fim de compreender a dinâmica da praia.

Figura 31 – Mapa de localização dos perfis e setores.



Fonte: Google Earth, elaborada pela autora.

4.1.1.1 Estado Morfodinâmico Praial

Para a determinação do estado morfodinâmico praiial nas regiões dos perfis, foram observadas feições ambientais de relevância qualitativa, relacionadas ao ambiente praiial, levando em consideração o modelo de classificação proposto por Wright & Short (1984) para praias arenosas dominadas por ondas, e Short (2006) para praias bordejadas por plataformas rochosas ou recifais. Estes modelos, afirmam que dependendo das condições ambientais, dos sedimentos e das ondas, as praias e zonas de surfe associadas podem ser enquadradas nos estágios dissipativo, intermediário e refletivo.

O modelo proposto por Wright & Short (1984) para classificação morfodinâmicas das praias dominadas por ondas, compreende seis estágios, desde o dissipativo, seguido por quatro estágios intermediários, até o refletivo. Segundo Mallmann *et al.* (2014), esta transição pode se dar de maneira abrupta, sem a necessidade de passar por todos os estágios intermediários.

Adicionalmente, em função da possibilidade de aprimorar a identificação *in-loco* das feições morfodinâmicas do litoral da área de estudo, esta pesquisa levou em consideração as metodologias e resultados obtidos nos trabalhos de Silveira *et al.* (2011) e Mallmann *et al.* (2014) (Tabela 09), que utilizaram e adaptaram a classificação proposta por Wright & Short (1984), para realizar a interpretação semântica de imagens, de maneira a identificar e caracterizar os estados morfodinâmicos de regiões praiiais.

Silveira *et al.* (2011) e Mallmann *et al.* (2014) destacam ainda, que a metodologia empregada, apresenta determinadas limitações, visto que a interpretação de imagens de satélite é diretamente influenciada pela resolução e qualidade das imagens, pela cobertura de nuvens, luminosidade, transparência da água e pelas condições de ondas no momento da captura da imagem.

Tabela 09 - Indicadores utilizados para a classificação morfodinâmica de praias dominadas por ondas.

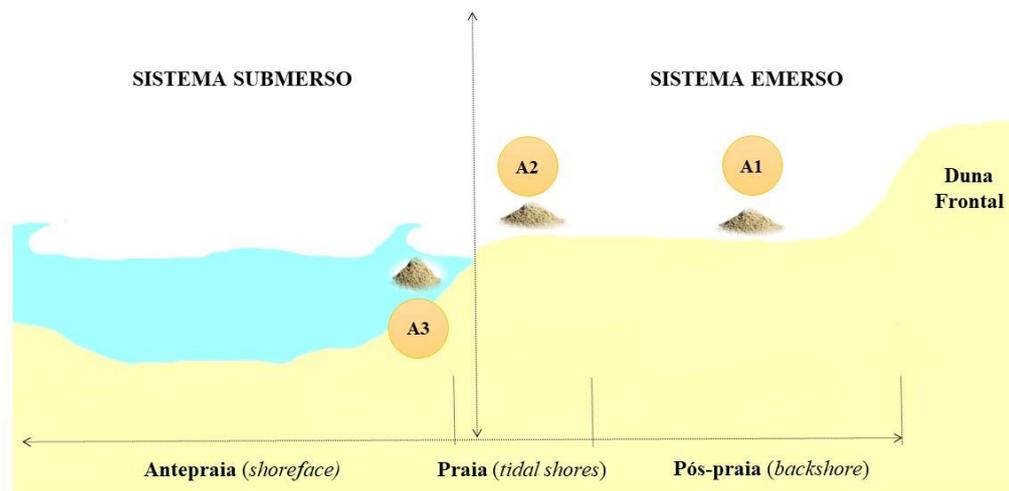
Estados Morfodinâmicos	Feições Indicadoras	Observações
DISSIPATIVO	Bancos Múltiplos	Espuma deixada pela quebra das ondas, a qual aparece em branco nas imagens pela maior reflexão da energia luminosa.
	Zonas de surfe extensa	Largura se zona de surfe superior a 100m.
	Zona de espraçamento extensa	Largura superior a 10m, indicando baixa declividade de praia.
	Declividade do pós-praia	Baixa declividade indica alto grau de dissipação de energia na zona de surfe.
INTERMEDIÁRIO	Banco Longitudinal, Rítmico ou Transversa	Padrão longitudinal da espuma deixada pela quebra das ondas; Pontos de quebra (espuma) intervalados com zona sem quebras são indícios da presença de bancos rítmicos ou transversais, enquanto padrões de quebra de ondas contínuo ao longo da costa são indicativos de bancos longitudinais.
	Cúspide e/ou Mega Cúspide	Feições rítmicas na linha de costa de pequena (100m) escalas, respectivamente.
	Corrente de Retorno	Observada pela tonalidade da água próximo à zona de arrebatamento. Devido à sua alta capacidade de transporte, sua presença é associada à tonalidade similar à dos sedimentos da praia, indicando a presença de sedimentos em suspensão.
	Zona de Espraçamento Curta	Largura entre 5 e 10m, indicando declividade moderada.
REFLETIVO	Quebra das ondas na base da zona de espraçamento	Como esse tipo de praia não apresenta bancos, a quebra de ondas só ocorre nas proximidades da zona de espraçamento, que é estreita devido à alta declividade da face praial.
	Cúspide	Feição rítmica na linha de costa com pequena escala (<100m)

Fonte: Silveira *et al.* (2011), adaptado pela autora.

4.1.2 Coleta de Sedimentos

Em cada campanha de monitoramento, foram realizadas coletas de amostras superficiais de sedimentos, com cerca de 300g cada. Com objetivo de avaliar o comportamento granulométrico das praias de Saco da Pedra e Francês de forma transversal e longitudinal, as amostras foram coletadas em três setores morfológicos de cada perfil, da seguinte forma: uma amostra no pós-praia, quando existia, na praia e na antepraia, conforme Figura 32.

Figura 32 - Pontos de coleta de amostras superficiais de sedimentos. A1 = amostra 1 (pós-praia); A2 = amostra 2 (praia); A3 = amostra 3 (antepraia).



Fonte: Autoral.

As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos (Figura 33), devidamente identificados em uma ficha modelo do próprio laboratório de pesquisa, lacradas para serem analisadas em laboratório. Portanto, no total, foram coletadas em média 3 amostras por campanha, durante 4 meses, totalizando 44 amostras superficiais de sedimentos.

Figura 33 - Registro fotográfico da coleta dos sedimentos.



Fonte: Autoral.

4.2 Etapa de Laboratório

4.2.1 Análise Granulométrica

Segundo Dias (2004), a análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras e no tratamento estatístico dessa informação. Albino (2001) afirma ainda, que esta análise é de fundamental importância para o conhecimento do processo de sedimentação atuante em diferentes ambientes, podendo-se assim, aferir sobre a direção predominante do transporte litorâneo, bem como sobre a hidrodinâmica de seu local de deposição.

Assim, para efetuar a descrição adequada de um sedimento, torna-se necessário proceder a uma análise pormenorizada, utilizando classes granulométricas com pequena amplitude. Quanto menor for a amplitude das classes, melhor é a descrição da variabilidade dimensional das partículas que constituem o sedimento (DIAS, 2004).

A análise sedimentológica fornece subsídio para a comparação entre as características texturais dos sedimentos e os vários ambientes que compõem a dinâmica deposicional.

Sendo assim, para a determinação do tamanho dos sedimentos e seus parâmetros estatísticos, adotou-se nesta pesquisa o método de análise granulométrica adotado por Russel & Taylor (1937); Folk & Ward (1957); Carver (1971) e Suguio (1973).

Após serem coletadas, as amostras foram levadas para o Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais no setor de Oceanografia Geológica - LABMAR da Universidade Federal de Alagoas, passaram por dois processos: o peneiramento úmido e o peneiramento seco. O primeiro visa separar as frações de cascalho, areia e finos (silte e argila), permitindo uma classificação inicial dos sedimentos. O segundo tem o objetivo de classificar a fração de areia em fina, média ou grossa com o auxílio do software *SysGran* 3.0 (CAMARGO, 2006). A classificação das amostras, segundo sua granulometria, é feita de acordo com a ABNT NBR 6502/95 e descrita na metodologia de Suguio (1973) para análise granulométrica.

Cascalho – Parcela que fica retida na peneira de 2mm, constituída por grãos de quartzo e fragmentos de conchas.

Areia – Parcela que fica entre as peneiras de 0,062mm e 2mm. A areia pode ser ainda classificada em fina, média ou grossa.

- i. Areia fina - Areia com grãos de diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 0,2 mm;
- ii. Areia média - Areia com grãos de diâmetros compreendidos entre 0,20 mm e 0,60 mm;

iii. Areia grossa - Areia com grãos de diâmetros compreendidos entre 0,60 mm e 2,0 mm.

Finos – Parcela que passa pela peneira de 0,062mm. É composta por silte e argila. Neste trabalho, silte e argila não foram separados, apenas quantificados como fração fina.

Em laboratório, as amostras coletadas eram colocadas separadamente em recipientes de porcelana para serem levadas à estufa para total secagem do material. Quando secas, 100g de cada amostra eram recolhidos para início do peneiramento úmido. Esses 100g são diluídos em água e levados às peneiras de 0,062mm e 2mm para separar as frações de cascalho, areias e finos.

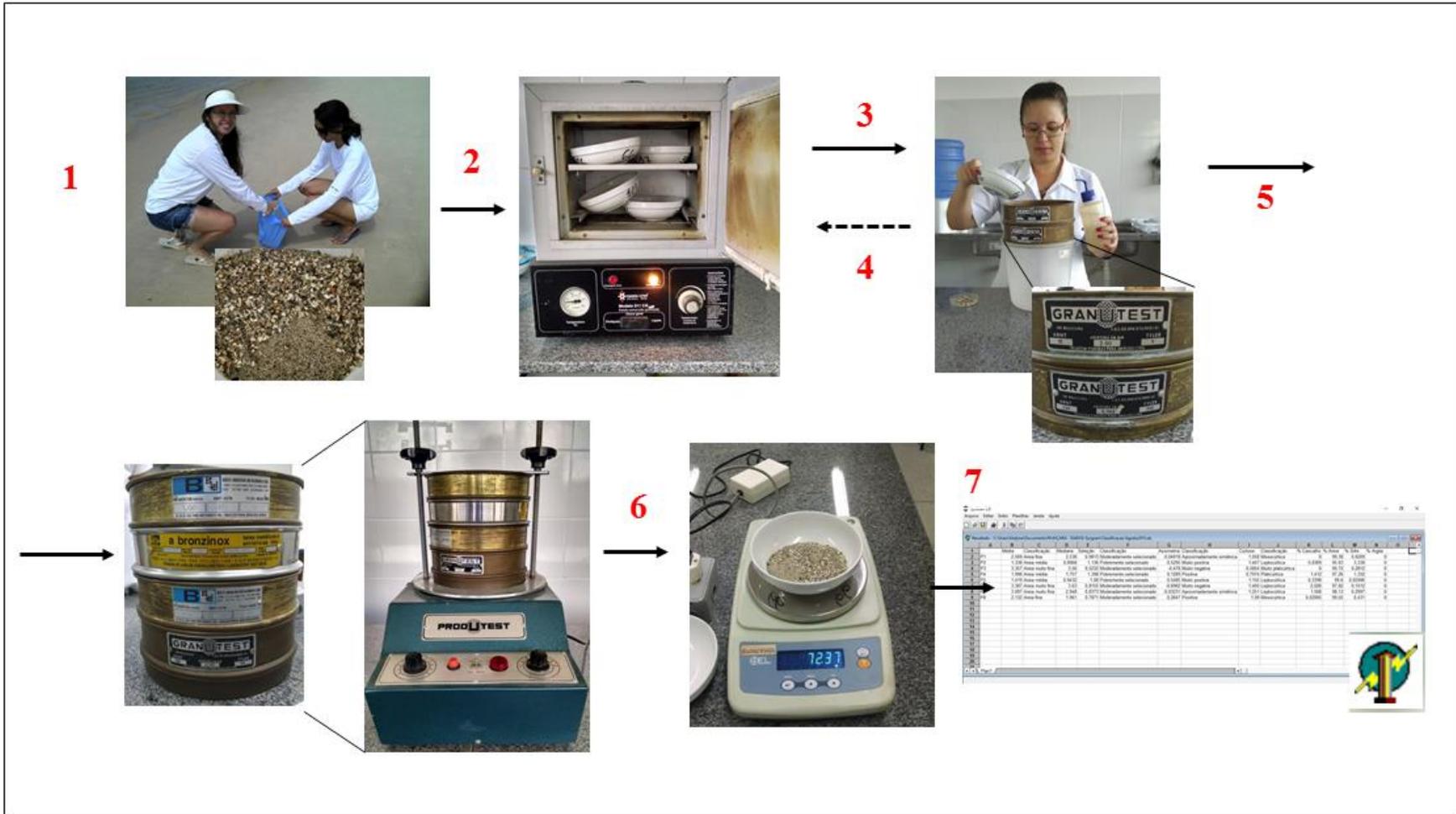
E de acordo com Muehe (2002), as amostras de sedimentos contêm um teor de sal que as tornam higroscópicas, ou seja, possuem em suas pequenas cavidades e/ou ao seu redor uma camada de partículas de sais que altera o peso da amostra e o formato do grão, não permitindo o bom desenvolvimento das análises, por isso o peneiramento úmido. As partes que ficaram retidas nas peneiras de 0,062mm e 2mm são levadas novamente para a estufa para que sequem completamente e se faça o peneiramento seco e a pesagem da fração de cascalho.

O peneiramento seco tem por objetivo separar as frações de areias. Somente o material que ficou retido na peneira de 0,062mm é utilizado nesta etapa. Para isso, é utilizada uma série de peneiras (1mm; 0,500mm; 0,250mm e 0,125mm) e um fundo que são colocados em um agitador mecânico por dez minutos – é o peneiramento seco em rot-up. Terminados os dez minutos, as parcelas de areia que ficaram retidas em cada peneira e a que passou para o fundo são pesadas e os valores são registrados em tabela. Esses valores são utilizados no software SysGran 3.0, que calcula parâmetros estatísticos - classificação granulométrica da amostra (Figura 34).

Segundo Costa & Mil-Homens (2010), os parâmetros estatísticos das distribuições granulométricas constituem a base para a classificação de ambientes sedimentares. Apesar de não existir consenso na comunidade científica, vários investigadores propuseram diferentes critérios para distinguir diferentes ambientes de deposição, tendo por base as distribuições granulométricas, e assumindo que cada ambiente pode ser tipificado por uma gama característica de condições de energia.

Então, no início da década de 1980, concluiu-se que o uso de três parâmetros – diâmetro médio, grau de seleção e assimetria – produziriam melhores resultados. Além disso, viu-se que curtose também poderia ser um bom parâmetro utilizado para correlacionar com a energia do ambiente. Sendo assim, a interpretação das amostras em classes granulométricas foi efetuada através dos parâmetros estatísticos definidos por Folk & Ward (1957).

Figura 34: Esquema da análise granulométrica dos sedimentos.



Fonte: Autoral.

a) Diâmetro Médio

O diâmetro médio consiste no tamanho médio dos grãos da amostra. É um parâmetro que fornece uma primeira indicação global das energias envolvidas nos processos deposicionais (PONÇANO, 1976). É importante na correlação com o sentido de transporte ao longo da corrente (fluvial ou das marés), na velocidade da corrente e fonte do material (SANTOS, 1998). Essencialmente, com a energia transmitida ao sedimento pelo meio de transporte.

Do ponto de vista sedimentológicos a granulação média de um sedimento é de interesse porque indica a ordem de magnitude dos tamanhos das partículas. Curvas de valores de granulometrias médias em função da distância podem mostrar as leis que regem essas relações (SUGUIO, 1973).

b) Grau de Seleção ou Desvio Padrão

Esse parâmetro corresponde ao grau de dispersão ou espalhamento de dados em torno de uma tendência central, determinando o grau de seleção dos sedimentos (SANTOS, 1998), que significa a tendência de os grãos se distribuírem em torno do valor da média (SUGUIO, 1973). Sedimentos bem selecionados apresentam baixa variação entre o tamanho de seus grãos, apresentando só uma classe granulométrica. Já sedimentos mal selecionados mostram uma ou mais classes granulométricas. Esse parâmetro demonstra a capacidade que diferentes agentes ambientais têm de selecionar um determinado sedimento.

Sedimentos praias, segundo Martins (2003), tendem a ser moderadamente a bem selecionados, devido à ação seletiva das ondas, enquanto sedimentos fluviais são pobremente a moderadamente selecionados. A ausência de sedimentos mal selecionados em praias com desembocaduras fluviais pode ser justificada, segundo Folk (1974), pelo eficiente trabalho de selecionamento do movimento das ondas, impedindo a formação de subpopulações de sedimentos.

Sedimentos transportados pelo vento tendem a ser muito bem selecionados, pois o vento é agente de transporte mais seletivo do que correntes marinhas, selecionando gradativamente grãos mais finos, mais sensíveis ao transporte, e deixando para trás grãos mais grossos (MARTINS, 1967).

Correntes com energia relativamente constante, seja alta ou baixa, vão resultar em melhor selecionamento dos grãos do que correntes que flutuam rapidamente de quase estáticas para violentas. Também, correntes muito fracas ou muito fortes não selecionam bem os sedimentos. Portanto, para melhor selecionamento, correntes devem possuir força intermediária e constante (FOLK, 1974).

Folk & Ward (1957) sugerem escalas qualitativas para descrição do grau de seleção descritas na Tabela 10:

Tabela 10 - Limites de classificação do grau de seleção.

<i>Desvio Padrão (σ)</i>	Grau de Seleção
$\sigma < 0,35$	Muito bem selecionado
$0,35 \text{ a } 0,50$	Bem selecionado
$0,50 \text{ a } 1,00$	Moderadamente selecionado
$1,00 \text{ a } 2,00$	Pobrementemente selecionado
$2,00 \text{ a } 4,00$	Muito pobrementemente selecionado
$\sigma > 4,00$	Extremamente mal selecionado

Fonte: Folk & Ward (1957), adaptado pela autora.

c) Assimetria

Assimetria é o grau de desvio de uma curva no sentido horizontal, podendo esse desvio ser positivo ou negativo (ANDRIOTTI, 2003). Ela indica as medidas da tendência dos dados da distribuição granulométrica, que se dispersam para os lados da média da distribuição podendo ocorrer à direita (representando sedimentos mais grossos) ou à esquerda (representando sedimentos mais finos) da média (SANTOS, 1998).

Valores negativos de assimetria são relacionados a um ambiente de intensa hidrodinâmica (correntes de maré), enquanto que os valores positivos são mais característicos de locais com baixa hidrodinâmica. Sedimentos aproximadamente simétricos indicam pontos de alternância de energia, sendo ora mais baixa, ora mais alta (SANTOS, 1998).

Esse parâmetro tem sido utilizado na identificação de ambientes em que predomina a deposição e remoção seletiva, o que tem relação com o nível energético atuante. Duane (1964) chegou à conclusão que areias depositadas em praias que não têm interferência de outros agentes além de ondas e correntes costeiras, têm, em sua maioria, assimetria negativa, visto que

os sedimentos mais finos são dificilmente depositados nesses locais devido aos movimentos de fluxo (*wash*) e refluxo (*backwash*) das ondas.

As escalas qualitativas para descrição do grau de assimetria são descritas, segundo Folk & Ward (1957), na Tabela 11.

Tabela 11 - Limites de classificação da assimetria.

<i>Assimetria</i>	Grau de Tendência Assimétrica
-1,00 a -0,30	Assimetria muito negativa
-0,30 a -0,10	Assimetria negativa
-0,10 a +0,10	Aproximadamente simétrica
+0,10 a +0,30	Assimetria positiva
+0,30 a +1,00	Assimetria muito positiva

Fonte: Folk & Ward (1957), adaptado pela autora.

d) Curtose

A curtose indica o grau de achatamento de uma curva em relação à curva representativa de uma distribuição normal (ANDRIOTTI, 2003). A curva pode ser classificada como platicúrtica (achatada), mesocúrtica (normal) ou leptocúrtica (alongada) (ANDRADE, 2013). Essas curvas estão diretamente relacionadas às condições de movimento no ambiente sedimentar, refletindo a dinâmica envolvida no processo de sedimentação (PONÇANO, 1976).

As amostras que apresentam curvas leptocúrtica e muito leptocúrtica são indicativas de ambiente de maior movimentação. Enquanto que as curvas platicúrtica e muito platicúrtica indicam uma baixa movimentação. A curva mesocúrtica delimita áreas intermediárias de maior ou menor movimentação (SANTOS, 1998). Os valores de curtose muito baixos ou muito altos podem indicar que o sedimento transportado não perdeu as características originais de sua área fonte (FOLK, 1957).

Quando platicúrtica, a curtose indica tendências deposicionais, sugerindo mistura de populações diferentes de sedimentos. Quando leptocúrtica, há tendência de transporte, indicando remoção de alguma fração por meio de correntes de fundo ou outros forçantes deposicionais (PONÇANO, 1976 apud BULHÕES *et al.* 2011). Sedimentos praias, geralmente, possuem curvas leptocúrticas, enquanto que sedimentos eólicos, curvas mesocúrticas (MARTINS, 1965 apud ANDRADE, 2013).

As classificações dos valores da curtose estão dispostas na Tabela 12, segundo Folk & Ward (1957).

Tabela 12 - Limites de classificação de curtose.

<i>Curtose (K)</i>	Grau de tendência assimétrica
$K < 0,67$	Muito platicúrtica
$0,67 \text{ a } 0,90$	Platicúrtica
$0,90 \text{ a } 1,11$	Mesocúrtica
$1,11 \text{ a } 1,50$	Leptocúrtica
$1,50 \text{ a } 3,00$	Muito leptocúrtica
$K > 3,00$	Extremamente leptocúrtica

Fonte: Folk & Ward (1957), adaptado pela autora.

4.2.2 Volume Sedimentar

Para Woodroffe (2002) o estudo do movimento dos sedimentos é o que auxilia no principal controle sobre a morfodinâmica costeira, sendo este analisado a partir das feições encontradas no local e dos processos sedimentares envolvidos com a erosão, o transporte, a deposição deste material. Neste contexto, o presente trabalho visa analisar o balanço e o volume sedimentar, identificando as mudanças ocorridas na morfologia das praias do Saco da Pedra e Francês.

O objetivo de um balanço sedimentar é permitir a estimativa de taxas volumétricas (erosão e/ou deposição) e assinalar os processos mais significativos encontrados no litoral. Para avaliar o volume sedimentar da área plotam-se os dados dos perfis morfológicos no programa *Golden Software Surfer 13*, onde são calculados os valores do volume sedimentológicos da grade amostral, e assim analisar a ocorrência de erosão ou progradação na área monitorada.

O cálculo do volume remanejado foi determinado estabelecendo-se para todos os grupos de perfis a comparação entre dois perfis consecutivos, obtendo-se os valores expressos em m³/m.

4.2.3 Vulnerabilidade das praias à erosão

Para a determinação do grau de vulnerabilidade à erosão, de acordo com a classificação de Dal Cin & Simeoni (1994), foi estabelecido em função das interações humanas e as características naturais da praia conforme a seguir:

- a. No ambiente praias foi considerado a presença ou ausência da região da pós-praia;
- b. Estruturas de proteção natural (presença ou ausência de estruturas rígidas, como por exemplo, os *beachrocks* ou rochas praias);
- c. Desenvolvimento urbano (grau de ocupação);
- d. Estruturas artificiais de proteção (presença ou ausência e posicionamento).

Para cada um dos parâmetros considerados foram atribuídos classes e pesos. Os pesos aumentam de acordo com o impacto negativo da ausência ou presença dos elementos propostos.

As informações utilizadas neste trabalho foram obtidas através de fotografias, mapas e durante caminhamentos realizados nos meses de agosto e outubro de 2018 e fevereiro e abril de 2019, correspondentes respectivamente às estações do ano. Também foram coletadas amostras superficiais de sedimentos na face de praia e medidas as inclinações de modo a se determinar o grau de vulnerabilidade das praias.

A avaliação da vulnerabilidade é de suma importância para identificar as prioridades de ocupação na área costeira. Para o estudo desse parâmetro foi adaptado o modelo de classificação de Dal Cin & Simeoni (1994), tendo sido atribuídos três índices de vulnerabilidade.

Alta – ausência de pós-praia, o estirâncio ou praia é reduzido e há presença de estrutura de proteção.

Média – ocorre frágil estabilidade ou ligeira tendência a instabilidade.

Baixa – onde há tendência a propagação de estirâncio ou pós-praia, o perfil é bem desenvolvido e há ausência de obras de contenção.

Para melhor visualização dos parâmetros estudados, foram estabelecidas cinco bandas (adaptado de Esteves & Finlk, 1998), ressaltando na banda 1 a sedimentologia da praia, na banda 2 a dinâmica costeira, na banda 3 a inclinação da praia e na banda 4 a vulnerabilidade. A seguir são apresentadas, de forma sucinta, a descrição das bandas.

Banda 1 – Sedimentologia

Os sedimentos foram analisados segundo a metodologia de Suguio (1973), passando pelo peneiramento úmido e seco, no Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais no setor

de Oceanografia Geológica - LABMAR da Universidade Federal de Alagoas. Os parâmetros estatísticos dos sedimentos estudados foram analisados e definidos segundo o Software *SysGran 3.0* desenvolvido por Camargo (2006), e classificados segundo Folk & Ward (1957). Os resultados obtidos foram convertidos em informações estatísticas descritivas com programas específicos, além da classificação em muito grossa, média, fina e muito fina.

Foram coletadas amostras da praia em quatro pontos distintos, para análise granulométrica dos sedimentos que o compõe, sendo o primeiro Ponto (P1) situado na praia do Saco da Pedra, ponto (P2) no Maré Restaurante, ponto (P2) no Hotel Ponta Verde e o P4 no Leprosário, sendo os três últimos na praia do Francês.

Banda 2 – Dinâmica costeira

É a corrente que passa paralela à linha de costa, e pode transportar ou depositar sedimentos, sendo condicionada pelos ventos e marés. A resposta morfo-sedimentar de uma praia é um importante parâmetro para identificação dos aspectos dinâmicos atuantes (HENRIQUE, 2016).

As mudanças de textura e volume de areia são respostas às constantes mudanças impostas por ação das forçantes oceanográficas (e.g.: onda, maré, corrente e vento). Assim, o método de controle das variáveis físicas adotados neste estudo permite acompanhar os processos e as respostas morfológicas dos trechos costeiros monitorados ao longo das praias do Saco da Pedra e Francês.

Banda 3 – Inclinação da Praia

A composição granulométrica, geralmente, tem correlação com a inclinação do perfil praiar. O tamanho e a constituição do grão que formam as praias exercem um papel importante no comportamento e na declividade das praias. Grãos unimodais mais finos tendem a gerar um perfil com pendente mais suave, enquanto grãos progressivamente mais grossos geram perfis gradualmente mais íngremes (PORTO, 2016).

Utilizou-se do instrumento clinômetro para estabelecer as declividades da face praiar, realizado sempre em paralelo as coletas dos sedimentos e perfil morfodinâmicos.

Banda 4 – Vulnerabilidade

A avaliação da vulnerabilidade é de suma importância para identificar as prioridades de ocupação na área costeira. Para o estudo desse parâmetro foi adaptado o modelo de classificação de Dal Cin & Simeone (1994), tendo sido atribuídos três índices de vulnerabilidade, descrito anteriormente.

4.2.4 Zoneamento Geoambiental

As atividades em campo foram realizadas *in situ* no município de Marechal Deodoro e consistiram no levantamento de informações por meio de análise direta e intensiva, previamente planejadas e registradas por meio de instrumentos para coleta e registro de dados.

Com a base cartográfica montada, esta etapa da metodologia iniciou-se em um caminhamento pela área de estudo buscando levantar possíveis pontos de impactos ambientais e pontos potencialmente poluidores que possam caracterizar o zoneamento geoambiental devido ao processo de urbanização da planície costeira e parte dos tabuleiros costeiros.

A partir da elaboração do mapa base e dos dados coletados no levantamento de campo o mapa de zoneamento geoambiental foi elaborado, dando-se ênfase o setor que abrange a linha de costa e até a AL-101 Sul. Durante os levantamentos foram verificadas as feições litorâneas tais como: recifes de corais e arenitos, desembocaduras dos corpos d'água, agentes antrópicos potencialmente poluidores, processos erosivos, muros de contenção e outros.

Para auxiliar a construção do mapa a área de estudo foi dividida em unidades geoambientais, de acordo com cada ambiente. Para cada unidade geoambiental foram analisadas as características geológicas, os usos atuais e impactos gerados, as condições de vulnerabilidade, os usos compatíveis e possíveis soluções mitigadoras para minimizar estes impactos negativos.

Complementando-se com os principais potenciais de riscos e intensificadores de vulnerabilidade tais como galerias de águas pluviais, na maioria das vezes utilizada para coleta de esgotos, e mais cemitérios, postos de combustíveis, fábrica de gelo e disposição de resíduos sólidos.

A elaboração do zoneamento geoambiental teve por base o trabalho desenvolvido por Santos (1998) no entorno do complexo estuarino lagunar Mundaú. Para tal, dividiu-se a região nas unidades geoambientais: Ambiente pré-litorâneo, litorâneo e aquático. A determinação de cada unidade baseia-se em função das suas condições geológicas, geomorfologias, hidrológicas, das características costeiras e antrópicas.

Por fim, na elaboração do mapa foram utilizadas ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) através dos softwares *QGis 2.18.19* e *Google Earth*.

4.2.5 Matriz de Impactos Ambientais

O diagnóstico e a descrição dos principais agentes de impactos ambientais serviram de instrumentos para a construção de uma matriz de impactos ambientais que correlaciona as intervenções ocorridas nas unidades geoambientais durante o processo de evolução urbana e os ambientes naturais que o compõe.

Esta matriz teve como base uma junção das matrizes idealizadas por LEOPOLD *et al.* (1971) e LOLLO (2005) para representar visualmente o que aconteceu nas últimas décadas na área de estudo.

O princípio básico desta matriz consiste em assinalar, atribuindo símbolos, cores e letras, todas as possíveis interações entre as ações e os fatores para assim ponderar a magnitude, alta (A), média (M), baixa (B) ou neutra (0); e influência de cada impacto, positiva (verde), negativa (vermelho) ou neutra (amarelo).

4.2.6 Tabulação e tratamento dos dados

Esta etapa consistiu na organização dos dados de campo e laboratório, relacionando com o levantamento bibliográfico realizado previamente, e para melhor compreensão e interpretação dos resultados finais foram geradas tabelas, figuras, histogramas, gráficos e mapas.

No programa Microsoft Excel 2016 foram geradas planilhas com os dados relativos às leituras topográficas efetuadas em campo, e a partir destes foi possível gerar os gráficos dos perfis topográficos, e para determinar o volume sedimentar utilizou-se do *Golden Software Surfer 13*, onde o mesmo já calculava automaticamente.

Para confecção de mapas e identificação da evolução urbana, foram utilizados programas de geoprocessamento e softwares, como: Sistema de Informação Geográfica livre e aberto (*Qgis 2.18.3*), *CorelDRAW Graphics Suite X7*. Além, das imagens de satélites utilizadas do *Google Earth* para os anos de 2000 a 2019 (atual), e a partir da identificação aproximada destas imagens, calculou-se a ocupação urbana da planície costeira, sendo limitada ao Sul pela Barra de São Miguel e ao norte pela Ponte Durval Suruagy e tem como delimitação da AL-101 Sul e a linha de costa. Para caracterizar as áreas ocupadas procurou-se identificar nas imagens os telhados das construções, além de possíveis áreas impermeabilizadas (ruas, praças e outros).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

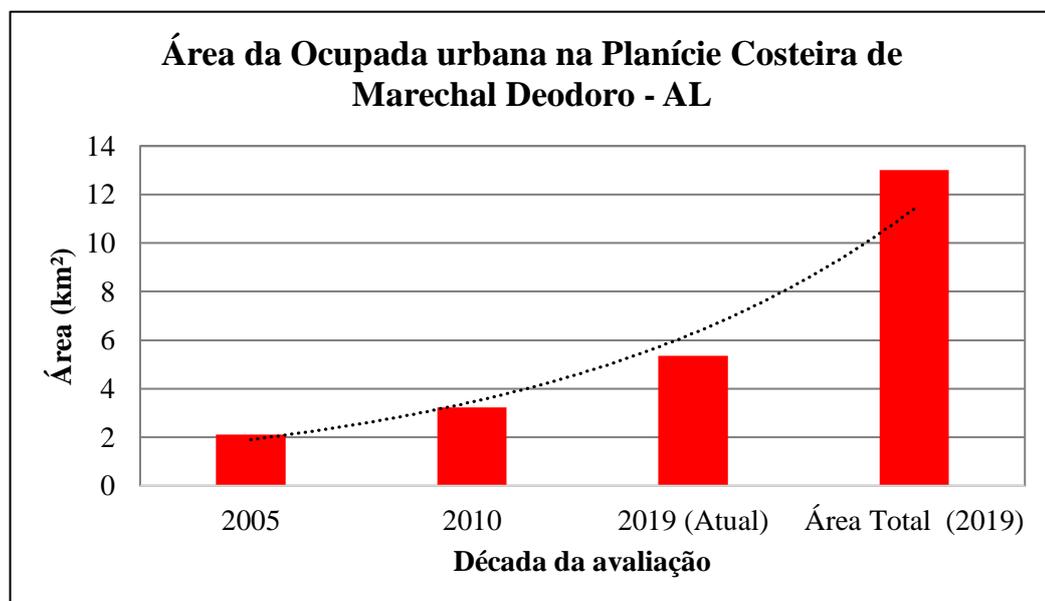
Os resultados desse trabalho estão divididos em cinco subcapítulos que tratam da evolução urbana da planície costeira, análise morfológica, granulometria, vulnerabilidade à erosão linha de costa e caracterização geoambiental.

5.1 Evolução Urbana da Planície Costeira de Marechal Deodoro/AL

Marechal Deodoro apresenta uma característica similar as demais cidades litorâneas, onde o processo de urbanização foi responsável por diversos impactos como a construção de imóveis próximos à faixa de praia e obras de contenção ineficazes (levando à erosão marinha), ocupação desarmônica no setor do pós-praia e carência de infraestrutura urbana básica (saneamento, drenagem, esgotamento e abastecimento de água).

O crescimento exponencial nas últimas décadas (Gráfico 01) da área urbana na planície costeira de Marechal Deodoro, demonstra uma alta aceleração no processo de conurbação em paralelo a capital alagoana, esse fator foi verificado pelo aumento de condomínios residências construídas nessa última década, e tornando-se naturalmente uma cidade dormitório.

Gráfico 01 - Área da ocupação na planície costeira de Marechal Deodoro – AL.



Fonte: Autoral.

Assim, foram fotointerpretadas as imagens de satélites de 2019 (atual) e realizado um recorte digital para limitar a área total desejada de boa parte da planície costeira. A área foi limitada ao sul pelo município de Barra de São Miguel e ao norte pela ponte Divaldo Suruagy, e sendo contornada pela AL-101 Sul e a linha de costa, perfazendo uma área total de 13 km² (Figura 35).

Figura 35 - Recorte da imagem de 2019, em vermelho área total da área de estudo.

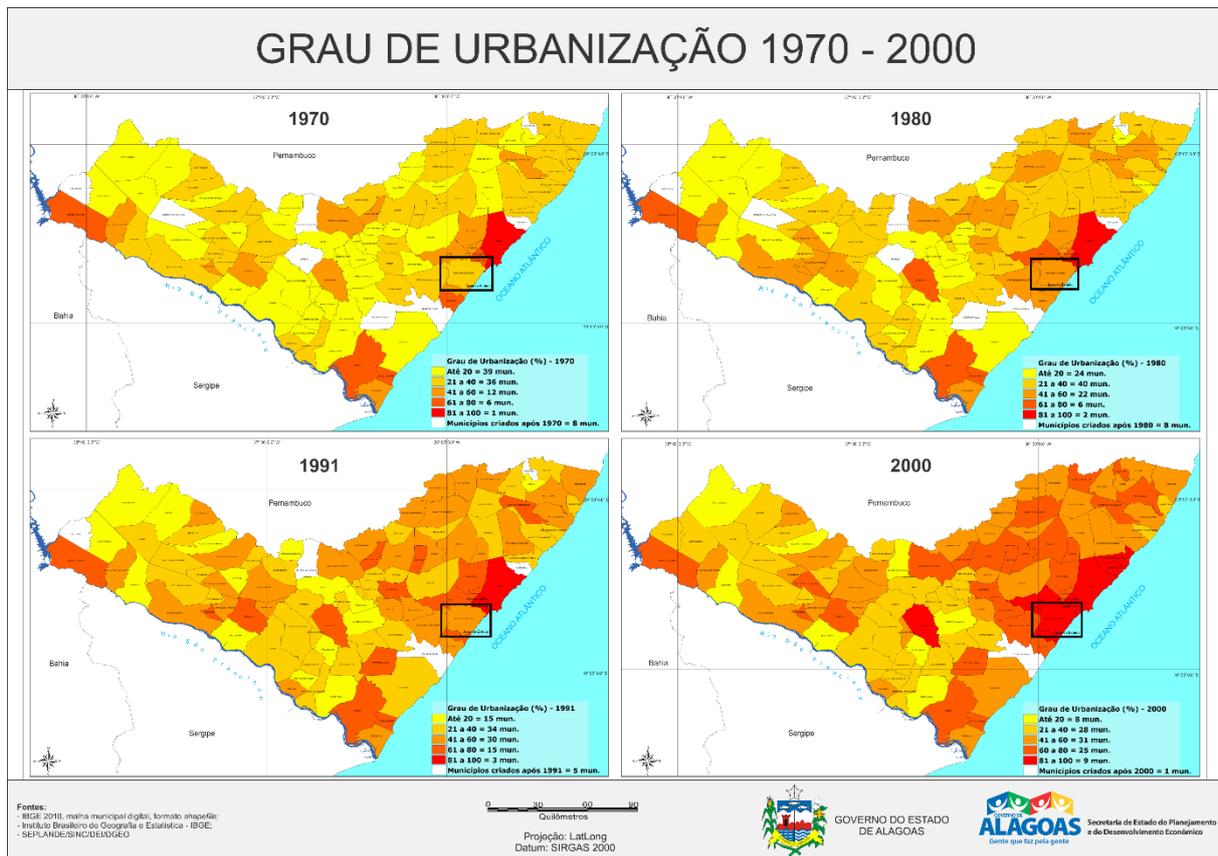


Fonte: *Google Earth* base histórica de 2019, adaptada pela autora.

A própria urbanização e consequente ampliação da histórica cidade de Marechal Deodoro tornando-se atrativo turístico, ocasionando a expansão em pontos estratégicos como na Praia do Francês, Massagueira de Baixo, Barra Nova, Praia do Saco da Pedra e “Ilha” de Santa Rita, originando polos para as atividades turísticas de “praia e sol” apresentando interferência no cotidiano e na cultura das populações nativas, disseminando a degradação da paisagem natural e o crescimento de novas áreas chamando a atenção para a ocupação imobiliária representam fatores que constituem os impactos e que só tendem a se proliferar devido aos padrões desenvolvimentistas a que se submetem as cidades.

Observa-se que entre os anos de 1970 e 1980 (Figura 36), o município tendo por base econômica a pesca, agricultura e a criação de animais mantiveram seu progresso estacionado pelo modo de vida mais rural que urbano e caracterizou-se por anos como um típico município interiorano, mesmo sendo detentor de um potencial histórico e natural elevado e pouco conhecido ao mesmo tempo. O crescimento tomou impulso por volta dos anos 90, época em que o turismo no Estado e em todo o Nordeste foi ganhando destaque e investimentos devido às belezas naturais não divulgadas até então.

Figura 36 – Grau de urbanização por unidade geográfica – 1970 – 2000.



Fonte: SEPLANDE/SINC/DGEO, 2010.

Na década de 1990 (Figura 37), ampliaram-se as atividades turísticas, sendo construídos hotéis, pousadas, bem como desenvolvidos planos e programas de incentivo ao turismo. O estímulo e aumento das atividades turísticas em Marechal Deodoro são justificados por inúmeros fatores que dão o privilégio da cidade e fazem com que o conjunto de aspectos naturais existentes seja destino atrativo de turistas.

Este crescimento populacional e, conseqüentemente, do turismo veio desencadeado pela melhoria nos meios de transporte e na infraestrutura, ou seja, novas estradas, acesso a água e energia. Na área urbana do município começam a surgir novos equipamentos com abertura de ruas e loteamentos. O setor imobiliário investe nas imagens, mostrando as belezas cênicas, levando à procura por espaços e dando início ao turismo de veraneio. Além de patrimônio natural, o município contribui significativamente para o desenvolvimento do estado sendo um dos que mais cresceu economicamente e contribuindo, assim, com o PIB do estado.

Figura 37 - Vista aérea da praia do Francês (1991).



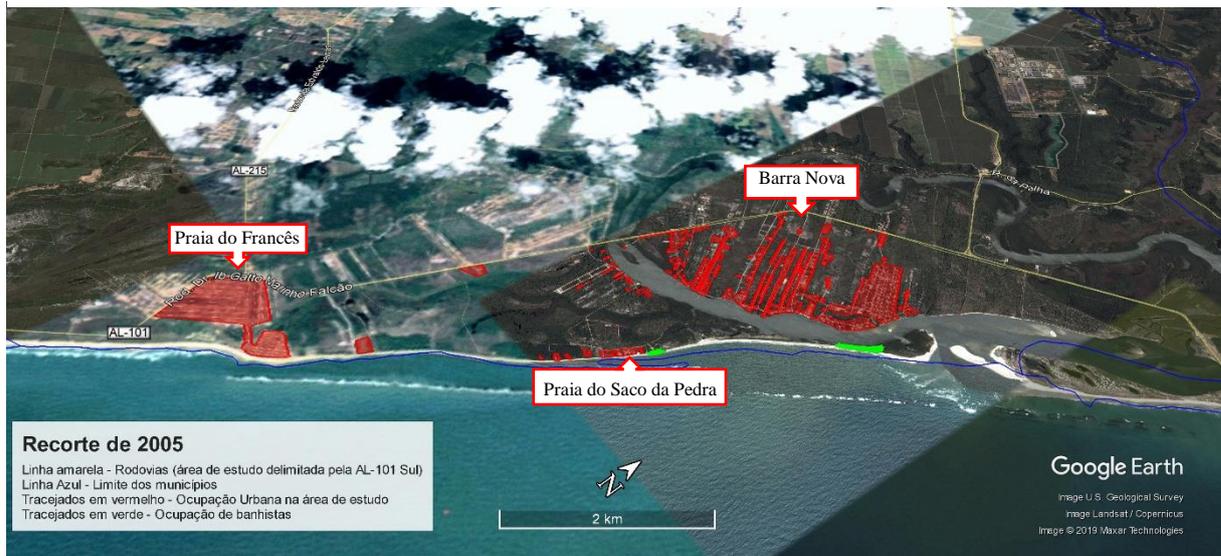
Fonte: Martins, 2000.

5.1.1 Década de 2000

A proximidade à capital, a instalação do Polo Cloro-químico de Alagoas – PCA (hoje BRASKEM), a construção da ponte Divaldo Suruagy ligando Marechal à Maceió, por exemplo, foram fatores cruciais que contribuíram diretamente para o desenvolvimento de Marechal Deodoro e data possíveis impactos, senão os primeiros em consideráveis proporções (após o período da colonização), nos ecossistemas ali existentes (Mata Atlântica, mangues, restingas, lagunas, praias, solo, dentre outros sistemas interdependentes).

Tal situação intensificaram a urbanização no município, que passou a ter uma área urbana aproximada de 2,1 km² em 2005, expandindo a ocupação na praia do Francês de aproximadamente 0,79 km², no sentido da praia do Saco da Pedra e Barra Nova, de 0,10 km² e 1,06 km², respectivamente (Figura 38). A área urbana apresentou um aumento significativo nesses últimos anos, surgindo assim às residências de uso ocasional, que não existiam nas décadas anteriores.

Figura 38 - Recorte da imagem de 2005, em vermelho a área de ocupação urbana; em verde ocupação dos banhistas.

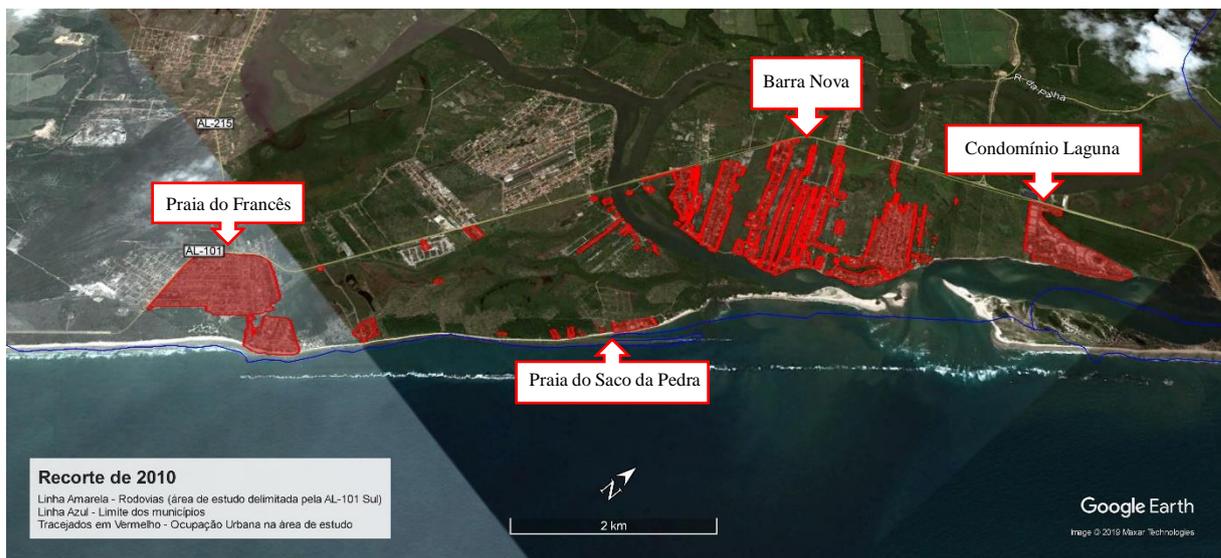


Fonte: *Google Earth* base histórica de 2005, adaptada pela autora.

Para a década de 2010, foram utilizadas novamente a imagem *Google Earth*, para delimitação do cálculo da área urbanizada, para todos os anos o critério das escolhas das imagens foram as que apresentaram as melhores resoluções espaciais.

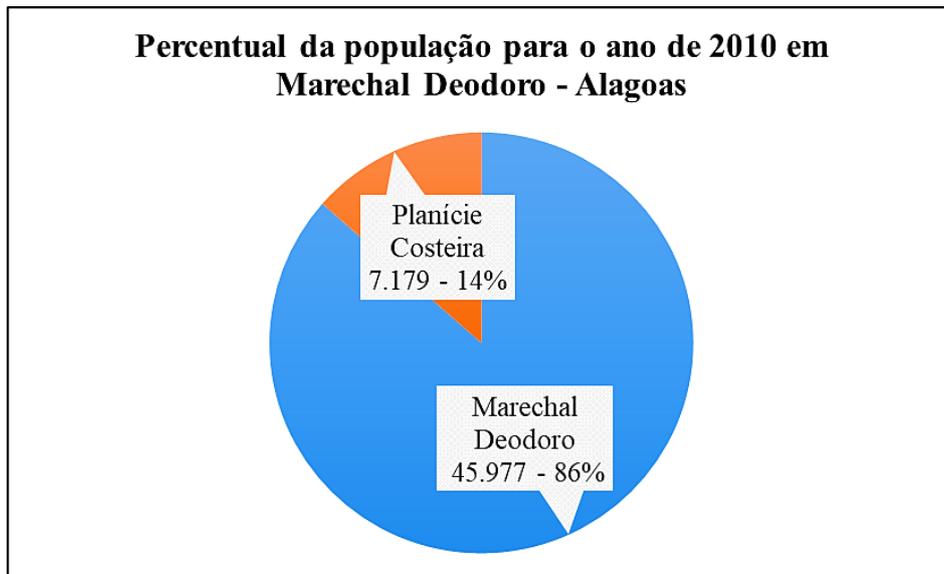
Após 5 anos, a área urbana teve um crescimento gradativo, alcançando aproximadamente 3,2 km², onde a praia do Francês apresentou cerca de 0,95 km² e a praia do Saco da Pedra e Barra Nova, em torno de 0,27 km² e 1,78 km², respectivamente (Figura 39) e a população municipal, agora já estabelecida pelo IBGE (censo 2010) para o município é de 45.977 habitantes, sendo 7.179 habitantes alocados na planície costeira, segundo setor censitário do ano em questão (Gráfico 02 e 03).

Figura 39 - Recorte da imagem de novembro 2010, em vermelho a área de ocupação urbana.



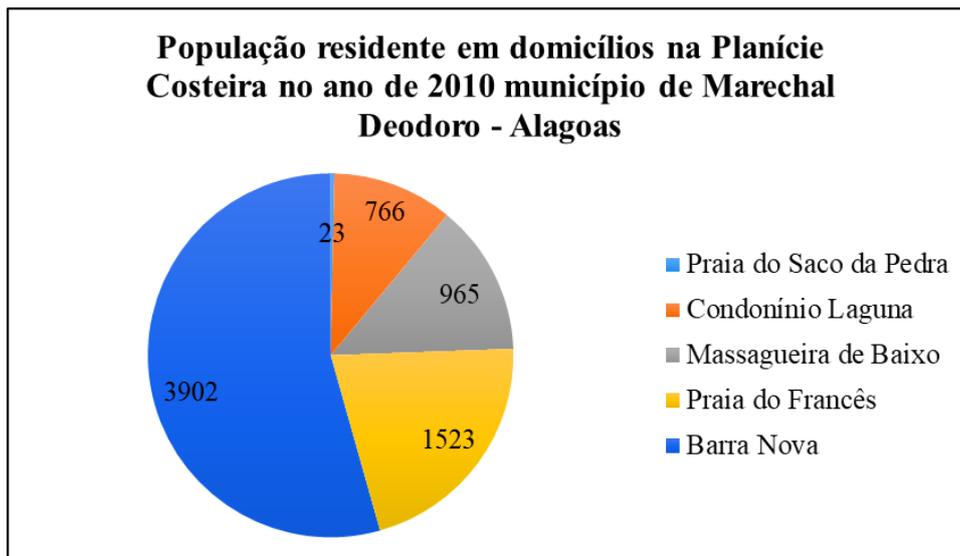
Fonte: *Google Earth* base histórica de 2010, adaptada pela autora.

Gráfico 02 - Percentual da população em 2010 na planície costeira e total em Marechal Deodoro/AL.



Fonte: Censo do IBGE de 2010, adaptada pela autora.

Gráfico 03 - População residente em domicílios na Planície Costeira de Marechal Deodoro em 2010.

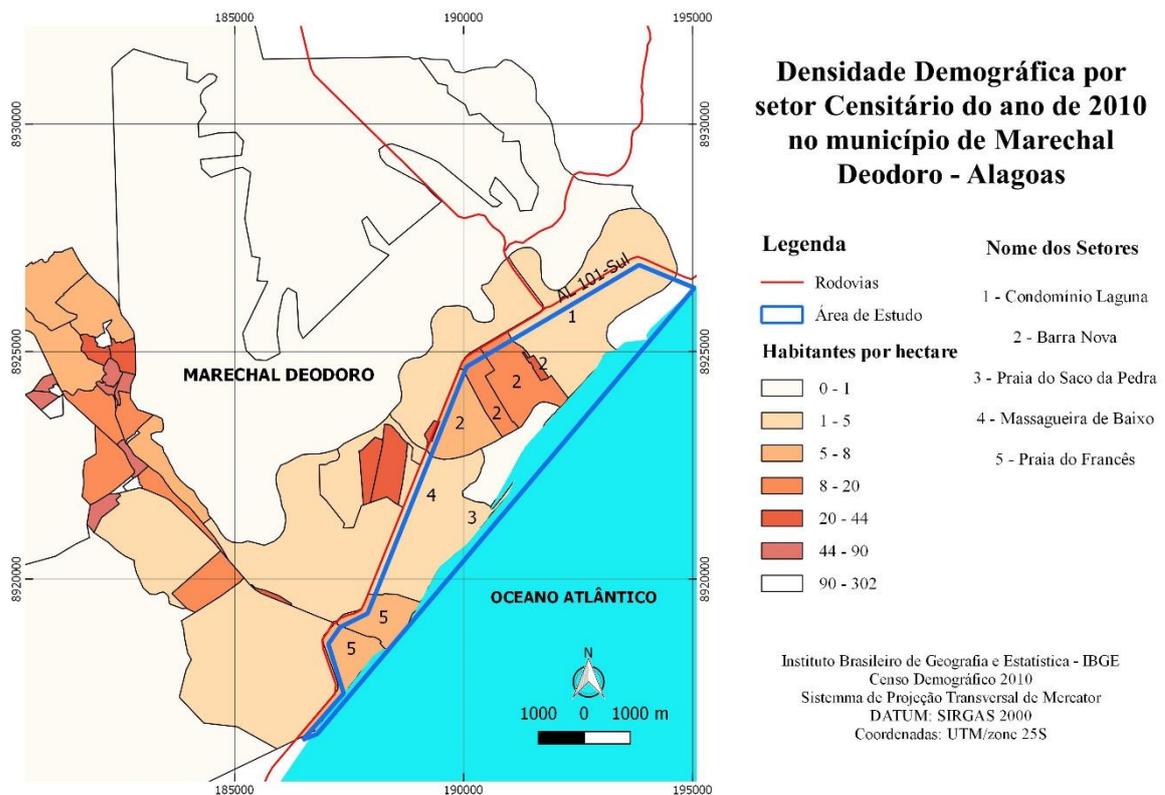


Fonte: Censo do IBGE de 2010, adaptada pela autora.

A planície costeira de Marechal Deodoro, encontram-se ocupada por construções residenciais de uso regular, veraneio e comerciais. Este crescimento vem trazendo sérios problemas ambientais ligados ao processo de urbanização, que se apresenta de forma desordenada, como deficiência na coleta dos resíduos sólidos, inexistência de rede de coleta e tratamento de efluentes sanitários, além de erosão marinha e a drenagem urbana ineficiente.

Pode-se verificar na figura 40, a densidade demográfica por setor censitário de 2010, em que a planície costeira nos setores da praia do Francês e Barra Nova encontram-se bastante adensada e novas áreas estão sendo alvo da urbanização, como é o caso da Massagueira de Baixo. Em 2006, na Ilha de Santa Rita o modelo de condomínio fechado, Condomínio Laguna, chegou a Marechal tornando-se assim quase um bairro de Maceió devido a sua proximidade.

Figura 40 - Densidade Demográfica por setor censitário em 2010, planície costeira de Marechal Deodoro delimitado em azul.



Fonte: Dados do IBGE, elaborado pela autora.

O mapeamento da distribuição populacional do município da área de estudo demonstrou claramente a concentração da população urbana próximo à costa. Ao mesmo tempo, confirmou-se o padrão de ocupação, com grandes concentrações urbanas intercaladas por vazios demográficos, seguindo a tendência mundial e, mais especificamente, do litoral brasileiro, conforme discutido. A análise em escala local, através do uso dos dados censitários do IBGE por setores urbanos, foi fundamental para gerar uma estimativa relativamente precisa do número de habitantes em áreas consideradas vulneráveis fisicamente. Tal procedimento

possibilitou avaliar o grau de exposição da população, contribuindo para uma análise mais detalhada da vulnerabilidade social.

5.1.2 Década de 2018-2019 (Atual)

A região litorânea de Marechal Deodoro começou a ser mais densamente ocupada a partir da década de 2010, e com o advento da inauguração da duplicação da Rodovia AL-101 Sul em 2012, que proporcionou maior mobilidade da população do estado de Alagoas e motivou um maior fluxo de pessoas para a zona costeira dos municípios ao sul. Com estas mudanças, desenvolveu-se a urbanização de toda a zona costeira, muitas vezes com planejamento deficiente, gerando impactos devido à implantação de aterros e construção de moradias, calçadões e ruas em áreas próximas e adjacentes à costa. De acordo com o IBGE estima-se que a população para Marechal Deodoro em 2017 esteja aproximadamente em 52.260 habitantes e uma densidade demográfica em torno de 157,34 hab./km².

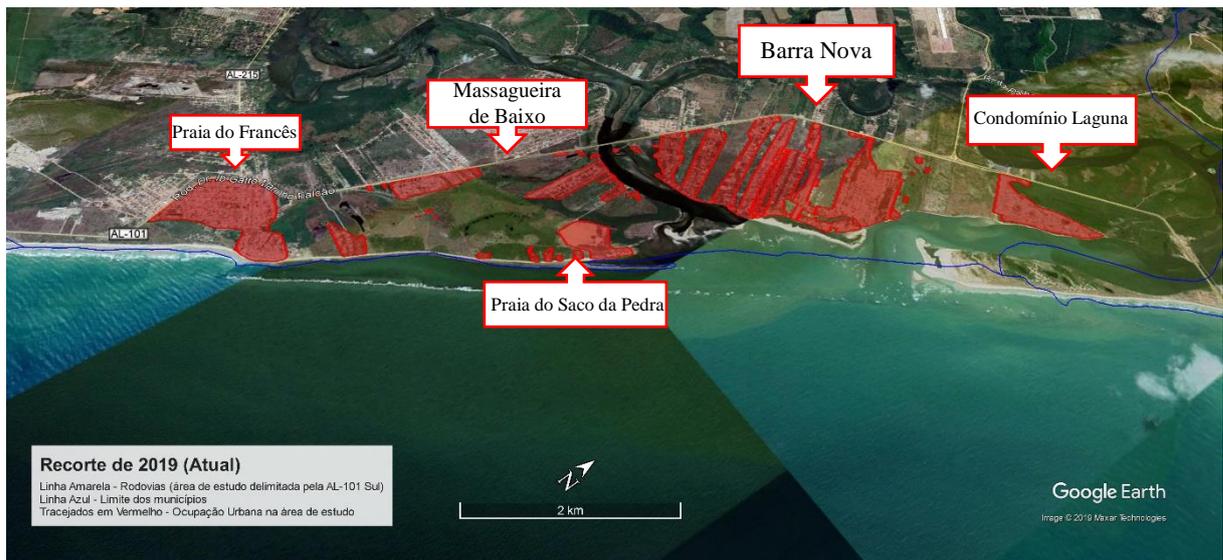
Ademais, a urbanização promoveu a retirada dos manguezais e das restingas, desprotegendo as áreas mais internas da ação das ondas e das marés e contribuindo para uma alteração da dinâmica natural dos ambientes costeiros.

Neste sentido, o fenômeno das ressacas recebeu maior atenção da imprensa a partir da década de 2010, quando a zona costeira do estado de Alagoas passou a sofrer impactos mais severos em decorrência destes eventos de ressaca e urbanização.

Ao longo das décadas subsequentes, notou-se que o entendimento dos processos costeiros era importante para uma melhor gestão, pois subsidiava o planejamento ambiental e urbano tendo em vista uma ocupação ordenada que se preocupava com a dinâmica natural do ambiente e com a qualidade de vida da sociedade.

Atualmente, aproximadamente 5,35 km² da planície costeira de Marechal Deodoro (Figura 41), encontram-se ocupada por empreendimentos, casas, orla lagunar, pavimentação e orla marítima, vale ressaltar que no final de 2017 ocorreram as retiradas das barracas da praia do Francês, sendo assim, sua área atual de pelo menos 1,0 km², e na praia do Saco da Pedra, Barra Nova, foram de 0,46 km² e 2,20 km², respectivamente. Porém, destaca-se as regiões da Massagueira de Baixo em torno de 1,25 km² e o Condomínio Laguna cerca de 0,44 km² como novas áreas urbanizadas.

Figura 41 - Recorte da imagem de março de 2019, em vermelho área de ocupação urbana.



Fonte: *Google Earth* base histórica de 2019, adaptada pela autora.

A dinâmica dos ambientes costeiros, sobretudo das praias, é um aspecto fundamental e que deve ser levado em conta no planejamento da zona costeira e no desenvolvimento de uma gestão costeira integrada. De acordo com OLIVA & SILVA (2018) um dos princípios básicos da Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC) é que a mesma deveria funcionar em um contexto que é resposta de incertezas científicas sobre as funções dos ecossistemas costeiros, que são complexos e respondem continuamente aos estresses causados por intervenções antrópicas.

Adicionalmente, deve ser efetuada uma avaliação comparativa entre cenários de riscos (aos ecossistemas e ao homem) e opções de gerenciamento disponíveis, guiando a seleção de estratégias de gerenciamento.

Definitivamente, a ocupação do solo urbano de Marechal Deodoro necessita de sério controle por meio de órgãos reguladores (prefeitura municipal), sendo essencial o papel do poder público na busca por soluções sustentáveis que organize a paisagem urbana evitando a desvalorização do capital natural.

Assim, sem a atuação do poder público, é permitida a ampliação do ambiente urbano sem tomar conhecimento dos limites impostos pela natureza. Essa permissividade possibilitou a ocupação urbana de ambientes costeiros como margens da laguna, mangues, faixa de praia e restinga.

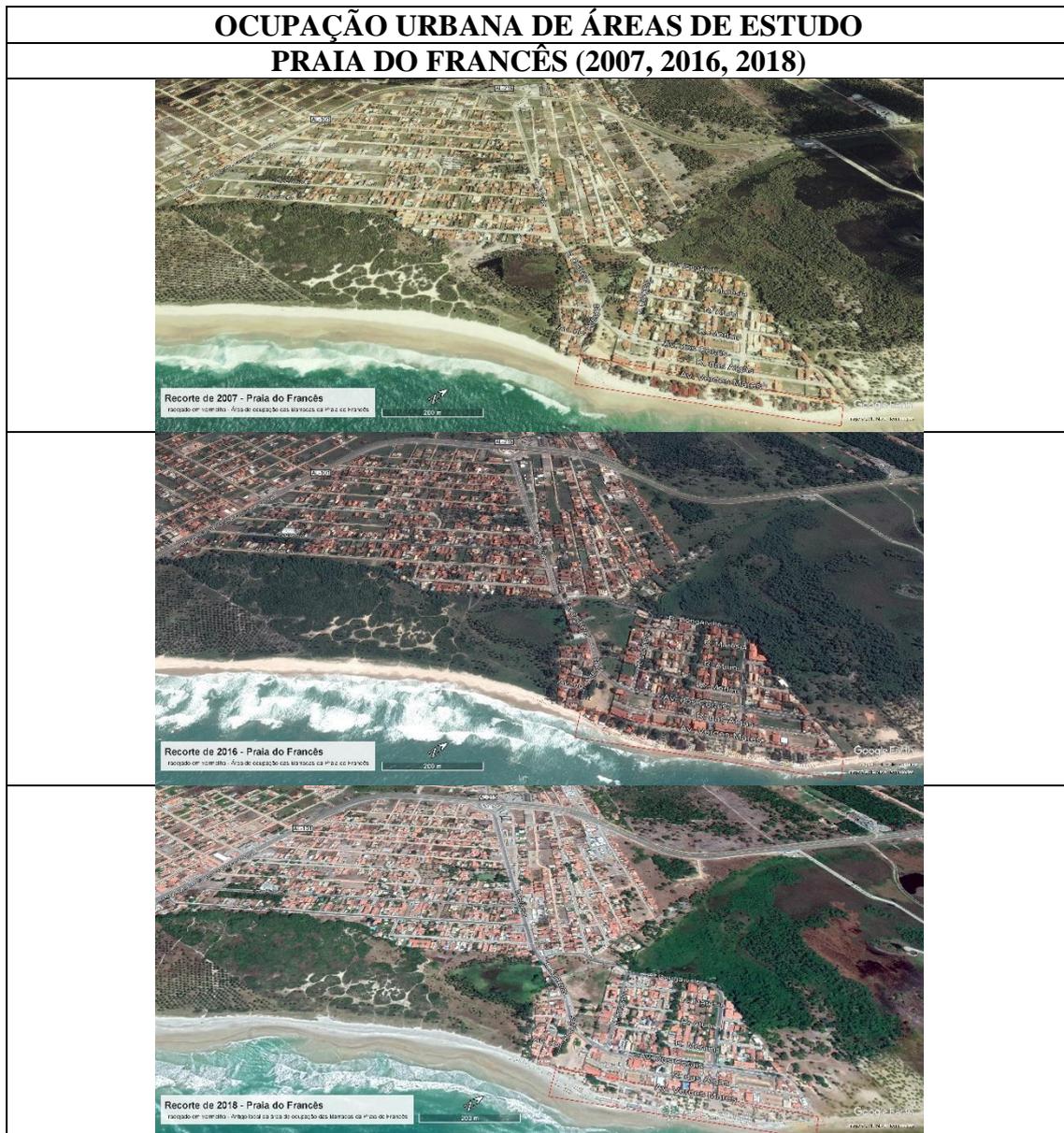
O crescimento da área urbana na planície costeira de Marechal Deodoro nas décadas analisadas não pode ser associado ao apenas fator social e sim a um grupo de situações

socioeconômicas que levaram a sua expansão em um curto espaço de tempo. Como exposto ao longo desta evolução, a proximidade com a capital Maceió e as belezas cênicas foram os principais motivos que impulsionaram a forte urbanização da planície costeira deodorense. Entretanto, outros aspectos influenciaram a potencialidade turística, sua geomorfologia, clima, localização geográfica e vias de acesso, foram imprescindíveis neste processo.

O processo de urbanização verso os fatores da hidrodinâmica local, apresentaram pontos específicos da área de estudo que durante alguns anos da década de 2000 e 2019, encontram-se em constante mudança e que vale uma observação detalhada e compreensão para que possamos entendermos as possíveis causas e consequências dos danos alocados na planície costeira de Marechal Deodoro.

Uma breve evolução urbana na região da praia do Francês entre os anos de 2007, 2016 e 2018, observa-se uma alteração moderada, porém, destaca-se as retiradas das barracas de praia no final de 2017 no setor do pós-praia, sendo substituídas por uma urbanização da orla marítima, com construções de calçadas, ambientes recreativos, pavimentação e atrativos turísticos (Quadro 01).

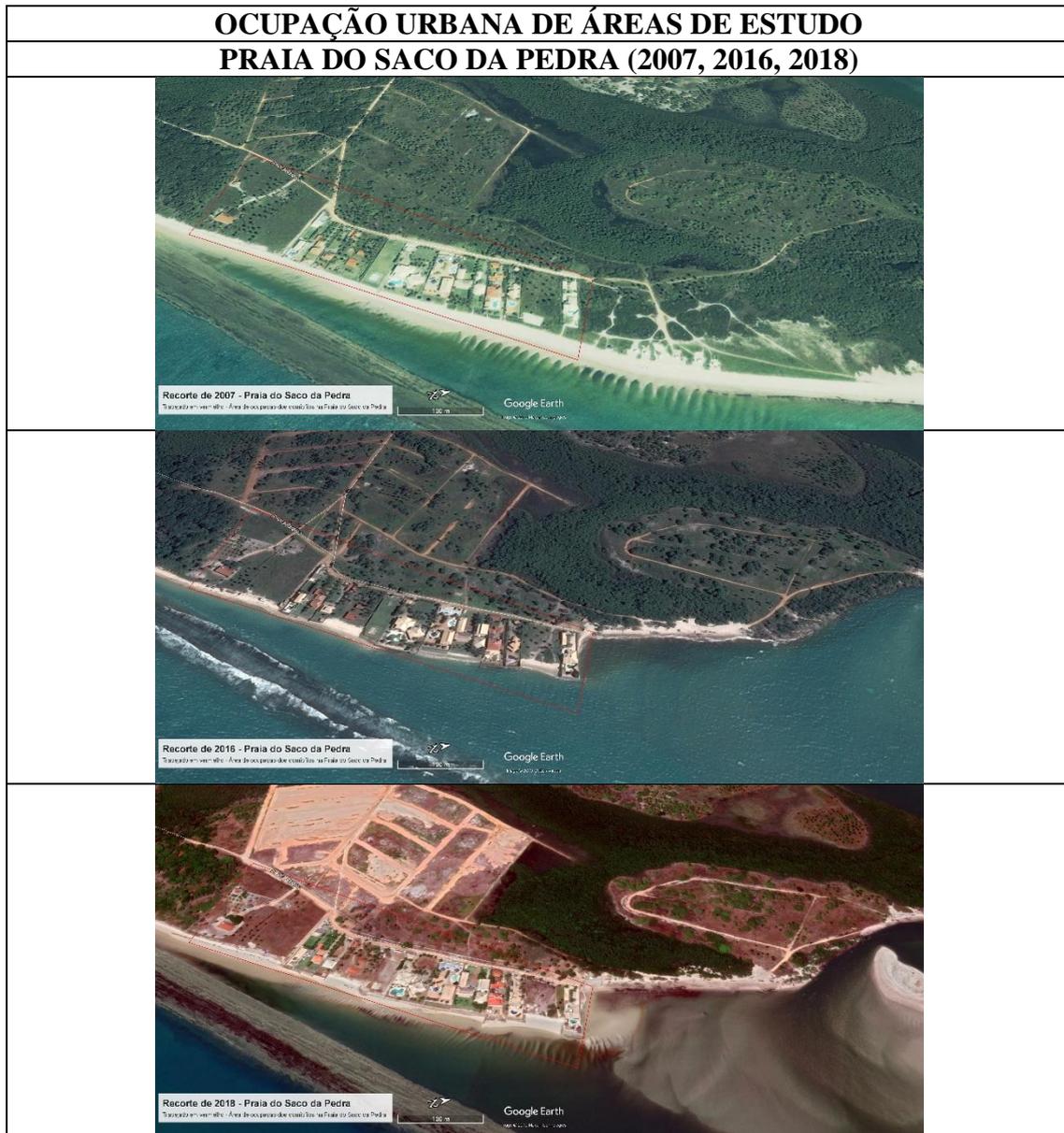
Quadro 01 – Evolução urbana na praia do Francês em 2007, 2016 e 2018.



Fonte: *Google Earth*, 2007, 2016 e 2018, adaptada pela autora.

Avaliando-se o setor costeiro da praia do Saco da Pedra (2007, 2016 e 2017) como um ambiental altamente dinâmico e com urbanização desenfreada, com condomínios sem um planejamento e respeito aos ecossistemas. Em respostas as ocupações uma combinação de eventos naturais e antrópicos estão gerando um somatório de desastres na praia, nos mangues e na restinga, atingindo já áreas ainda mais a retroterra do que as registradas nesta pesquisa. Como pode ser verificado em 2007, com a preservação do mangue é bem visível na imagem se compararmos aos anos posteriores 2016 e 2017 (Quadro 02).

Quadro 02 – Evolução urbana na praia do Saco da Pedra em 2007, 2016 e 2018.

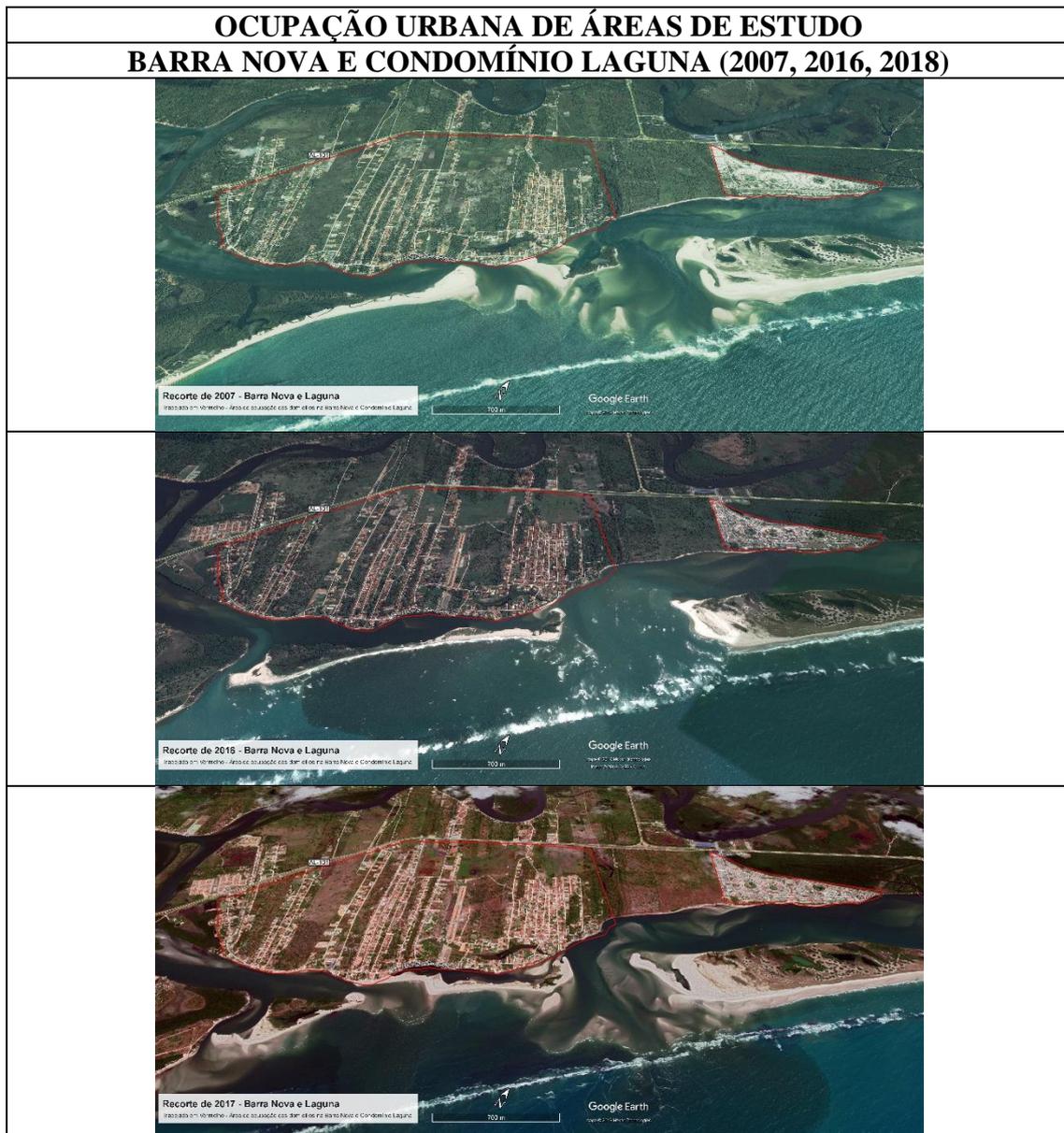


Fonte: *Google Earth*, 2007, 2016 e 2018, adaptada pela autora.

A *inlet* do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM), não faz parte direto da área em estudo, e sim do seu entorno, mas faremos aqui algumas considerações: nas imagens de 2007, 2016 e 2018, destaca-se as regiões da Barra Nova e do Condomínio Laguna (Quadro 03), onde ressalta um aumento significativo da ocupação do solo nessas últimas décadas na Barra Nova. Sendo considerado um ambiente propício inundações da linha de costa em função da elevação do nível do mar, variações entre volume da descarga fluvial e amplitude da maré, além de fatores como ondas e ventos. Devido a dinâmica atuante, verifica-se depósitos efetivos dos sedimentos, modificando sua morfologia, afora o crescente processo de

urbanização levando a um desequilíbrio sociedade e natureza. Assim se faz necessário um planejamento urbano/costeiro e ambiental mais eficaz nesta área e a implantação de uma gestão integrada da zona costeira, com a obrigatoriedade de considerar o comportamento morfodinâmicos dos sistemas.

Quadro 03 – Evolução urbana na Barra Nova e Condomínio Laguna em 2007, 2016 e 2018.



Fonte: *Google Earth*, 2007, 2016 e 2018, adaptada pela autora.

5.2 Análises dos perfis morfodinâmicos

A partir da coleta dos parâmetros morfométricos baseados em Short & Hesp (1982), como também, dos indicadores morfológicos e hidrodinâmicos propostos por Short (2006) e Silveira *et al.* (2011), foi possível determinar o estado morfodinâmico nas regiões dos quatro perfis monitorados.

Além dos levantamentos realizados e organizados a seguir, o perfil praial varia de acordo com o acúmulo ou a perda de sedimentos, isto é determinado pela relação entre a energia das ondas e ação do vento. Estes perfis podem ter variações sazonais, devido ao regime de onda apresentado, pode desenvolver uma praia com perfis típicos de deposição e/ou erosão.

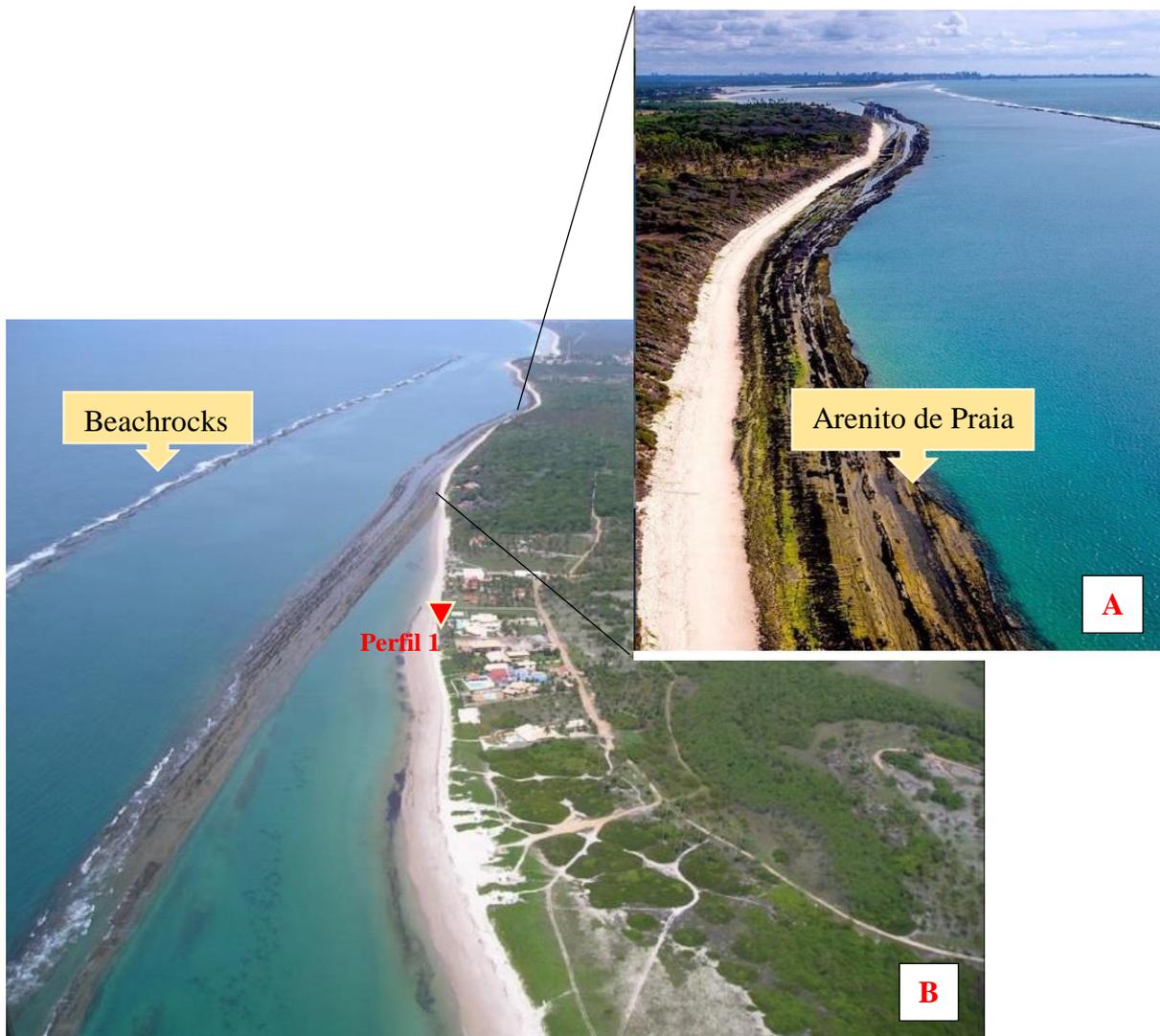
Desta forma, se a falta de sedimento de uma praia no inverno for compensada pelo ganho no verão, a praia estará em equilíbrio. Ao contrário, se o ganho do verão for inferior ao retirado no inverno, haverá erosão (MANSO *et al.*, 1995).

5.2.1 Perfil 1 – Praia do Saco da Pedra

Este perfil apresenta do ponto de vista morfométrico uma baixa variabilidade em sua morfologia, visto que a região é influenciada diretamente pelos processos deposicionais influenciados pela hidrodinâmica das desembocaduras do Canal de Fora e do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba-CELMM. Observa-se ainda, a existência de arenito de praia e/ou *beachrocks* (Figura 42) paralelamente à costa, a uma distância aproximada de 45m e 420m, respectivamente, em relação ao perfil, que influencia as ondas e correntes modificando o setor. Porém, são primordiais na proteção para a zona costeira, pois atuam como barreiras naturais impedindo a exposição da costa às ações diretas das ondas, minimizando a possibilidade de processos erosivos nas praias, e também atuando como uma proteção para banhistas. A sua localização pode ser observada na figura 43.

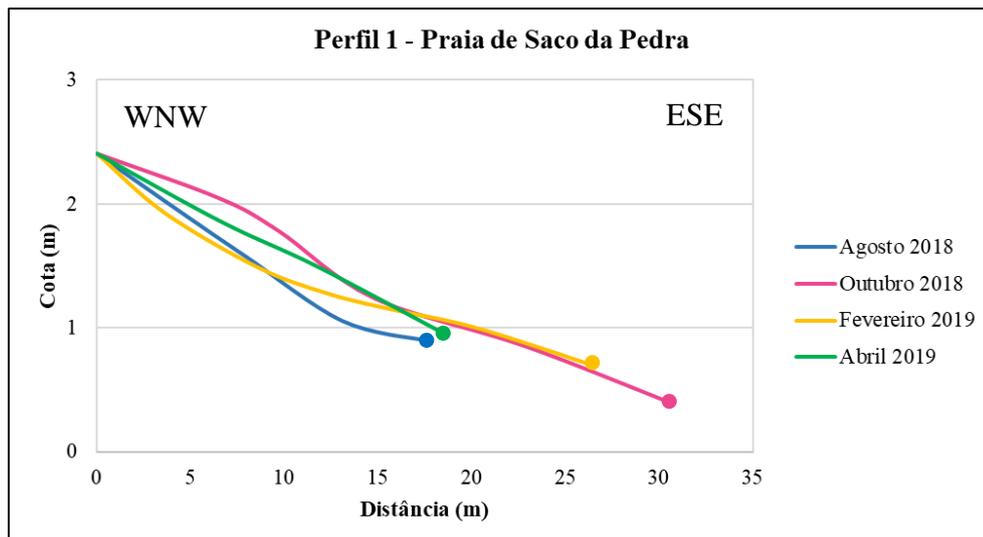
A partir da análise comparativa da geometria dos perfis monitorados (Figura 44), pôde-se observar que a largura média da face praial foi 23 metros de extensão, com uma inclinação média de 2,4°. Quanto às amplitudes, a inclinação máxima foi de 3° durante os meses de outubro/2018 e abril/2019 e mínima durante o mês de agosto/2018, correspondendo a 1,5°.

Figura 42 – Localização do Perfil 1 e formação de arenito de praia e/ou beachrocks.



Fonte: (A) Salinas Maceió. (B) Rochana Santos

Figura 43 – Comportamento morfológico do P1.



Fonte: Autoral.

A variação sazonal volumétrica (Quadro 04) entre os perfis, demonstra que durante os quatro meses monitorados, o mês de outubro/2018 apresentou a maior amplitude volumétrica, totalizando aproximadamente $32,90 \text{ m}^3/\text{m}$. Por sua vez, o mês de agosto/2018 foi marcado pela menor composição volumétrica, correspondendo a $24,44 \text{ m}^3/\text{m}$, sendo adotado como mês de referência para os demais perfis (Figura 44).

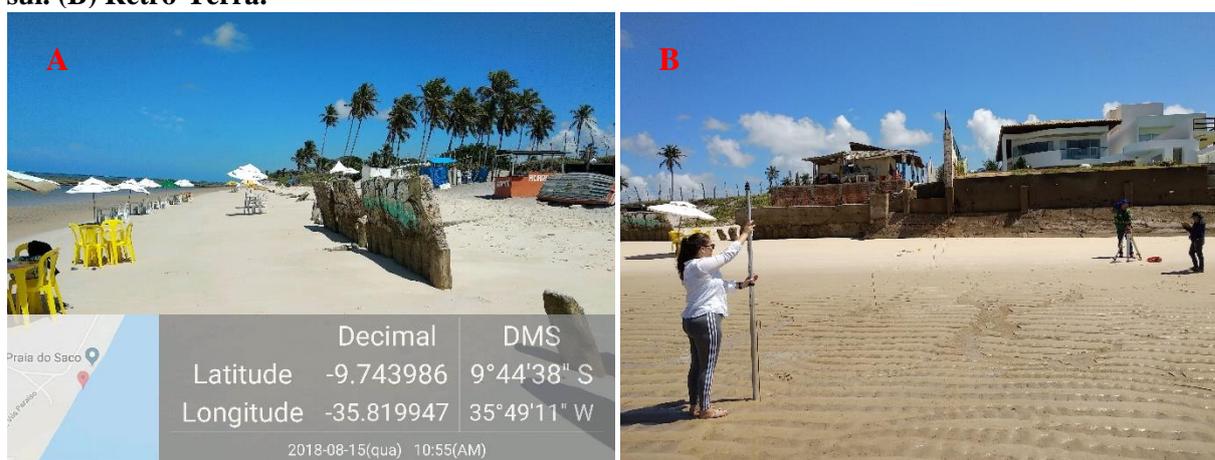
Quadro 04 – Variação volumétrica (m^3/m) do perfil P1.

Meses	Estação	Volume (m^3/m)	Varição de Volume (m^3/m)
Agosto 2018	Inverno	24.44	0
Outubro 2018	Primavera	32.90	+ 8,46
Fevereiro 2019	Verão	29.69	-3,21
Abril 2019	Outono	26.73	-2,96

Fonte: Autoral.

Quando comparados aos perfis anteriores, verifica-se que o mês de outubro/2018 apresenta tendência a deposição e os meses de fevereiro e abril/2019 apresentaram tendência a erosão embora com volumes menores.

Figura 44 – Região do estirâncio do Perfil 1 durante o mês de agosto de 2018. (A) Vista sentido sul. (B) Retro-Terra.



Fonte: Autoral.

5.2.1.1 Estado Morfodinâmico - Perfil 1

A região deste perfil está localizada próximo ao canal de fora do complexo estuarino Mundaú e Manguaba, além de ser bastante protegida da ação de ondas pela presença de duas estruturas recifal arenítico (*beachrock*) por hora submersa e outrora emersa próxima e paralela à praia.

A praia apresentou-se feições marcantes de erosão, com relação a ocupação antrópica do setor do pós-praia, porém, sendo constatado acumulação durante o período monitorado. A região do estirâncio apresenta inclinação média de $2,4^\circ$ e um comprimento de 23m, aproximadamente, além de marcas suáveis de leito em forma de dunas subaquáticas, típicas de regime de fluxos unidirecionais (Figura 45), distribuídas longitudinalmente à linha de costa.

Figura 45 – Perfil 1 com marca de leito em forma de dunas suáveis subaquáticas, em 05 de abril 2019.



Fonte: Autoral.

Um dos parâmetros mais utilizados na classificação do estado morfodinâmico de praias arenosas é o tamanho do grão. Bascom (1951) observou que o tamanho do grão e a variabilidade do perfil praiial aumentam conforme aumenta a energia da onda. Para Komar (1976), grãos mais finos tendem a gerar um perfil com pendente mais suave, enquanto grãos progressivamente mais grossos geram perfis mais íngremes.

Esta afirmação confirma a situação encontrada na região do perfil 1, onde existem grãos de granulação de fino a média sem que haja a ação direta das ondas sobre o transporte sedimentar.

O estágio predominante se assemelha àquele descrito por Short (2006) para praias bordejadas por recifes de coral (*beaches fronted by fringing coral reef*), estando de acordo com o modelo no que se refere à quebra de ondas ao longo do ciclo de maré, além da semelhança geomorfológica. Tais características foram observadas para praias australianas, sendo que no caso da região do perfil 1, quando a presença de duas linhas paralelas de *beachrocks* e juntamente do canal de fora do complexo estuarino, a compartimentação litorânea apresenta a face praial com declividades média, determinando o estado morfodinâmico praial como dissipativo.

5.2.2 Perfil 2 – Praia do Francês (Maré Restaurante)

Este perfil localiza-se em frente ao Maré restaurante e representa uma antepraia desprotegida da ação das ondas, devido a uma abertura no arenito de praia (Figura 46), porém, próximo à costa podemos observar durante os levantamentos de campo, que a aproximadamente 270 metros, da durante as marés altas existe uma dissipação da energia das ondas nos *beachrocks*. Com as ondas incidentes ultrapassando a proteção dos *beachrocks*, permitindo a plena incidência destas, que ao atingirem a praia, atuam intensamente na remobilização de sedimentos e consequente alteração da geometria na região do estirâncio.

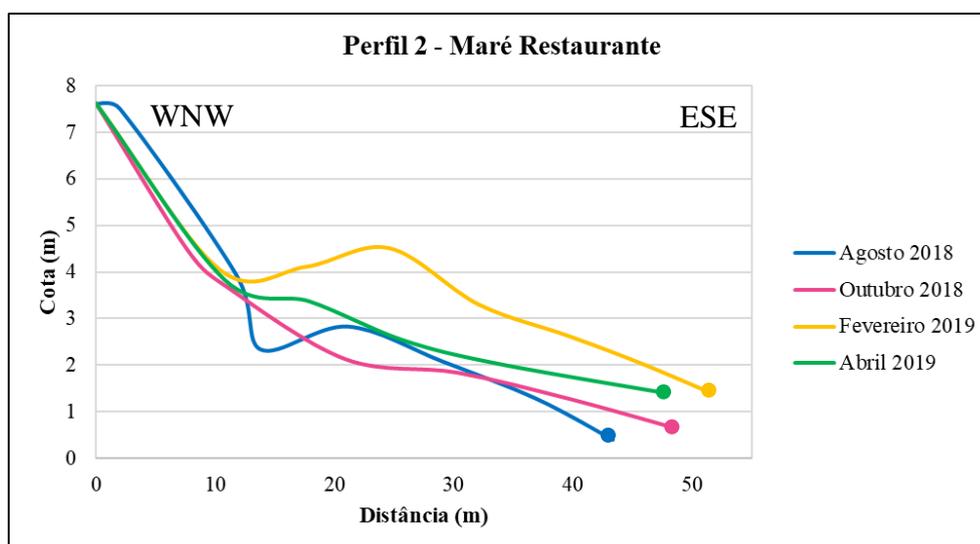
Figura 46 – Localização do perfil 2 em destaque a abertura do arenito de praia.



Fonte: Drone Maceió, 2018.

Quanto à geometria dos perfis monitorados (Figura 47), observa-se que o valor médio de extensão da face praial foi 47 metros, com uma inclinação média de 2,75°. Quanto às amplitudes, a inclinação máxima foi de 3,5° durante os meses de agosto e outubro de 2018 e mínima durante os meses de fevereiro e abril de 2019, correspondendo a 2°.

Figura 47 – Comportamento morfológico do P2.



Fonte: Autoral.

Analisando-se a variação sazonal volumétrica entre os perfis (Quadro 05), foi possível constatar, que a partir do mês de agosto/2018 (Figura 48) a região praial tende a exibir perda sedimentar até o mês de outubro/2018, com grande deposição em fevereiro/2019 e déficit em abril de 2019.

As amplitudes registradas indicam a existência de um processo erosivo entre o mês de outubro/2018, apresentando uma variação volumétrica de 9,5 m³/m, em relação ao mês de agosto/2018. No entanto, este perfil tende a se recompor e progradar no fevereiro/2019, com a variação volumétrica crescendo cerca de 50,44 m³/m e novo déficit de 33,72 m³/m, em abril/2019, mantendo assim uma característica cíclica.

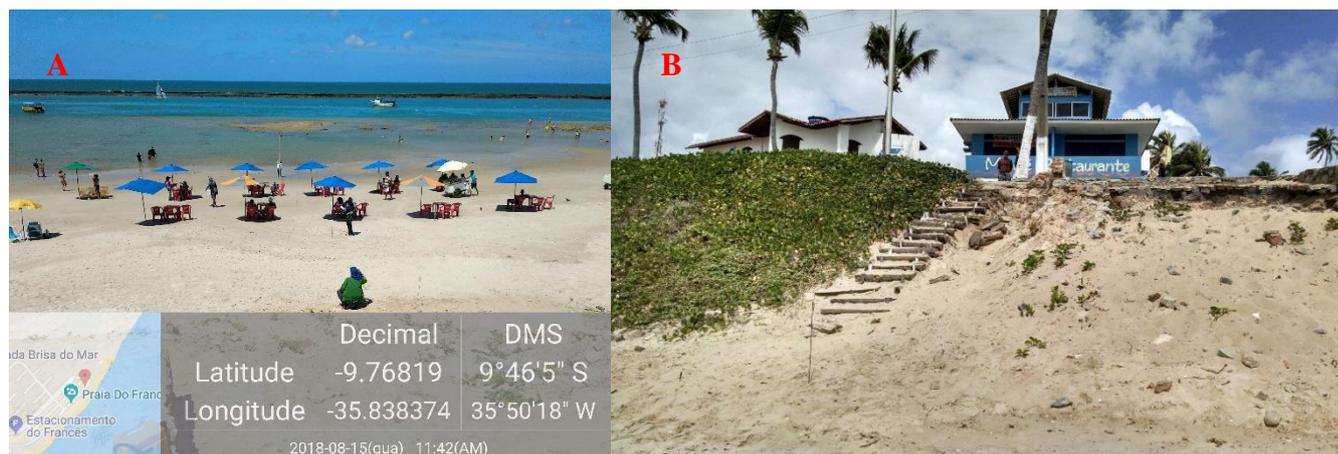
Verifica-se, ainda, que dentre os meses monitorados, o mês de fevereiro de 2019 apresentou a maior composição volumétrica, totalizando aproximadamente 172,93 m³/m. Por sua vez, o mês de outubro/2018 foi marcado pela menor amplitude, correspondendo a 122,49 m³/m.

Quadro 05 – Variação volumétrica (m³/m) do perfil P2.

Meses	Estação	Volume (m ³ /m)	Variação de Volume (m ³ /m)
Agosto 2018	Inverno	131.99	0
Outubro 2018	Primavera	122.49	- 9,5
Fevereiro 2019	Verão	172.93	+ 50,44
Abril 2019	Outono	139.21	- 33,72

Fonte: Autoral.

Figura 48 – Região do estirâncio do Perfil 2 durante o mês de agosto de 2018. (A) Vista do continente para praia (B) Retro-Terra.



Fonte: Autoral.

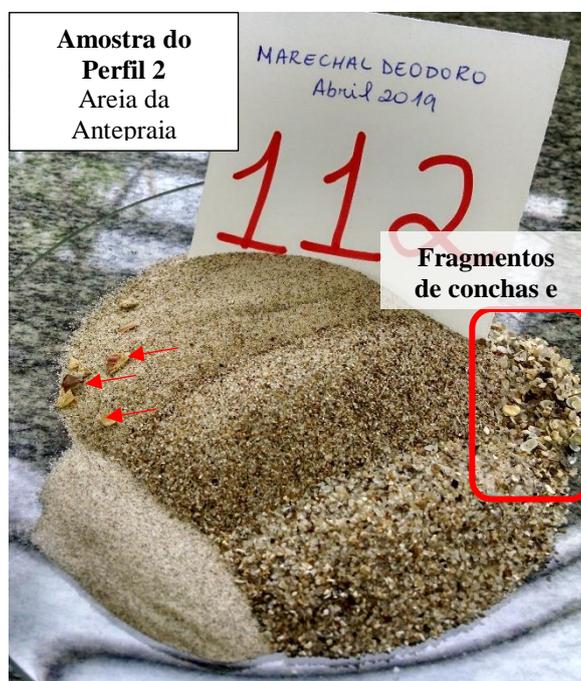
5.2.2.1 Estado Morfodinâmico - Perfil 2

Durante o período monitorado, a compartimentação litorânea apresentou em função do grau de exposição, ausência da região do pós-praia, estando em processo de descaracterização devido as retiradas das barracas de praias no final de 2017, sendo assim, algumas intervenções foram realizadas com implantação do projeto orla.

O estágio morfodinâmico predominante se assemelha àquele descrito por Short (2006) para praias bordejadas por recifes de coral (*beaches fronted by fringing coral reef*), estando de acordo com o modelo no que se refere à quebra de ondas ao longo do ciclo de maré, ou seja, as praias apresentam perfis íngremes, sendo compostas por fragmentos grosseiros de coral, onde durante a preamar, as ondas ultrapassam os recifes e atingem diretamente a praia. Na baixa mar, o recife é exposto e as ondas quebram na sua borda.

Entretanto, tais características foram observadas para praias carbonáticas australianas, sendo que no caso da região do perfil 2, a antepraia apresenta poucos fragmentos de coral, e a areia de granulação fina a média (Figura 49).

Figure 49 – Areia da antepraia do Perfil 2 com presença de fragmentos de conchas e coral, em abril 2019.



Fonte: Autoral.

Foi possível observar, ainda, que durante o período monitorado, a face praial apresentou declividades íngremes ($>2.75^\circ$) e a região de estirâncio com extensão ($>45\text{m}$), que recebe diretamente a energia de ondas ao longo do ciclo de maré (Figura 50).

A atuação direta da ação das ondas durante a preamar, que quebram diretamente na zona de espraiamento da região, influenciou diretamente na deposição sedimentar, que neste caso, direcionou a reserva de areia principalmente para a porção subaérea da praia, e pouca deposição na porção submarina determinando, portanto, o estado morfodinâmico praial como dissipativo.

Figura 50 - Perfil 2 - Compartimentação litorânea. Foto do perfil durante o inverno.



Fonte: Autoral.

5.2.3 Perfil 3 – Praia do Francês (Hotel Ponta Verde)

O perfil do hotel encontrar-se sobre influenciada parcialmente das ondas levado pela interrupção da linha de recifes, tal quebramento, deixa o trecho da praia semiexposta a ação das ondas, que ao atingirem a face praial causando um pequeno embaiamento, levando a remobilização de sedimentos em períodos de alta energia figura 51.

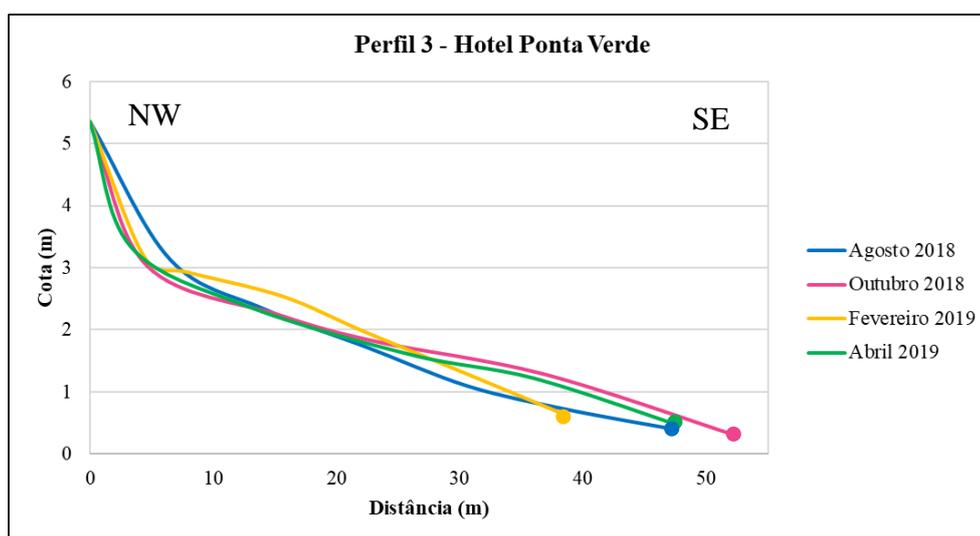
Figura 51 – Localização do Perfil 3 com *beachrocks* fraturado.



Fonte: Drone Maceió, maio de 2019.

Observando-se a figura 52 abaixo, verificou-se que o mesmo apresenta uma largura média de 46,3 metros de extensão, com inclinação média de 1,75°. Quanto às amplitudes, a inclinação máxima foi de 3° durante o mês de agosto de 2018 e mínima durante os meses de fevereiro e abril de 2019, correspondendo a 1°.

Figura 52 – Comportamento morfológico do P3.



Fonte: Autoral.

Quanto a variação sazonal volumétrica (Quadro 06) entre os perfis, foi possível constatar, que nos meses de outubro/2018 e abril/2019 a região praial tende a exibir déficit sedimentar.

As amplitudes registradas indicam a existência de um processo cíclico, somando um total de perdas em 5,44 m³/m. No entanto, este trecho do litoral tende a se recompor (progradar) entre os meses de outubro/2018 (Figura 53) e fevereiro/2019, a praia apresenta uma tendência ao equilíbrio.

Verificou-se, ainda, que dentre os meses monitorados, o mês de fevereiro/2019 apresentou a maior composição volumétrica, totalizando aproximadamente 74,90 m³/m.

Quadro 06 – Variação volumétrica (m³/m) do perfil P3.

Meses	Estação	Volume (m ³ /m)	Variação de Volume (m ³ /m)
Agosto 2018	Inverno	72.52	0
Outubro 2018	Primavera	70.23	- 2,29
Fevereiro 2019	Verão	74.90	+ 4,67
Abril 2019	Outono	71.75	- 3,15

Fonte: Autoral.

Figura 53 – Região do estirâncio do Perfil 3 durante o mês de agosto de 2018.



Fonte: Autoral.

5.2.3.1 Estado Morfodinâmico - Perfil 3

A compartimentação litorânea apresentou características semelhantes às identificadas na região do perfil 2, ou seja, ausência da região pós-praia, o perfil 3 encontra-se na extremidade da linha de *beachrock*, estando parcialmente desprotegida da ação das ondas. A praia apresenta baixa concavidade, sendo mais retilínea e de orientação normal à direção de maior incidência da ação dominante dos ventos, com sedimentos geralmente compostos por areia finas e médias.

Foi possível observar, ainda, que durante o período monitorado, a face praial apresentou a menor declividades em relação aos demais perfis ($>1.75^\circ$) e a região de estirâncio com extensão ($>40\text{m}$) (Figura 54).

O estágio morfodinâmico predominante observado durante as estações do ano se assemelha àquele descrito por Wright & Short (1984), a declividade média indica alto grau de dissipação de energia na zona de surfe, sendo possivelmente o estado morfodinâmico praial classificada como dissipativo.

Figura 54 - Perfil 3 compartimentações litorânea. Foto do perfil durante o outono.



Fonte: Autoral.

5.2.4 Perfil 4 – Praia do Francês (Leprosário)

Este perfil apresenta o setor de pós-praia preservado, com uma faixa de aproximadamente 90 metros, que é caracterizada por vegetação típica, tem sua morfologia influenciada pela dinâmica costeira (ondas, ventos e correntes) (Figura 55), devido ao grau de exposição às ondas e atuação de ondas secundárias, correntes litorâneas e se mostra diretamente relacionada à presença das cúspides em períodos cíclicos.

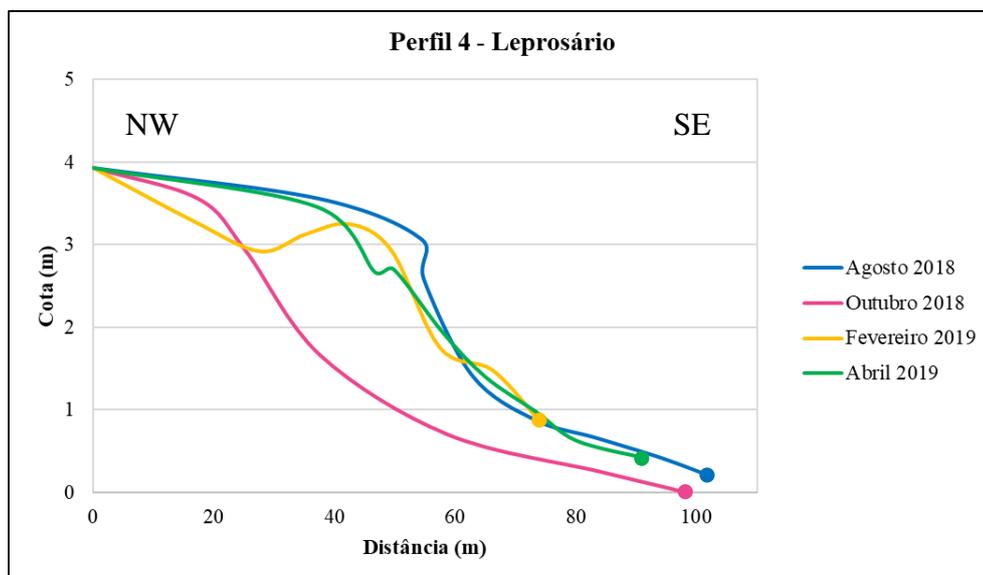
Quanto a geometria dos perfis praias (Figura 56), verificou-se que a mesma apresenta uma inclinação média de 2° . Quanto às amplitudes, a declividade máxima foi de 4° durante o mês de outubro/2018 e mínima durante os meses de fevereiro e abril, correspondendo a 1° . Observa-se no mês de agosto/2018 uma formação da escarpa de berma bem acentuada de aproximadamente 70 cm (Figura 57).

Figura 55 – Localização do Perfil 4 com a presença das correntes de retorno.



Fonte: Eduardo Vieira, 2018.

Figura 56 – Comportamento morfológico do P4.



Fonte: Autoral.

Com relação as variações sazonais volumétricas que podem ser verificadas no (Quadro 07), as amplitudes registradas indicam a existência de um intenso processo erosivo entre agosto/2018 e outubro/2018 e de deposição nos meses seguintes.

Verificou-se, ainda, que dentre os meses monitorados, o mês de agosto/2018 apresentou a maior composição volumétrica, totalizando aproximadamente 205,69 m³/m. Por sua vez, o mês de outubro/2018 foi marcado pela menor amplitude, correspondendo a 145,12 m³/m.

Quadro 07 – Variação volumétrica (m³/m) do perfil P4.

Meses	Estação	Volume (m ³ /m)	Variação de Volume (m ³ /m)
Agosto 2018	Inverno	205,69	0
Outubro 2018	Primavera	145,12	- 60,57
Fevereiro 2019	Verão	184,11	+38,99
Abril 2019	Outono	196,91	+12,80

Fonte: Autoral.

Figura 57 – Região do pós-praia e estirâncio do Perfil 4 com a formação da berma, durante o mês de agosto de 2018.



Fonte: Autoral.

5.2.4.1 Estado Morfodinâmico - Perfil 4

A compartimentação litorânea neste setor, apresenta a pós-praia exposta, ou seja, sem linha de recifes. Assim, as ondas chegam a formar tubos sendo a área de surf na praia do Francês.

O estágio morfodinâmico observado durante o inverno se assemelha àquele descrito por Wright & Short (1984) como banco e praia rítmicos (*rhythmic bar and beach*), ou seja, se desenvolvem quando as ondas dissipam energia nos bancos, se reformam na cava e atingem a face da praia em condições refletivas, criando feições rítmicas em forma de cúspides. Podem ocorrer correntes de retorno (*rip currents*) nas depressões entre os bancos e as condições morfodinâmicas praias tendem a intermediárias, com características dissipativas sobre os bancos e refletivas entre estes.

Este estágio é caracterizado pela formação de bermas em consonância com formação de cúspides durante a preamar, onde as ondas quebram na face praias com grande turbulência, atuando diretamente no transporte de sedimentos, podendo a granulometria apresentar dimensões de média a grossa e redução na largura da zona de surfe. No entanto, diferente do observado por Wright & Short (1984) em praias refletivas australianas, este trecho da área de estudo não apresentou gradiente topográfico elevado nos períodos ora tratados, se assemelhando em alguns momentos ao estágio intermediário.

5.3 Características Sedimentológica

A sedimentologia do litoral do município de Marechal Deodoro por apresentar influências dos rios Mundaú e Paraíba do Meio pelo Canal de Fora e do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba – CELMM (*Inlet*) apresenta características peculiares. Assim, pontos selecionados nas coletas podem possuir tanto características típicas da laguna e dos rios que são retrabalhados e depositados, como também serem influenciados pelas duas ou mais linhas de recifes, que se estendem até a parte sul urbanizada da praia do Francês influenciando assim na nos depósitos de sedimentos.

Os resultados dos parâmetros de classificação dos grãos – diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose - são correlacionados em cada ponto para que possibilitem a distinção de influência de diferentes ambientes, fluviais e praias, associando aos níveis de energia no transporte e deposição de sedimentos. Os pontos 1 ao 3 estão localizados na área onde há recifes de arenito. A partir do ponto 4 já não há mais barreiras naturais, o ponto está em ambiente de mar aberto.

Bascom (1951) observou ainda que o tamanho do grão e a variabilidade do perfil praias aumentam conforme aumenta a energia da onda. Para Komar (1976), grãos mais finos tendem a gerar um perfil com pente mais suave, enquanto grãos progressivamente mais grossos geram perfis mais íngremes.

Muehe (1994) constatou que no período de verão, as ondas são mais fracas e menos esbeltas, sendo mais construtivas. Os sedimentos migram da antepraia para a praia, chegando à pós-praia. As barras arenosas tendem a desaparecer, enquanto que o estirâncio tende a aumentar e a pós-praia a se reconstituir, estabelecendo assim um novo equilíbrio.

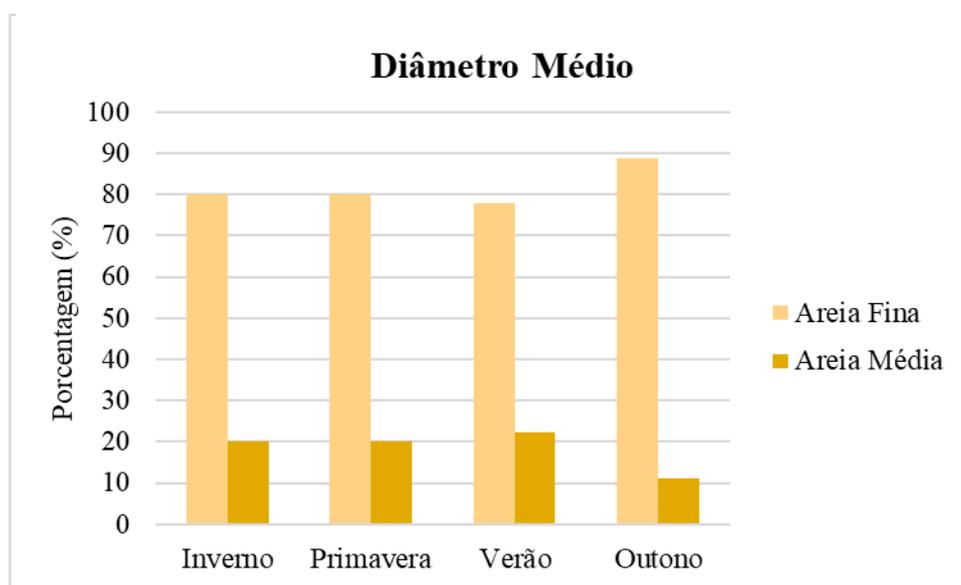
5.3.1 Distribuição sazonal da granulometria

Para a determinação dos resultados, os valores foram quantificados quanto às porcentagens (%) dos parâmetros granulométricos para cada amostra analisada nos períodos correspondentes à cada estação climática, e em seguida, discutidos quanto suas representatividades estatísticas.

Diâmetro Médio: Em relação à definição das classes granulométricas, quanto ao diâmetro médio dos grãos (Figura 58), foi possível observar que as areias finas predominaram

nas 4 estações monitoradas, se destacando o verão e outono por apresentar as menores e maiores amplitudes, cerca de 77,78% e 88,89%, respectivamente. Já o inverno e primavera registraram um equilíbrio componencial, ou seja, os sedimentos possuem granulometria fina de 80% e 20% diâmetro médio, o que corresponde aos estudos realizados por Martins (2003) que diz que sedimentos de ambientes praias variam de areia muito fina a areia média.

Figura 58 - Distribuição sazonal das amostras quanto ao diâmetro médio.

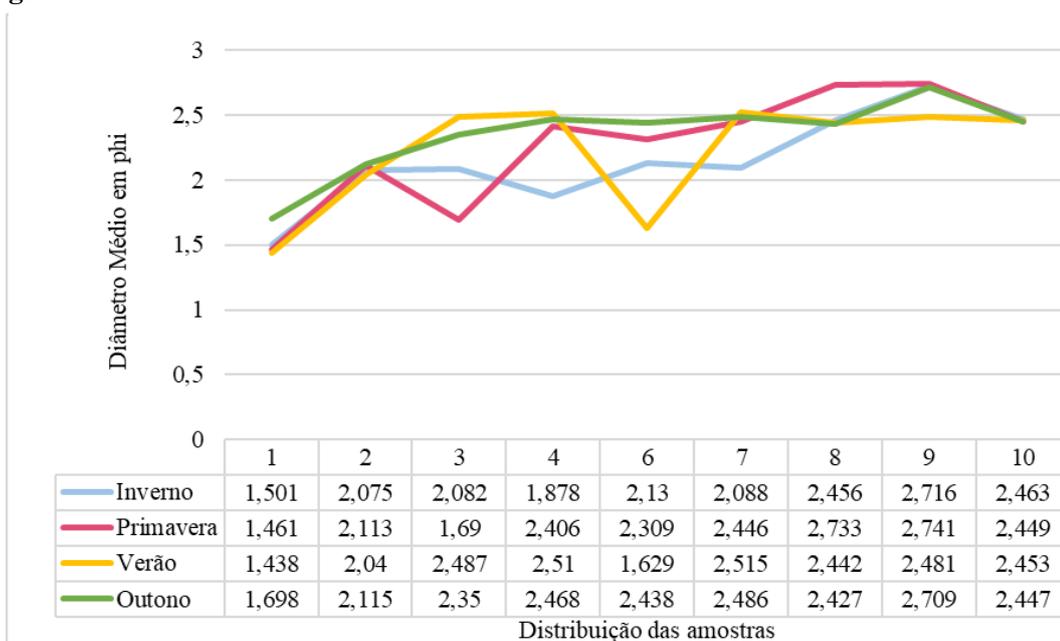


Fonte: Autoral.

A presença destes sedimentos pode ser o resultado dos processos ligados à dinâmica costeira, ou seja: pela remoção dos sedimentos finos pela ação das ondas, favorecendo a formação de um depósito de refugo.

Ao analisar a Figura 59, observa-se um padrão de distribuição granulométrica com aumento gradual do diâmetro médio dos grãos de fino a médio no intervalo amostral. Esta relação pode ser resultado da proximidade destes com as desembocaduras fluviais, em conjunto com a ação direta da linha contínua de *beachrocks*, que está disposta paralela à linha de costa, determinando o carreamento de sedimentos mais finos pelas correntes longitudinais neste trecho do litoral.

Figura 59 - Gráfico de distribuição espacial das amostras pelo diâmetro médio dos grãos.



Fonte: Autoral.

As amostras apresentaram uma redução gradual do diâmetro do grão ao longo da linha de costa, desde areia média até areia fina. Este comportamento distributivo ocorre provavelmente porque durante os períodos investigados os sedimentos médios estão distribuídos próximos aos canais, ou estão sendo carregados pela corrente longitudinal e depositados em outras regiões da praia, como por exemplo, sobre a região protegida pelos *beachrocks*.

Após a análise dos dados, pôde-se classificar, do ponto de vista granulométrico, os ambientes dos perfis da seguinte maneira: no Perfil 1 (Praia do Saco), os sedimentos da antepraia (AP) foram classificados como areia média e os sedimentos da praia (P) foram classificados como areia fina; no Perfil 2 (Maré Restaurante), os sedimentos da antepraia (AP), e praia (P) foram classificados como areia fina; no Perfil 3 (Figura 60) (Hotel Ponta Verde), os sedimentos da antepraia (AP) foram classificados como areia média e os da praia (P) como areia fina, sendo os cascalhos fragmentos de conchas, coral e recifes; no Perfil 4 (Leprosário), os sedimentos da antepraia (AP), da praia (P) e da pós-praia (PP) foram classificados como areia fina.

Pôde-se observar que, embora haja importantes diferenças na hidrodinâmica, no grau de ocupação humana e de conservação do ecossistema original ao longo da área de estudo, de maneira geral os sedimentos possuem distribuição granulométrica homogênea, tendo sido classificados, em sua maioria, como areia fina.

O Perfil 4, localizado no Leprosário, possuiu a granulometria mais fina, com o diâmetro dos grãos variando entre 0,16mm e 0,18mm. Como decorrência disto, percebe-se uma interferência dos sedimentos que vem da Laguna Mundaú na desembocadura do CELMM no sentido Sul da deriva litorânea. Ademais, o perfil é também aquele com menor interferência humana e maior preservação do ecossistema original. A combinação destes fatores resulta em pequenas acumulações de areia junto à linha de vegetação, que, com o passar do tempo, originam dunas moveis.

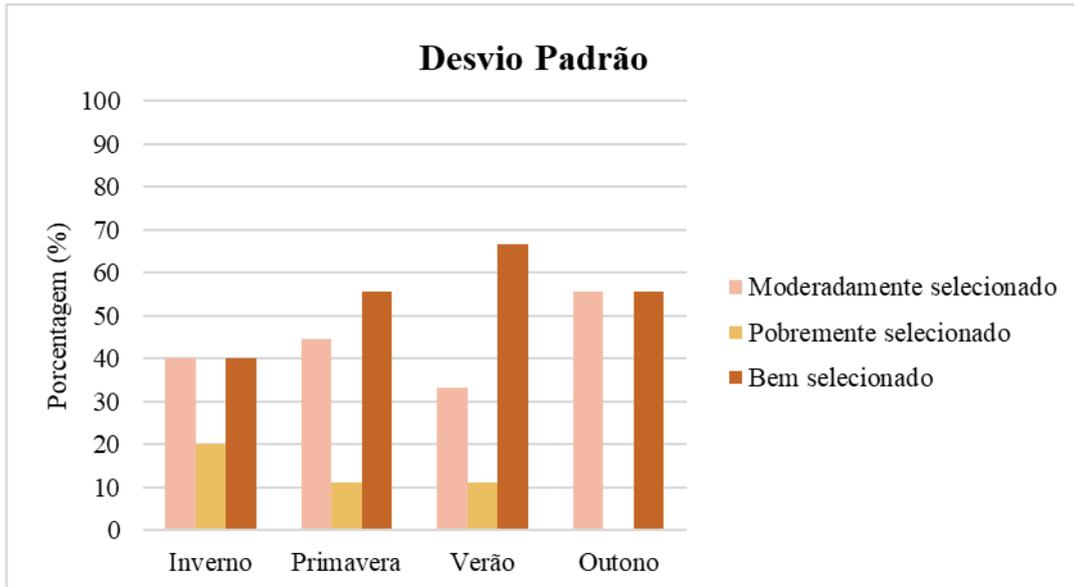
Figura 60 – Areia da antepraia do Perfil 3. Foto da areia durante o verão.



Fonte: Autoral.

Desvio Padrão (σ): No que se refere ao desvio padrão ou selecionamento das amostras, às classificadas como bem selecionadas prevaleceram em todas as estações climáticas monitoradas; seguidas pelas moderadamente selecionadas e pobremente selecionadas (Figura 61). A estação do verão se destaca pelo maior índice percentual de sedimentos classificados como bem selecionados, representando cerca de 66,67% das amostras neste período. Foi possível observar ainda, a ausência de sedimentos pobremente selecionados durante o outono, talvez substituídos pelo aumento no percentual de sedimentos bem e moderadamente selecionados, quando comparado as demais estações climáticas.

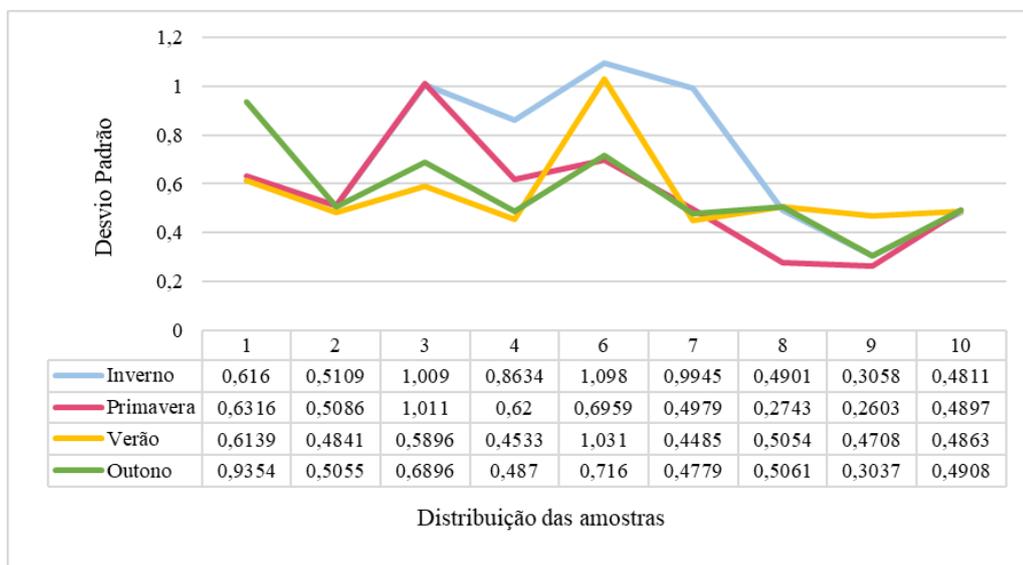
Figura 61 - Distribuição sazonal das amostras quanto ao selecionamento dos grãos.



Fonte: Autoral.

Esses resultados corroboram com Martins (2003), no qual afirma que os sedimentos de praia, em geral, são moderadamente a bem selecionados, devido à ação seletiva das ondas, enquanto que os sedimentos fluviais são pobremente a moderadamente selecionados. Com base nesta afirmação, a predominância de sedimentos moderadamente e bem selecionados no litoral da área de estudo (Figura 62), indica que os sedimentos distribuídos ao longo da costa são praias.

Figura 62 - Gráfico de distribuição espacial das amostras pelo Desvio Padrão.



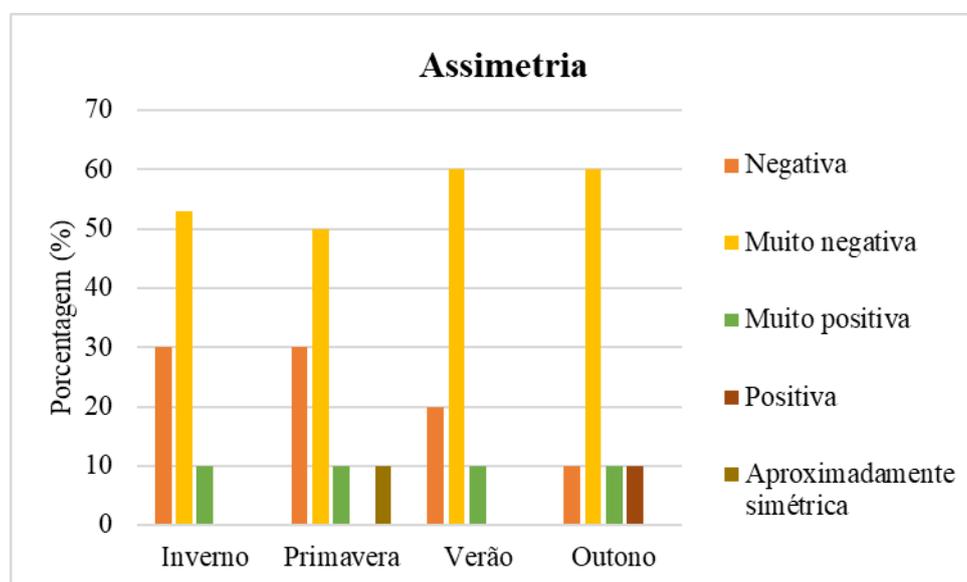
Fonte: Autoral.

As amostras que apresentaram sedimentos muito bem selecionados, sugerem a presença de sedimentos eólicos, já que o vento exerce um papel mais seletivo que as correntes marinhas como agente de transporte, como constatado em trabalhos anteriores como os de Mason & Folk (1958); Friedman (1962); Martins, (1967); Tabajara & Martins (2006) e Amim Jr. & Dillenburg (2010).

Assimetria: Ao se analisar o comportamento evolutivo da assimetria entre as estações monitoradas (Figura 63), verifica-se que durante o inverno, verão e outono não foram identificados sedimentos aproximadamente simétricos, prevalecendo a assimetria negativa a muito negativa, característicos de ambientes praias. Na primavera prevaleceram os sedimentos de caráter muito negativo, já sendo identificados dentre as amostras, sedimentos aproximadamente simétricos. A estação de outono foi a única que apresentou predomínio de sedimentos positivos, sendo este típico de ambientes fluviais e dunares. No verão há a inversão do caráter assimétrico dos sedimentos, prevalecendo os com características muito negativa.

Marconi & Abrahão (1975), Tabajara & Martins (2006) e Almeida (2018) também evidenciaram uma tendência à assimetria negativa em depósitos praias. Amim Jr. & Dillenburg (2010), estudando depósitos atuais e pretéritos na barreira holocênica da Pinheira (SC), também conseguiram estabelecer diferenças entre depósitos eólicos (dunas frontais) e praias (face praias) através dos parâmetros sedimentológicos, entre eles a assimetria positiva e negativa, respectivamente.

Figura 63 - Distribuição sazonal das amostras quanto a assimetria dos grãos.



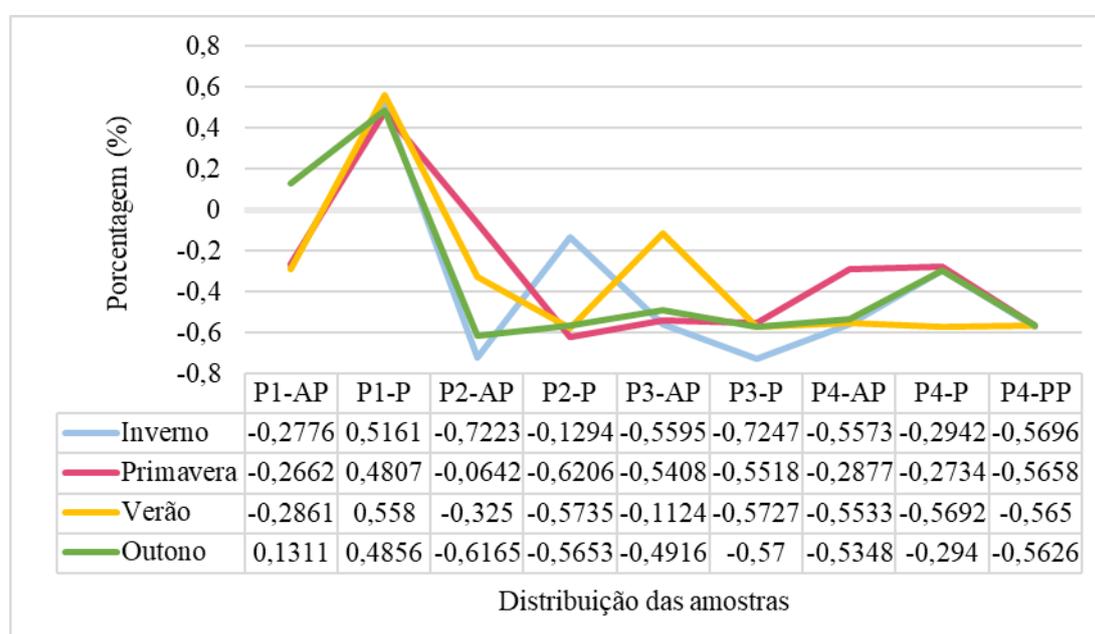
Fonte: Autoral.

Segundo Duane (1964), assimetria negativa ocorre somente em praias nas quais não existe a interferência de outros agentes costeiros, além de ondas e correntes costeiras, como é o caso do setor 3 (Leprosário), visto que, em praias com maior energia, as partículas mais finas dificilmente são depositadas, permanecendo em suspensão na coluna d'água, devido aos movimentos de fluxo (*wash*) e refluxo (*backwash*) resultantes da ação das ondas, sendo transportadas mar adentro até serem depositadas em locais com menor energia (RIBEIRO, 2014).

Com base nas afirmações e constatações dos autores citados, os diferentes resultados de assimetria demonstram que os sedimentos da área de estudo são praias, pois possuem assimetria negativa, mas também que os canais têm importante contribuição no transporte e deposição de sedimentos, visto que os resultados apresentam porcentagem significativa de sedimentos com assimetria positiva.

Os dados também revelam a alta variação de energia ao longo da costa, já que a assimetria negativa é relacionada a ambientes de alta energia; enquanto assimetria positiva, a ambientes de baixa energia, destaca-se a amostra do Perfil 1 no setor de Praia (P1-P) na figura 64. Em agosto (inverno) e outubro (primavera) de 2018 houve menor variação de energia do que em fevereiro (verão) e abril (outono) de 2019, provavelmente devido a maior quantidade de chuvas no decorrente ano.

Figura 64 - Gráfico de dispersão das amostras pela assimetria.



Fonte: Autoral.

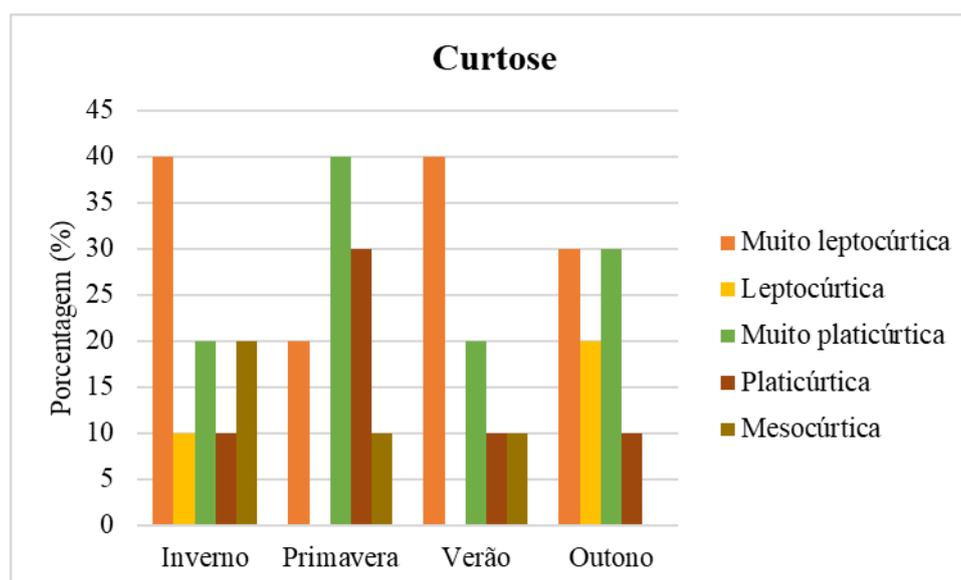
Assim, embora Suguio (1973) *apud* Almeida (2018) afirme que o significado físico da assimetria não seja de fácil interpretação, deve-se, segundo Friedman (1962), distinguir quando da presença de areias de praia (tipicamente negativa) com assimetria positiva, de areias de rio, pelo seu grau de seleção maior que os sedimentos fluviais.

Curtose: No que se refere ao grau de agudez dos picos de frequência granulométrica das amostras, verificou-se que em todas as estações climáticas analisadas intercalam-se entre sedimentos classificados como muito leptocúrtica e platicúrtica (Figura 65).

Ponçano (1986) afirma que estes parâmetros podem sugerir determinadas tendências deposicionais, quando platicúrtica podem indicar mistura de populações diferentes, e tendências de transporte, quando leptocúrtica podendo indicar remoção de alguma fração por meio de correntes oceânicas ou outros forçantes deposicionais.

Segundo Tabajara & Martins (2006), caso houvesse o predomínio de amostras mesocúrticas, este seria um indicativo de distribuições granulométricas característica de ambientes eólicos.

Figura 65 - Gráfico de distribuição percentual das amostras quanto a curtose.



Fonte: Autoral.

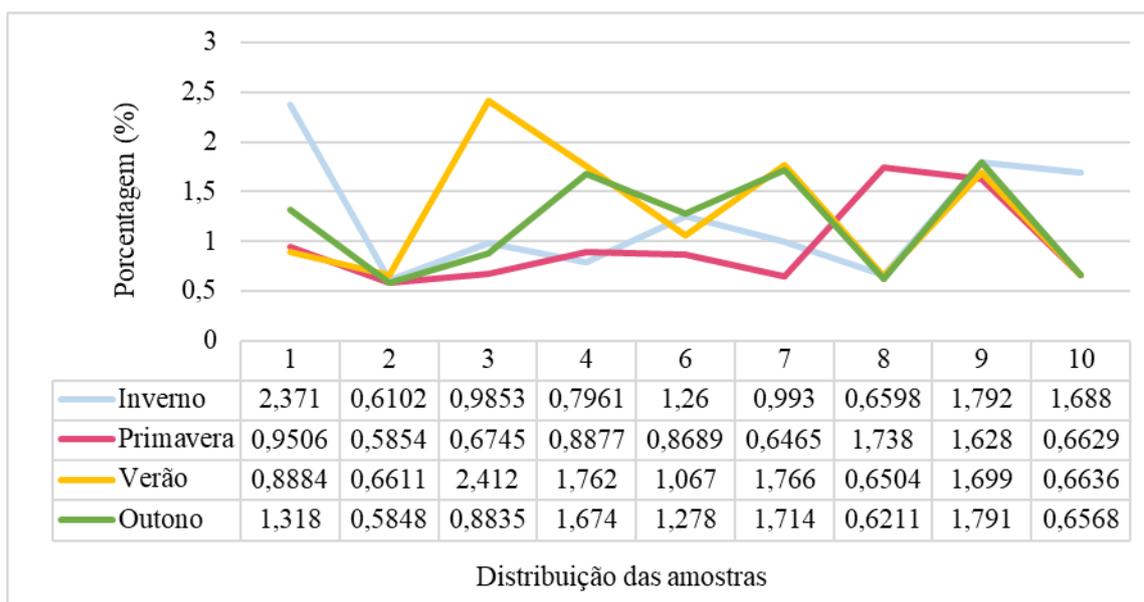
Ao se analisar o comportamento da curtose entre as estações climáticas, constata-se que o inverno se destacou por apresentar sedimentos distribuídos em todos os limites de classificação da curtose, além de identificar sedimentos classificados como leptocúrticos. A primavera registou a maior percentagem de sedimentos classificados como muito platicúrtica,

notando-se a ausência de sedimentos leptocúrtica, juntamente com o verão, quando comparada as demais estações climáticas. Durante a primavera e verão é possível notar o decréscimo no índice de sedimentos mesocúrtica quando comparado ao inverno, observa-se ainda a ausência no outono.

A predominância de valores de curtose classificadas como muito altos e baixos (muito leptocúrtica e muito platicúrtica) dentre as amostras analisadas (Figura 66), pode sugerir, segundo Folk e Ward (1957), que um determinado tipo de sedimento foi transportado de uma área fonte e depositado sem perder suas características originais.

Com base na afirmação de Martins (1965), em que os sedimentos de praia, em geral, possuem curvas com caráter leptocúrticas, pode-se inferir, portanto, que os sedimentos presentes na região média do estirâncio do litoral da área de estudo, são típicos de ambientes praias.

Figura 66 - Gráfico de dispersão das amostras pela curtose.



Fonte: Autoral.

Após a análise dos dados, pôde-se classificar os ambientes dos perfis da seguinte maneira: no Perfil 1 (Praia do Saco), os sedimentos da antepraia foram classificados como areia média, moderadamente selecionados, com assimetria negativa e curva muito leptocúrtica, enquanto os sedimentos da praia foram classificados como areia fina, bem selecionada, com assimetria muito positiva e curva muito platicúrtica; no Perfil 2 (Maré Restaurante), os sedimentos da antepraia e da praia foram classificados como areia fina, com assimetria muito negativa e curva

muito leptocúrtica, sendo a antepraia moderadamente selecionada, a praia bem selecionada; no Perfil 3 (Hotel Ponta Verde), os sedimentos da antepraia foram classificados como areia média, pobremente selecionados, com assimetria negativa e curva leptocúrtica, enquanto os sedimentos da praia foram classificados como areia fina, bem selecionada, com assimetria muito negativa e curva leptocúrtica; por fim, no Perfil 4 (Leprosário), os sedimentos da antepraia, da praia e da pós-praia foram classificados como areia fina com assimetria muito negativa, sendo a antepraia moderadamente selecionada com curva muito platicúrtica, enquanto a praia e a antepraia foram bem selecionadas com curva muito leptocúrtica.

Pôde-se observar que, embora haja importantes diferenças no grau de ocupação humana e de conservação do ecossistema original ao longo da área de estudo, de maneira geral os sedimentos possuem distribuição granulométrica homogênea, tendo sido classificados, em sua maioria, como areia fina, bem selecionada, com assimetria muito negativa e curva muito leptocúrtica.

Tal resultado está em consonância com o que se espera de um setor costeiro, haja vista que tais ambientes são caracterizados na literatura como possuidores de sedimentos de moderadamente a bem selecionados, com assimetrias negativas e curvas leptocúrtica. A caracterização granulométrica dos sedimentos é um dos fatores que auxilia na investigação dos processos erosivos, servindo como norteador de projetos de recuperação da costa.

5.4 Análise da vulnerabilidade à erosão da linha de costa

A avaliação da vulnerabilidade ambiental demonstra que a relação ambiental, como as alterações e degradações dos ecossistemas, os processos físicos e sociais estão todos inter-relacionados. Assim, a zona costeira vem a ser um dos ambientes de maior vulnerabilidade no seu capital natural e socioeconômico, em função mais recentemente como foi visto no capítulo 5 do seu acelerado processo de urbanização e a fragilidade dos ecossistemas costeiros.

Com isso, o cruzamento entre as diferentes variáveis, conforme a metodologia descrita anteriormente, resultou, na classificação do litoral quanto ao grau de vulnerabilidade à erosão costeira (Figura 74). Para isso foram utilizadas variáveis sedimentológicas, morfológicas individualmente discutidas nos itens anteriores e elaborado um mapa com os dados dos resultados para melhor visualização dos parâmetros estudados.

a) Banda 1 – Sedimentologia

Após as etapas de campos e análises em laboratório como já descritas no item 5.3 os valores obtidos foram colocados no programa *Sysgran* 3.0, onde foi possível classificar as amostras segundo sua granulometria em muito grossa, grossa, média, fina e muito fina. Estes encontram-se na Tabela 13 representando as características texturais dos sedimentos coletados.

Com isso, avaliando-se as variações granulométricas das praias de Marechal Deodoro para o período de estudo, verificou-se que há uma alternância de areia média e fina na praia do Saco da Pedra, que é justificado pela presença da *inlet* do CELMM, que influencia na granulometria.

Enquanto que na praia do Francês (P2 e P3) há uma alternância das areias finas e médias no setor praia e antepraia entre agosto/2018 e outubro/2018, respectivamente. Essas variações provavelmente estão associadas a mudanças na energia (ondas e marés), que interferem também na inclinação da praia.

Com relação ao setor do Leprosário (P4) não ocorreu variações durante o período monitorado, predominando os sedimentos finos.

Tabela 13 - Características texturais dos sedimentos coletados.

Perfis	Setores	agosto/2018	outubro/2018	fevereiro/2019	abril/2019
P1	Pós-praia	*	*	*	*
	Praia	fina	fina	fina	fina
	Antepraia	média	média	média	média
P2	Pós-praia	*	*	*	*
	Praia	média	fina	fina	fina
	Antepraia	fina	média	fina	fina
P3	Pós-praia	*	*	*	*
	Praia	fina	fina	fina	fina
	Antepraia	fina	fina	média	fina
P4	Pós-praia	fina	fina	fina	fina
	Praia	fina	fina	fina	fina
	Antepraia	fina	fina	fina	fina

*Sem presença de Pós-praia.

Fonte: Autoral.

b) Banda 2 – Dinâmica Costeira

A corrente de deriva, que passa paralela a linha de costa e pode transportar ou depositar sedimentos, na área em estudo ocorre no sentido de Norte para Sul, podendo ser também condicionada pelos ventos e marés.

c) Banda 3 – Inclinação das praias

Com relação a inclinação das praias estudadas, observamos que ao longo de toda a região tem uma média de 2,4°, com variações pontuais em (P1, 2° a 3,5°), (P2, 1° a 3°), (P3, 1° a 4°) e em P4 (1° a 4°), apresentados na tabela 14. Esses graus de inclinação estão associados à energia na área.

Tabela 14 – Dados de inclinações coletados por perfil.

Perfis	Inclinação			
	agosto/2018	outubro/2018	fevereiro/2019	abril/2019
P1	1,5°	3°	2°	3°
P2	3,5°	3,5°	2°	2°
P3	3°	2°	1°	1°
P4	2°	4°	1°	1°

Fonte: Autoral.

d) Banda 4 – Vulnerabilidade à erosão

Assim avaliando-se a vulnerabilidade à erosão costeira na área em estudo, observa-se que o ponto P1 (praia do Saco da Pedra) classifica-se como de alta vulnerabilidade. Por apresentar ausência de pós-praia, caracterizada pela ocupação antrópica intensa e consolidada, por edificações residenciais, de veraneio e comerciais. Bem como estirâncio reduzido, degradação da vegetação nativa e impermeabilização dos terraços marinhos, pela ocupação, que altera o regime de movimentação dos sedimentos (Figura 67 e 74).

Este subsetor representa o trecho do litoral com a maior diversidade geomorfológica da área de estudo. Destacam-se os depósitos e várzeas flúvio-lagunares com baixo gradiente topográfico, identificados pela presença dos manguezais nas regiões de influência do CELMM; as praias arenosas e o alinhamento estrutural de *beachroks*.

Figura 67 - Trecho com Alta Vulnerabilidade: Impermeabilização do cordão litorâneo através da construção de muros de praia; Alta urbanização da pós-praia; e praia reduzida durante o período de preamar.



Fonte: Autoral.

Nos pontos P2 e P3 (centro da praia do Francês) observou-se o processo de ocupação desarmônica de forma mais intensa na zona de pós-praia, processo que influencia diretamente na dinâmica costeira. Apesar de não haver mais o grande número de barracas, bares e

restaurantes que existiam na região, que foram retirados no final do ano de 2017, ainda se verifica a presença de construções sem planejamento e consciência ambiental (Figuras 68, 69, 70).

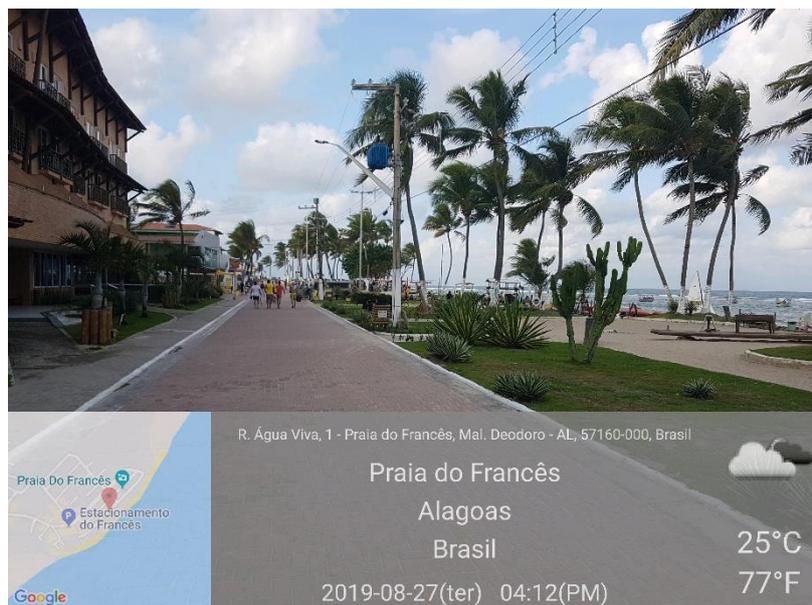
Quanto à vulnerabilidade, podemos classificá-la, conforme Dal Cin & Simeoni (1994), como sendo de média vulnerabilidade, em função do nível de impermeabilização da pós-praia através da urbanização desordenada, da praia bem desenvolvida e da instalação de obras de contenção do cordão litorâneo (Figura 74).

Figura 68 - Trecho do Hotel Ponta Verde com Média vulnerabilidade à erosão: Contenção do cordão litorâneo através da construção de muros de praia; Alta urbanização da pós-praia; e Praia parcialmente bem desenvolvida.



Fonte: Autoral.

Figura 69 - Trecho com Média vulnerabilidade à erosão: Impermeabilização do cordão litorâneo através da construção de pavimentação; Alta urbanização da pós-praia.



Fonte: Autoral.

Figura 70 – Trecho do Ponto 2 com Média vulnerabilidade à erosão: Impermeabilização do cordão litorâneo através da construção de escadarias e aterro de construção civil; Alta urbanização da pós-praia.



Fonte: Autoral.

No ponto P4, localizado mais ao Sul, já não há a presença de construções, de forma que nessa região verifica-se um estirâncio e pós-praia bem mais desenvolvidos, além da ausência de estruturas de contenção.

Distinto dos setores anteriores, a praia emersa é limitada geralmente por bermas seguidas por cordões arenosas consolidadas e recobertas por vegetação típica de restinga que se prolongam até a pós-praia, como poáceas, gramíneas, salsas de praia, capim de areia, psamófica herbácea alastrante e arbustiva de pequeno porte (Figura 71).

Figura 71 – Trecho do Ponto 4 com Baixa vulnerabilidade à erosão: Cordões litorâneos fixados por vegetação de restinga; e praia bem desenvolvida.



Fonte: Autoral.

Em alguns trechos, a bermas apresenta zonas erosivas frontais resultantes da dinâmica das ondas durante as preamares de sizígia e/ou de tempestade, retornando a se reconstituir entre estes momentos.

Quanto à vulnerabilidade, podemos classificá-la, conforme Dal Cin & Simeoni (1994), como sendo de baixa (predominante) visto que a mesma apresenta uma compartimentação praial bem desenvolvida e com todos os seus sub-ambientes (pós-praia, estirâncio e antepraia) preservados (Figuras 72, 73 e 74).

Figura 72 – Trecho do Ponto 4 com Baixa vulnerabilidade à erosão: Ausência de urbanização na região da pós-praia; Terraço marinho holocênico preservado e fixados por vegetação de restinga.



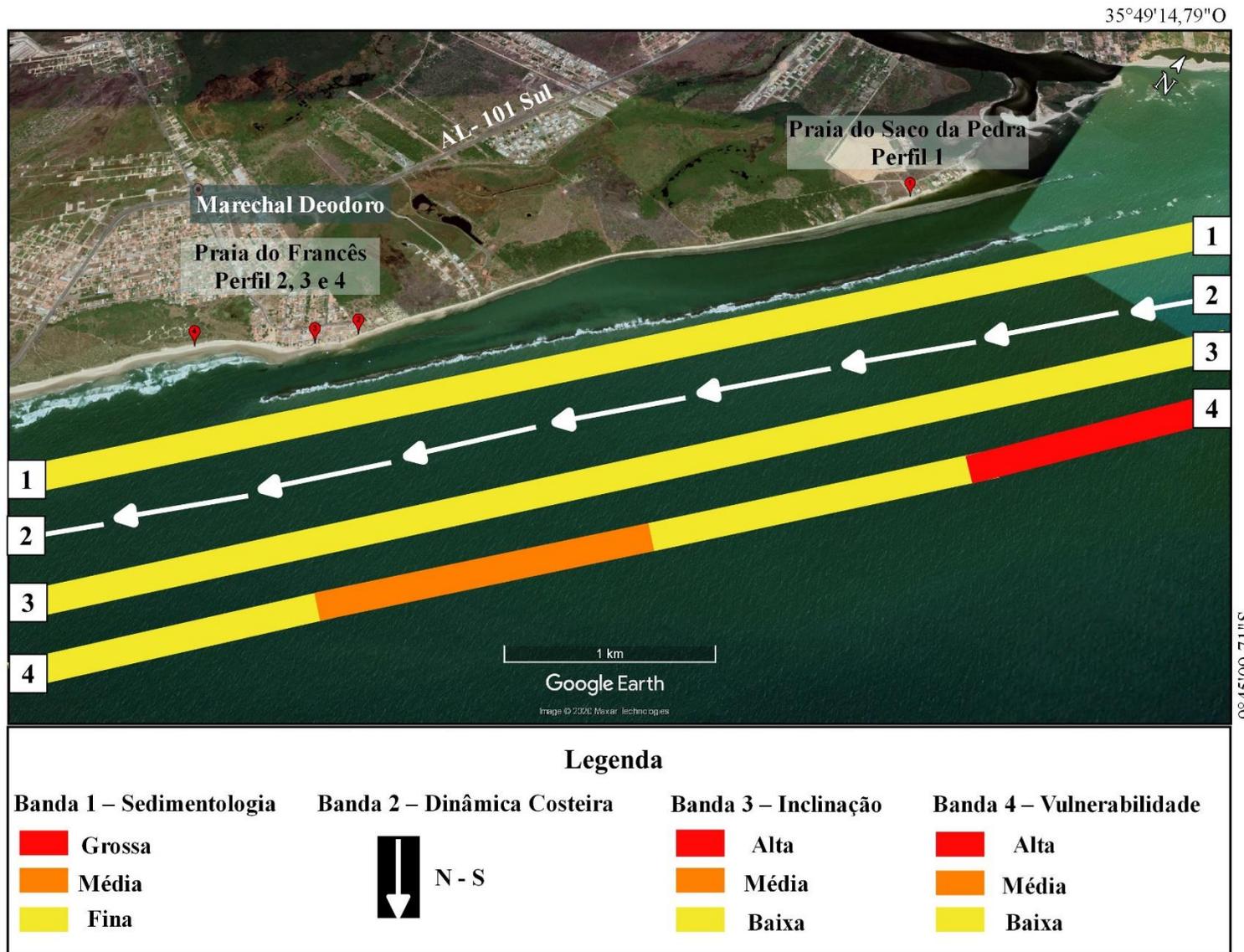
Fonte: Autoral.

Figura 73 – Trecho do Ponto 4 com Baixa vulnerabilidade à erosão: Praia bem desenvolvida; Formação de bermas.



Fonte: Autoral.

Figura 74 – Mapa de Vulnerabilidade à erosão na planície costeira de Marechal Deodoro/AL.



Fonte: Autoral.

5.5 Caracterização Geoambiental

5.5.1 Zoneamento Ambiental

A Constituição Federal define a Zona Costeira em seu § 4º do Art. 225 como um patrimônio nacional e a destaca como a porção do território brasileiro que deve ter mais atenção do poder público em relação a sua ocupação e uso de recursos para que a preservação do meio ambiente seja assegurada. Este destaque é expresso na Lei nº 7661 de 16 de maio de 1988 que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) que integra a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM).

Esta lei prevê o zoneamento dos usos e atividades na zona costeira de forma que a prioridade deve ser sempre a preservação, conservação e proteção dos recursos naturais, tais como os recifes, bancos de algas, complexos estuarinos e lagunares, sítios ecológicos, praias e outros; e afirma que qualquer alteração ou modificação nas características naturais da zona costeira devem ser realizadas respeitando, além da lei nº 7661/88, as legislações federais, estaduais e municipais e sempre respeitando as diretrizes dos Planos de Gerenciamento Costeiro. Para prevenir qualquer degradação ou uso indevido dos recursos naturais costeiros, é prerrogativa da PNGC a criação de unidades de conservação permanente.

Ainda no âmbito legislativo, esta lei determina que o ambiente praial, ou as praias, são bens públicos de uso comum e que o acesso ao mar deve ser assegurado de forma livre e franca, de forma que nenhuma urbanização ou qualquer tipo de utilização do solo da zona costeira impeça ou dificulte este acesso.

A ocupação da faixa praial, as encostas, as planícies dos rios são áreas de risco constantes nos municípios. Nos últimos anos, na área em estudo como foram mapeados no item 5.1 desta dissertação, foram observadas instalação de diversos condomínios, loteamentos fechados e tantas outras ocupações, tanto no ambiente litorâneo quanto no pré-litorâneo (Formação Barreiras/ Tabuleiros). Já no ambiente aquático o principal agente degradador observado foi o turismo de massa. O Quadro 08, resumo abaixo, com base em Santos (1998), analisa as características geológicas, uso atual e impactos, as condições de vulnerabilidade e a possibilidade de uso compatível.

Quadro 08 – Zoneamento Geoambiental de Marechal Deodoro/AL.

Unidades Geoambientais		Características Geológicas	Uso atuais e impactos	Condições de Vulnerabilidade	Uso Compatível
Pré-Litorâneo		Sedimentos Terciários da Fm. Barreiras.	Expansão Urbana; Ocupação desordenada nas encostas (favelização); Resíduos Sólidos, cana-de-açúcar), Fábrica de Gelo.	Baixa vulnerabilidade na superfície dos tabuleiros e alta vulnerabilidade nas encostas e com a implantação da cana de açúcar levando a erosão.	Áreas de proteção APA de Santa Rita, ocupação urbana organizada no topo dos tabuleiros; aproveitamento hídrico subterrâneo. Nas encostas, preservação e recuperação da vegetação nativa.
Litorâneo	Praia	Sedimentos Quaternários da Planície costeira.	Expansão urbana desordenada, implantação de vários condomínios, deficiência na coleta de resíduos sólidos e de saneamento, expansão turismo, lazer e comercial. Ocupação da pós-praia desordenadamente e implantação de várias obras de contenção a erosão.	Alta vulnerabilidade, com solo permeável propenso a contaminações, área de recarga de aquífero. Vários setores propensos a erosão costeira e intensificados pela ocupação desordenada e com obras de contenção. Presença de postos de combustíveis, cemitérios e fábrica de gelo.	Lazer e turismo (APA Santa Rita e RESEC do Saco da Pedra); área de comércio e expansão urbana controlada. Preservação da faixa de praia e sua vegetação.
	Arenito de Praia	Sedimentos Quaternários distribuídos na Planície, praia e plataforma interna, formando uma, duas a três linhas paralelas a semiparalelas a linha de costa.	Proteção natural da linha de costa, turismo de observação e pesca de subsistência.	Alta vulnerabilidade, pela facilidade de acesso na maré baixa ou através de embarcações.	Turismo de observação controlado com plano de manejo e monitorado constantemente.
	Recife de Corais e Algas	Sedimentos quaternários compostos de colônias de corais e algas.	Proteção natural da linha de costa, berçário natural de corais e algas e turismo de observação de peixes, corais e algas.	Alta vulnerabilidade, pela facilidade de acesso na maré baixa ou através de embarcações.	Turismo de observação controlado.
Aquático	Mangues	Sedimentos quaternários da Planície Holocênica	Alguns setores preservados como na APA de Santa Rita e RESEC do Saco da Pedra. Expansão Urbana: susceptíveis a aterros e ocupações diversas.	Alta vulnerabilidade. Solo saturado, área de equilíbrio na troca rios / estuário/Laguna e oceano.	Abrigo natural de diversas espécies. APP com manejo racional e preservação permanente de sua biodiversidade com monitoramento constante.
	Corpos d'água	Compreendem as águas superficiais formadas pelo oceano, canal de fora do CELMM.	Ocupação em suas margens, turismo	Alta vulnerabilidade. Sujeito a dragagens e ocupação desordenada, podendo desencadear processos de erosão levando a construção de obras costeiras (muros).	Transporte e turismo com manejo/restrições e sob constante monitoramento

Fonte: Santos (1998), adaptada pela autora.

➤ Ambiente Pré-Litorâneo

Este ambiente é caracterizado pelos Tabuleiros Costeiros e suas encostas, que ocupam uma boa parte do território do município. É neste ambiente que ocorrem algumas interferências ambientais de maior impacto como a retirada de sedimentos para construção civil (saibro e aterro), uso agropecuário e plantios de cana-de-açúcar. Um dos maiores problemas observado neste ambiente é a ocupação desordenada das encostas que ficam susceptíveis a movimentos de massa tais como deslizamentos.

➤ Ambiente Litorâneo

Compõe toda a extensão da Planície Costeira (Qspa) que vai desde o contato com o ambiente aquático até as encostas do ambiente pré-litorâneo, onde encontra-se nossa área de estudo delimitada pela linha de costa e a rodovia AL-101 Sul. O crescimento exponencial nas últimas décadas (item 5.1) na planície costeira de Marechal Deodoro, demonstra uma alta aceleração no processo de conurbação em paralelo a capital alagoana, esse fator foi verificado pelo aumento de condomínios residências construídas nas últimas décadas. Em consequência as terras úmidas são aterradas e as margens dos canais são dragados e se estabelecem novas construções. Geomorfologicamente este ambiente é constituído por praias arenosas, cordões litorâneos, recifes de corais e algas e arenitos de praia. Estas áreas são as mais valorizadas no município devido ao seu potencial turístico e ocupação de veraneio, sendo as praias do Francês e do Saco da Pedra o setor mais valorizado.

➤ Ambiente Aquático

Envolve o oceano Atlântico, que margeiam as praias e o canal de fora do Complexo Estuarino Lagunar.

Assim como o litoral brasileiro, a zona costeira deodoroense abriga uma diversidade vital e de alta relevância ambiental. É, portanto, constituída de diversos ecossistemas interdependentes e alternância entre restingas, manguezais, remanescentes de Mata Atlântica, recifes de coral, bancos arenosos, praias (Praia do Saco da Pedra e Praia do Francês), estuários

e lagunas (como o Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba – CELMM: o mais importante ecossistema do Estado, detentor de alta biodiversidade).

O município de Marechal Deodoro abriga duas unidades de conservação, ambas estaduais. A primeira denomina-se a Área de Proteção Ambiental de Santa Rita, criada em 19 de dezembro de 1984 pela Lei Estadual nº 4.607, e regulamentada pelo Decreto nº 6.274 de 05 de julho de 1985. Com 68,84% de área ocupada em Marechal Deodoro, é composta por uma vasta rede de canais interlagunares que possibilitou a formação de várias ilhas, sendo a maior delas a Ilha de Santa Rita, com 12 km² e um comprimento de 7 km e 3 km de largura, e considerada a maior ilha lagunar do Brasil (IMA-AL). Assim, de acordo com o Plano de Manejo, a Área de Proteção Ambiental de Santa Rita encontra-se no centro da faixa litorânea alagoana, inserida no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú - Manguaba, compreendendo todas as ilhas situadas nos canais da região estuarina, além das encostas dos tabuleiros e as restingas.

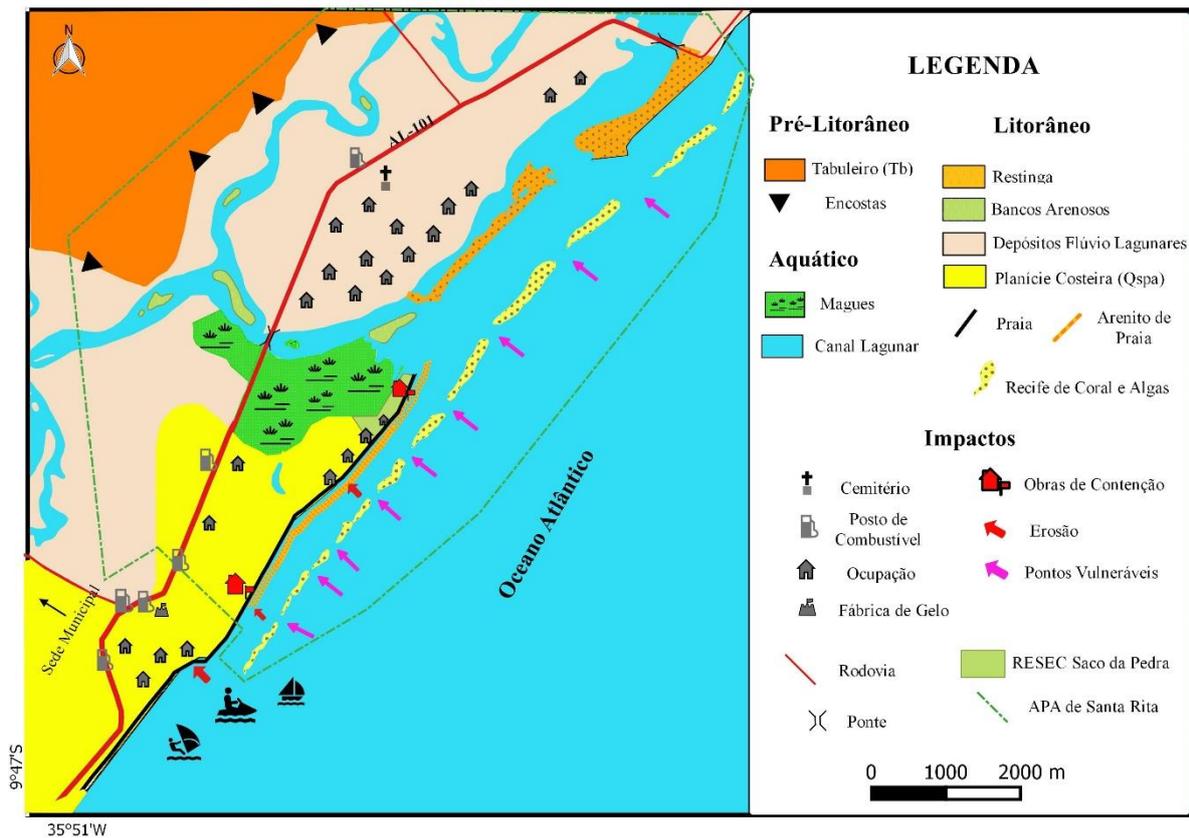
A segunda unidade de conservação é a Reserva Ecológica de Saco da Pedra (RESEC do Saco da Pedra), situada dentro da abrangência da APA de Santa Rita, onde a formação arenosa ao longo da linha de praia, estendendo-se da barra do CELMM até a parte exposta do recife de arenito conforme as oscilações da maré.

Observa-se, ainda, que estas unidades de conservação passam pelo processo de expansão urbana e são bastante degradadas por ações antrópicas. Com o que vem ocorrendo a partir da duplicação de (25,8 km) da AL-101 Sul, em 2012, ligando o bairro do Pontal da Barra, na capital alagoana, ao trevo do Gunga, na Barra de São Miguel, estimulou o crescimento imobiliário na região com loteamentos e condomínios fechados.

Atrelado à urbanização desordenada que avançou bastante nas décadas de 2000 e 2010, vieram os impactos antrópicos levados pela falta de saneamento, disposição de resíduos sólidos, poluição hídrica, levando a planície costeira a potenciais riscos.

Assim para melhor sintetizamos os levantamentos realizados o mapa geoambiental abaixo, que agrupa os ambientes (pré-litorâneo, litorâneo e aquático) de parte da planície costeira do município de Marechal Deodoro (Figura 75).

Figura 75 – Mapa Zoneamento Geoambiental na planície costeira de Marechal Deodoro/AL.



Fonte: Autoral.

O mapa de zoneamento geoambiental acima, resume então os principais problemas ambientais de parte da planície costeira, suas transformações e modificações e ocupações, bem como os principais potenciais de risco como cemitério, fábrica de gelo e postos de combustíveis. Desta forma, constatou-se que a área em estudo é formada por um ambiente dinâmico em situação de fragilidade decorrente da própria característica natural e das pressões sobre eles exercidas. E, que existe a necessidade urgente de ações sustentáveis que possibilite a preservação e recuperação dos ambientes naturais.

5.5.2 Principais Agentes de Impactos Ambientais

Nas regiões costeiras e marinhas, a avaliação de impactos ambientais se junta a outros instrumentos de gestão para auxiliar na resolução de inúmeros conflitos ambientais. A gestão dos recursos naturais em áreas costeiras tem se confrontado com problemas ambientais mundiais, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade e mudanças no uso da terra, além de problemas sociais.

- Ocupação Urbana

Um dos principais agentes de impacto ambiental na planície costeira do município é a ocupação urbana desordenada que estão associados a outros problemas como a falta de saneamento básico, drenagem e a coleta dos resíduos sólidos.

Como pode ser verificado nas figuras 76, as construções avançam cada vez mais na faixa de praia e nas margens da laguna. Estas ocupações são constantes no território e já são consideradas áreas de riscos pela defesa civil municipal. Nos últimos anos pode-se constatar que alguns loteamentos e condomínios privados foram construídos próximos a estas áreas, tanto no ambiente pré-litorâneo como no litorâneo, levando a construções de vários muros e obras diversas de contenção a erosão marinha.

Figura 76 – Construção de muro de contenção na região da Barra Nova.



Fonte: Rochana Santos, 2018.

As praias são ocupadas, na sua maioria, por residências de uso sazonal ou de veraneio, mas também possui residências de uso contínuo, comércio e estabelecimentos públicos. É nesta região que existe a maior procura por novos espaços e onde se concentra os maiores índices de expansão urbana. Um dos exemplos de impactos que já acontece nesta região foi a construção de um muro de contenção utilizando-se sacos de areia (Figura 77) para impedir que a erosão marinha desestruture as residências mais próximas ao mar. De acordo com relatos de moradores antes da construção do muro alguns estabelecimentos comerciais e muros de residências foram destruídos devido a erosão.

Figura 77 – Muro de contenção utilizando sacos de areias na praia do Saco da Pedra (Perfil 1).



Fonte: Autoral.

- Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) de Marechal Deodoro eram depositados em um lixão localizado em uma área de tabuleiro às margens da rodovia AL-215, distante aproximadamente 4 km do centro histórico do município. Este lixão foi encerrado em junho de 2014. Concomitantemente foi aberta uma Célula Emergencial Controlada (Aterro Controlado), com aproximadamente 5.600 m², para o descarte dos RSU localizada ao lado do antigo lixão (CARVALHO, 2016).

Os resíduos destinados na Célula Emergencial eram cobertos por solo argiloso, caracterizando um aterro controlado. Porém, a cobertura com o solo deixou de ser feita com frequência, não havia drenagem do chorume nem dos gases gerados, o que facilitava a

combustão espontânea e a geração de grande volume de percolato, principalmente nos períodos chuvosos. Assim, o Aterro Controlado passou a ter as mesmas características do lixão.

Em 13 de janeiro de 2017, a Célula Emergencial Controlada foi fechada e os RSU passaram a ser destinados ao Aterro Sanitário da cidade de Pilar, localizada a aproximadamente 15 km de Marechal Deodoro (MARECHAL DEODORO, 2017).

A quantidade de RSU em Marechal Deodoro diminuiu em 2018, provavelmente devido a implantação da coleta seletiva municipal, a qual já está sendo implantada no município, através da criação da Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Marechal Deodoro (COOPMAR) estarão coletando material reciclável espalhado pela praia, e conscientizando os banhistas sobre a preservação do meio ambiente e como manter a praia limpa (Figura 78).

Figura 78 – Coleta seletiva e pontos de reciclagem na praia do Francês.



Fonte: Prefeitura de Marechal Deodoro e Autoral.

- Efluentes Sanitários

Durante as etapas de campo foram observados diversos pontos com línguas sujas na praia do Saco da Pedra. A população não dispõe de saneamento, quando muito de fossas sépticas para os resíduos sanitários e as águas de usos outros são colocados nas ruas, canais ou nas praias (Figura 79). O município tinha um projeto para coleta, tratamento e destino final para a praia do Francês e a sede municipal que teria tratamento e destino final para o canal de dentro da laguna Manguaba, mas até agora as obras não foram finalizadas.

Figura 79 – Lançamento de efluente sanitário por encanamento através do muro residencial.

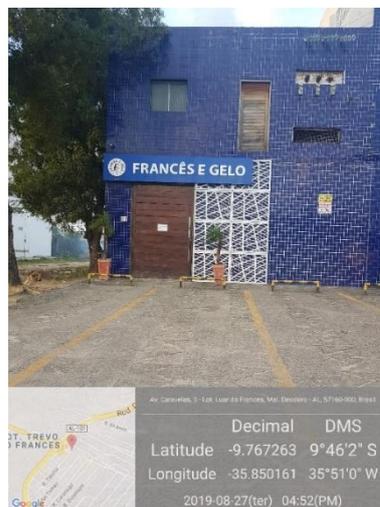


Fonte: Autoral.

- Fábrica de Gelo

Com base nos levantamentos, foi verificada a presença de uma fábrica de gelo (Figura 80) na área urbana da praia do Francês, responsável por abastecer as embarcações, moradores e turistas. Tal empreendimento, entretanto, atendendo as normas de segurança e manutenção não gera impacto, porém, em caso de vazamento de amônia, usada na fabricação do gelo, os impactos podem ser severos.

Figura 80 – Fábrica de Gelo na praia do Francês.



Fonte: Autoral.

O gás amônia é tóxico e explosivo caso inseridos em concentrações com 15-30% de seu volume, é irritante para as vias respiratórias, pele e olhos e dependendo do tempo e nível de exposição a irritação pode acarretar em lesões corporais e em casos extremos à morte. Assim, o risco de poluição e o impacto ambiental é alto para este tipo de empreendimento que deve sempre ser fiscalizado e acompanhado.

- Cemitério

Na área de estudo se tem um único cemitério localizado na planície costeira da Ilha de Santa Rita, chamado de Cemitério Padre Silvestre (Figura 81), nos sedimentos flúvio-lagunar que atendendo a população local dentro do espaço urbano e que foi construído décadas atrás em uma época que não se existia preocupação com as questões ambientais e com o necrochorume oriundo da decomposição dos corpos. Este poluente constitui-se de um líquido viscoso que é responsável por contaminar o solo e as águas subterrâneas, podendo transmitir uma série de doenças.

Figura 81 – Entrada do Cemitério municipal na Barra Nova.



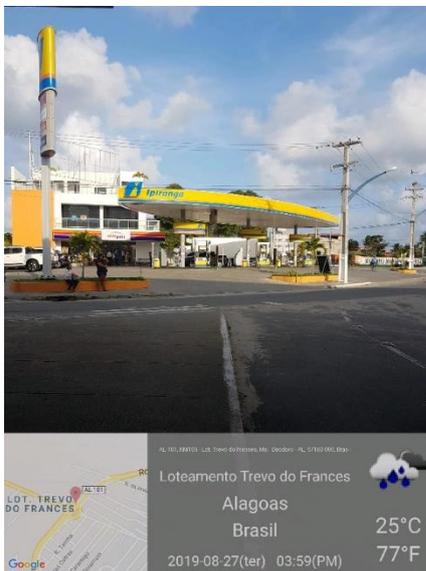
Fonte: Autoral.

- Postos de Combustíveis

Com o levantamento, verificou-se a existência de 6 (seis) postos de combustíveis (Figura 82), na planície costeira tanto nas margens da AL-101 Sul como na praia do Francês. Como se sabe nestes estabelecimentos são manipulados combustíveis (gasolina, álcool e diesel), óleo lubrificantes, produtos de limpeza automotiva e outros. É admissível que estes materiais podem poluir o ar, o solo e os corpos hídricos caso ocorra algum descumprimento de norma de

segurança ou falha nos equipamentos de armazenamento. Tais como, os combustíveis ao serem descarregados podem transbordar do tanque subterrâneo ou ocorrer um vazamento nos tanques, por exemplo.

Figura 82 – Posto de Combustível na entrada da praia do Francês.



Fonte: Autoral.

- Unidades de Conservação – UC's

O município de Marechal Deodoro contém duas unidades de conservação, ambas estaduais.

A primeira denomina-se a Área de Proteção Ambiental de Santa Rita, considerada a maior ilha lacustre ou estuarina do Brasil, segundo o Instituto do Meio Ambiente do estado de Alagoas. Assim, de acordo com o Plano de Manejo, a Área de Proteção Ambiental de Santa Rita encontra-se no centro da faixa litorânea alagoana, inserida no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú - Manguaba, compreendendo todas as ilhas situadas nos canais da região estuarina, além das encostas dos tabuleiros e as restingas.

A segunda unidade de conservação é a Reserva Ecológica de Saco da Pedra (RESEC do Saco da Pedra), situada dentro da abrangência da APA de Santa Rita, onde a formação arenosa ao longo da linha de praia, estendendo-se da barra do CELMM até a parte exposta do recife de arenito conforme as oscilações da maré.

Observa-se, ainda, que estas unidades de conservação vêm sofrendo com a expansão urbana e são as mais degradadas ambientalmente devido às intensas ações antrópicas. Notou-

se que a duplicação de 25,8 km da AL 101 Sul, concluída em 22 de setembro de 2012, ligando o bairro do Pontal da Barra, na capital alagoana, ao trevo do Gunga, na Barra de São Miguel, estimulou o crescimento imobiliário na região, principalmente a partir da implantação de loteamentos e de condomínios fechados.

5.5.3 Matriz de Impactos Ambientais

Devido à grande extensão e à diversidade das suas características naturais, a zona costeira brasileira é marcada por inúmeros contrastes em sua morfodinâmica. Aliado a esses aspectos, tem-se grande concentração populacional e os diferentes tipos de uso e ocupação dessa região, que, muitas vezes ocorrem de forma conflitante com as características naturais e com a complexidade dos seus diversos ambientes. Tal interferência humana, ao não respeitar as particularidades desse complexo e frágil ecossistema, resulta em desastrosos impactos ambientais.

Ao observar os impactos ambientais que atingem a região é necessário pensar em alternativas de gestão visando à redução dos danos causados ao ambiente. Através de ações consorciadas, o município pode obter soluções mais eficazes para os problemas que os atingem.

Algumas medidas mitigadoras propostas como ações para diminuir a intensidade e as consequências dos impactos ambientais na região de estudo, como: eficazes dos sistemas de tratamento dos efluentes sanitários; adotar medidas de valorização dos bens naturais e culturais; viabilizar a preservação das Áreas de Proteção Ambientais; elaborar e implantar plano de manejo; investir na conscientização e educação ambiental. Para que todas essas ações propostas sejam eficazes, é necessário a participação de todos os setores da sociedade e em busca do desenvolvimento socioeconômico sustentável da região.

Com esta matriz é possível organizar as informações obtidas nos levantamentos de campo, imagens de satélite e levantamento dos agentes de poluição. Os principais agentes de impactos ambientais, que surgem durante o processo de ocupação urbana e modificam os meios físicos, biológicos e socioeconômicos, contribuirão como ferramentas desta diretriz. A tabela 15 apresenta de uma forma clara, objetiva e visual o que tem acontecido na área de estudo.

A matriz de impactos ambientais apresenta dois eixos, o das características e o das ações desenvolvidas. No primeiro eixo, estão expressos os componentes afetados por impactos nos meios físicos, bióticos e antrópicos. No segundo, as ações desenvolvidas ao longo da área de

estudo, todas ações antrópicas com influência positiva (verde), negativa (vermelho) ou neutra (amarelo).

As intensidades dos impactos foram representadas como, alto, médio, baixo, analisadas de forma subjetiva, levando-se em consideração a degradação causada ao ambiente. E as cores foram aplicadas para melhor visualização e entendimento.

Após a análise da Matriz de Impactos, verificamos que o processo de urbanização teve ação agressiva e impactantes, bem como, o turismo sazonal e a falta de saneamento apresentando uma intensidade elevada de impactos negativos, como descarte dos resíduos sólidos. Porém, a criação da APA de Santa Rita e da Reserva Ecológica de Saco da Pedra (RESEC do Saco da Pedra) geraram impactos positivos.

Mas, uma análise final da matriz demonstra que a maioria dos impactos foram negativos chegando a 54%, neutros 35% e apenas 11% positivos, ficando claro que o processo de urbanização sem planejamento torna-se danoso ao ambiente natural.

Tabela 15 - Matriz de Impactos Ambientais em parte da planície costeira de Marechal Deodoro.

Características Ações desenvolvidas		Meio Físico						Meio Biótico		Meio Antrópico						
		Solo		Água		Ar		Flora	Fauna	Paisagístico	Habitação	Saúde	Lazer	Tráfego	Valor Patrimonial	Geração de Empregos
		Alterações na Topografia	Erosão	Canal	Oceano	Ruído	Gases									
		X1	X2	X3	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
Ocupação Regular	Y1	B	M	A	0	B	0	B	B	0	B	B	B	B	A	M
Ocupação pelo turismo sazonal	Y2	M	A	A	A	A	0	M	M	M	A	0	A	A	M	M
Equipamentos Turísticos	Y3	M	M	A	A	M	0	M	A	A	A	0	M	A	A	M
Drenagem de águas pluviais	Y4	0	A	M	B	0	0	0	B	B	B	B	B	0	B	0
Pavimentação de vias	Y5	M	B	0	0	B	0	B	M	B	M	B	B	A	B	0
Descarte de resíduos sólidos	Y6	B	B	A	B	B	B	M	B	M	M	B	M	0	B	M
Trânsito de veículos automotores	Y7	M	0	B	A	A	A	A	B	0	A	B	M	A	B	0
Pesca comercial	Y8	0	0	M	A	A	M	M	M	0	0	0	0	A	0	A
Pesca artesanal	Y9	0	0	M	0	B	0	B	M	0	0	0	0	B	0	B
Postos de combustíveis	Y10	M	0	B	0	A	M	B	M	B	A	B	0	A	A	A
Chorume e necrochorume	Y11	0	0	A	0	0	A	B	M	0	M	M	0	0	A	0
Fábrica de gelo	Y12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	A	0
Fossas e sumidouros	Y13	M	0	A	M	0	B	B	B	0	A	M	0	0	0	0
APP	Y14	A	A	A	A	B	0	A	A	M	A	0	M	A	A	0
Legenda			Negativo		Neutro		Positivo	B		Baixo	M	Médio	A	Alto	0	Neutro

Fonte: Leopold e Lollo (2005), adaptado pela autora.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento populacional nas últimas décadas na planície costeira de Marechal Deodoro, demonstra uma alta aceleração no processo de conurbação em paralelo a capital alagoana, além da ocupada por construções residenciais, de veraneio e comerciais. Este crescimento encontra-se atrelados a sérios problemas ambientais ligados ao processo de urbanização desordenada, como deficiência na coleta dos resíduos sólidos, inexistência de rede coletora e tratamento de efluentes sanitários, além de erosão marinha e a drenagem urbana ineficiente.

A circulação costeira na área estudada está diretamente relacionada aos ventos e marés, bem como as variações sazonais do clima, cujos os meses mais importantes são agosto/setembro e março/abril, coincidindo com mudanças dos ventos e o início da quadra chuvosa.

A praia do Saco da Pedra (Perfil 1), destaca-se como um ambiental altamente dinâmico e uma urbanização desenfreada, sem planejamento e respeito ao ecossistema local. Maior atenção deve ser dada a este ambiente, visto que os eventos naturais e antrópicos estão na contramão. Já do ponto de vista morfométrico apresenta uma baixa variabilidade, estando diretamente relacionado pelos processos deposicionais que são influenciados pela hidrodinâmica das desembocaduras do Canal de Fora e do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba. Mesmo com o mês de outubro/2018 em deposição e os meses de fevereiro e abril/2019 apresentaram tendência a erosão.

Na praia do Francês no Perfil 2 (Maré Restaurante) apresenta uma antepraia desprotegida da ação das ondas, devido a uma abertura do arenito de praia, porém, durante as preamares, as ondas incidentes ultrapassam a proteção dos *beachrocks*, que ao atingirem a praia, atuam intensamente na remobilização de sedimentos através da deriva litorânea e consequente alteração na região do estirâncio. Este trecho do litoral tende a se recompor e progredir no verão e déficit no outono, mantendo assim o estado de equilíbrio sedimentar.

O perfil 3 (Hotel Ponta Verde) está parcialmente sobre influência das ondas, deixando o trecho da praia semiexposta. As amplitudes registradas indicam a existência de um processo cíclico, a perda de sedimento no inverno sendo compensada pelo ganho no verão, neste caso a praia encontra-se em equilíbrio.

O Perfil 4, localizado no Leprosário, apresenta o setor de pós-praia preservado, com uma faixa de aproximadamente 90 metros, com vegetação típica e apresenta cúspides em períodos cíclicos. E a antepraia exposta, ou seja, sem linha de recifes. Assim, as ondas chegam a forma

tubos sendo a área de surf na praia do Francês. As amplitudes registradas indicam a existência de um intenso processo erosivo outubro/2018 e de deposição nos meses seguintes.

O estágio morfodinâmico praias predominante no P1 (praia do Saco da Pedra), P2 e P3 (região central da praia do Francês) foi classificado como dissipativo, apresentando uma face praias com declividades média indicando alto grau de dissipação de energia na zona de surfe. O P4 (sentido sul da praia do Francês – Leprosário) se desenvolve quando as ondas dissipam energia nos bancos, se reformam na cava e atingem a face da praia em condições refletivas, criando feições rítmicas em forma de cúspides. Podem ocorrer correntes de retorno nas depressões entre os bancos e as condições morfodinâmicas praias tendem a intermediária.

Os parâmetros estatísticos de desvio padrão, assimetria e curtose, permitiram identificar, de maneira geral os sedimentos possuem distribuição granulométrica homogênea, tendo sido classificados, em sua maioria, como areia fina, bem selecionada, com assimetria muito negativa e curva muito leptocúrtica.

Na avaliação da vulnerabilidade ambiental à erosão costeira, observou-se que a relação ambiental, as alterações e degradações dos ecossistemas, os processos físicos e sociais estão todos interrelacionados. No ponto P1 (praia do Saco da Pedra) a vulnerabilidade à erosão foi considerada ALTA, ausência da pós-praia, ocupação antrópica intensa e consolidada, por edificações residenciais, de veraneio e comerciais, estirâncio reduzido, degradação da vegetação nativa e impermeabilização dos terraços marinhos, que altera o regime de movimentação dos sedimentos. Nos pontos P2 e P3 (centro da praia do Francês) vulnerabilidade à erosão foi MÉDIA, em função do nível de impermeabilização da pós-praia pela urbanização e da instalação de obras de contenção no cordão litorâneo, além da concentração intensa de hotéis e restaurantes. O ponto P4, localizado mais ao Sul, a vulnerabilidade à erosão foi BAIXA, pois distinto dos setores anteriores, o estirâncio é bem consolidada e a pós-praia apresenta cordões recobertos por vegetação típica e não tem presença de construções.

O Zoneamento Geoambiental da planície costeira de Marechal Deodoro apresentou uma ocupação da faixa praias, nas encostas, nas planícies dos rios, onde foram observadas instalação de diversos condomínios, loteamentos fechados e tantas outras ocupações, tanto no ambiente litorâneo quanto no pré-litorâneo (Formação Barreiras/ Tabuleiros). Já no ambiente aquático o principal agente degradador observado foi o turismo de massa. Além dos potenciais de risco como cemitério, fábrica de gelo e postos de combustíveis.

A análise da Matriz de Impactos, verificamos que o processo de urbanização teve ação intensa, sobre o meio e que o turismo sazonal e a falta de saneamento apresentam uma

intensidade elevada de impactos negativos, como lançamentos de efluentes sanitários e resíduos sólidos. Porém, a criação da APA de Santa Rita e da Reserva Ecológica de Saco da Pedra (RESEC do Saco da Pedra) geraram impactos positivos.

Desta forma, é válido afirmar que os resultados obtidos neste trabalho são importantes para compreensão do ambiente costeiro do município de Marechal Deodoro, podendo ser utilizado como fonte norteadora no monitoramento da região, através de estudos complementares na ordem de anos e décadas, de maneira a obter parâmetros morfodinâmicos espaço/temporais auxiliando, portanto, na determinação das tendências evolutivas do litoral da área pesquisada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. J. de; **Transporte sedimentar longitudinal e morfodinâmica praial: exemplo do litoral norte de Santa Catarina**. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. 2011.
- ALAGOAS, Marechal Deodoro. **Lei Municipal nº 919/2006**, de 09 de novembro de 2006 – Plano Diretor Municipal, Marechal Deodoro, 2006.
- ALBUQUERQUE, A. L. S. **Evolução Urbana e Caracterização Geoambiental da planície costeira do município de Paripueira – Alagoas. Maceió**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Geografia/UFAL, 2016.
- ALBINO, J; PAIVA, D. S.; MACHADO, G. M. **Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil**. Revista Geografares, Vitória, n. 2, p.63-69. jun. 2001.
- ALMEIDA, Henrique Ravi Rocha de Carvalho. **Influência dos processos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos no zoneamento costeiro e na plataforma continental rasa do litoral do município da Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil**. 2018. 190 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- ANDRADE, A. C. S. e JESUS, L. V. **Parâmetros Granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas-Aracaju-SE**. Scientia Plena. Vol. 9, Num. 5. 2013.
- ANDRIOTTI, J.L.S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. Editora Unisinos. 1ª edição. São Leopoldo. 165p. 2003.
- ARAÚJO, T. C. M. de; LIMA, R. C. de A.; SEOANE, J. C. S.; MANSO, V. do A. V. **Erosão e progradação do litoral de Alagoas** In: Erosão e progradação do litoral brasileiro. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502: Rochas e Solos**. Rio de Janeiro. 1995.
- BAPTISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 279 p. 2004.
- BARROS, A.H C. et al. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Dados eletrônicos. Recife: Embrapa Solos. (Boletim de pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 211). 32 p. 2012. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes>. Acesso em: 21 de mai 2019.
- BARROS, P. C. F.; BARBOSA, R. V. R. **Análise de Microclimas Urbanos do Centro Histórico de Marechal Deodoro/AL**. In: XIV ENCAC & X ELACAC: Habitat Humano: em busca de conforto ambiental, eficiência energética e sustentabilidade no século XXI, Balneário Camboriú. Clima e planejamento urbano, 2017.

BARBOSA, L. M. **Quaternário Costeiro do estado de Alagoas: influência das variações do nível do mar**. 1985. 58 f. Dissertação, Mestrado em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1985.

BASTOS, C. C.; FERREIRA, N. J. **Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul**. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Meteorologia, p. 612–619. 2008.

BEZERRA, K.L.T., **Estudo da Erosão Marinha e Vulnerabilidade da Praia da Pajuçara e Parte da Ponta Verde, Maceió – AL**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Alagoas, 2017. 72p.

BRASIL. **Lei n.º 7.661**, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, e dá outras providências. Disponível em <http://www.socioambiental.org>. Acesso em: 21 de abr. 2019.

BRASIL. **Normais Climatológicas 1961 – 1990**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Dep. Nacional de Meteorologia. Brasília, DNMET. 1992

BRASIL. **Decreto nº 6.101**, de 26 de abril de 2007. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Ministério do Meio Ambiente, e dá outras providências. Brasília.

BULHÕES, M.R.B., ESTRADA, A.F.D. **Distribuição e Transporte de Sedimentos Costeiros em Ambiente de Baixa Energia**: Enseada da Ferradura, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. Porto Alegre – RS. 2011.

CALLIARI, L. J.; KLEIN, A. H. da F. **Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS**. Pesquisas, 20(1): 48-56. 1993.

CALLIARI, L. J. et al. **Morfodinâmica praias**: uma breve revisão. Revista brasileira de oceanografia. V. 51. P 63-78. São Paulo – SP. 2003.

CARLOS, A. F. “Novas”, contradições do espaço. In: DANIANI; Carlos Seabra (org.), **O espaço no fim do século: a nova raridade**. Contexto, São Paulo, pp.62-74. 2001.

CAMARGO, M. G. **SysGran**: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 371-378, 2006.

CARVER, R. E. **Settling analysis. In: Procedures in sedimentary petrology**. New York: John Wiley & Sons Incorporated, 1971, p. 427-452.

CARVALHO, E. C. **Levantamento e sistematização de dados para elaboração de um plano de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Marechal Deodoro/AL**. 2016. 111f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2016.

CASTRO, J.W. de A.; VALENTINI, E.; ROSMAN, P.C.C. **Estudo diagnóstico do comportamento atual da linha de costa entre os rios Pacoti e Tabuba, CE**. 37º Congresso Brasileiro de Geologia. Boletim de resumos expandidos, v.1. p. 27. São Paulo – SP. 1992.

CORREIA, Monica Dorigo; SOVIERZOSKI, Hilda Helena. **Ecosystemas Marinhos: recifes, praias e manguezais.** (Conversando sobre Ciências em Alagoas). Maceió: EDUFAL, 55 p. 2005.

CORREIA, Monica Dorigo; SOVIERZOSKI, Hilda Helena. **Gestão e Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira do Estado de Alagoas, Brasil.** Univali. In: **Revista da Gestão Costeira Integrada.** Vale do Itajaí: SC, pp.25-45. 2008.

COSTA, Craveiro. **História das Alagoas.** São Paulo: Melhoramentos. 1983.

COSTA, A. M.; MIL-HOMENS, M. Distribuição granulométrica dos sedimentos de superfície do estuário do rio Minho. In Simpósio Ibérico Sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Minho, Vila Nova de Cerveira, 5., 2010. **Anais. Vila Nova de Cerveira:** Câmara Municipal de Vila Nova de Cerveira; Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental; AquaMuseu do Rio Minho, p. 01-80. 2010.

COUTINHO, O. N.; MAIA L. P. **Estudo da erosão marinha na praia do Pontal da Barra – Maceió, AL.** In: Congresso Brasileiro de Geologia, João Pessoa, 41., 2002. **Anais.** João Pessoa: Sociedade Brasileira Geologia, p. 101. 2002.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Marechal Deodoro, estado de Alagoas.** (Orgs.) Mascarenhas, J. de C., Beltrão, B. A., Souza Junior, L. C. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DAL CIN, R; SIMEONI, U. **A model for determining the classification, vulnerability and risk in southern coastal zone of Marche (Italy).** Journal of Coastal Research, vol. 10:1. 1994.

DAVIS, Jr. R. A.; **Geographical Variation in Coastal Development.** Hafner Publ. Co., New York, 212p. 1973.

DAVIS JUNIOR, R A; FITZGERALD, D M. **Beaches and Coasts.** Tallahassee: Blackwell Publishing.. 419 p. 2004.

DELIBRIAS, C.; LABOREL, J. **Recent variations of the sea level along the Brazilian coast.** In: Congress International Union for Quaternary Research (INQUA): Lex niveaux marins quaternaires, I-holocene. Proceedings, Paris, 14., 1971. **Anais:** Paris: INQUA, p. 45-49, 1971.

DIAS, J, A. **A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos (Uma Introdução à Oceanografia Geológica).** Universidade do Algarve, Faro - Portugal. 2004.

DOMINGUEZ, J. M. L. **Avaliação regional do problema da erosão na região nordeste do Brasil.** Projeto de Pesquisa: Processos, Sedimentação e Problemas Ambientais na Zona Costeira. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2007.

DUANE, D.B. **Significance of skewness in recent sediments, Western Pinlico Sound, North Carolina.** *Journal of sedimentary petrology.* 27(1), p. 2-26. 1964.

DUARTE, X.R. **Caracterização Morfo-sedimentológica e evolução de curto e médio prazo das praias do Pino, Boa Viagem e Piedade, Recife/Jaboatão dos Guararapes-PE.** Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologias e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 141p. Recife – PE. 2002.

EMERY, K. O.. **A simple method of measuring beach profile.** *Limnology Oceanography,* 6:90. 1961.

ESTEVES, L.S. & FINKL, C.W., **The problem of Critically Eroded Areas (CEA): Evaluation of Floridas Beaches.** *Journal of Coastal Research.* SI 26, 11-18 p. 1998.

FERRARE, J. **A Preservação do Patrimônio Histórico: um RE-pensar, a partir da experiência da cidade de Marechal Deodoro.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 209 p. 1996.

FERRARE, J. O. P. A. **Cidade Marechal Deodoro: do projeto colonizador português à imagem do “lugar colonial”.** Porto: FAUP. (Dissertação de Doutorado). 2006.

FOLK, R.L. **Petrology of sedimentary rocks.** *Hemphills Publishing.* Austin. USA. 1974.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. **Brazos River bar [Texas]: a study in the significance of grain size parameters.** *Journal of Sedimentary Research,* [s.i.], v. 27, n. 1, p. 03-26, 1957.

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

FRENCH, P.W. **Coast and estuarine management.** Londres – In e Nova Iorque – EUA. Routledge. 1997.

GOMES, Renato Correa. **Perfil Praial de Equilíbrio da Praia de Meaípe – Espírito Santo.** 2004. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Oceanografia, Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico Geomorfológico.** 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 446 p. 1993.

GUERRA, M. F. **Novas configurações espaciais na metrópole fragmentada e segregada: questionamentos sobre o modelo “centro rico e periferia pobre”.** In: XIV Encontro Nacional da ANPUR. Rio de Janeiro. Brasil, pp. 02-16, 2011.

HAYES M. O.; **Morphology of sand accumulations in estuaries.** In: CRONIN L. E. (ed.). *Estuarine Research, Geology and Engineering.* New York. Acad. Press. 2:3-22. 1975.

HENRIQUE, I. K. A. de. **Dinâmica costeira na praia de formosa – Cabedelo: causas, consequências e influências do processo inadequado de uso e ocupação.** Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologias e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 102p. Recife – PE. 2016.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/marechal-deodoro_al. Acesso em: 22 de fev. 2019.

INMAN, D.L.; NORDSTROM. C.E.; **On the tectonic and morphologic classification of coasts:** Jour. Geol., v. 79, n°. 1. p. 1-21. 1971.

INNOCENTINI, V. ARANTES, F. O., FERREIRA, R. J., MICHELETO, R. G. **Agitação Marítima No Litoral Nordeste Do Brasil Associada Aos Distúrbios Africanos De Leste.** Revista Brasileira de Meteorologia, p. 367–374, 2005.

IPHAN. **Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** Projetos para Planejamento de Desenvolvimento Integrado da Orla do Francês. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Desenvolvimento_integrado_de_marechal_deodoro.pdf. Acesso em: 21 mai. 2019.

JOHNSON; **Shore processes and shoreline development:** Wiley, New York, 584 p. 1919.

KOMAR, P. D. **Handbook of coastal processes and erosion.** Boca Raton/EUA: CRC, 1983.

KOPPEN, W. **Climatologia com um estúdio de los climas da la tierra.** Tradução de Pedro R. H. Peres. 479 p. Fondo de Cultura Económica. México, 1984.

Laboratório de Modelagem Atmosférica. Instituto de Ciência Atmosférica, Universidade Federal de Alagoas. Disponível em: http://www.icat.ufal.br/laboratorio/modelagem_atmosferica/index.html. Acesso em: agosto 2018 até agosto/2019.

LANA, M. C. **Bacia de Sergipe-Alagoas: uma hipótese de evolução tectonosedimentar.** In: RAJA GABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J (Eds.). Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, p. 311-332.1990.

LEOPOLD, L. B.; et al. **A procedure for evaluating environmental impact.** Washington: U. S. Geological Survey, 1971.

LIMA, Ivan Fernandes. **Maceió, cidade restinga: contribuição ao estudo geomorfológico do litoral alagoano.** Maceió: EDUFAL, Brasil. 1990.

LIMA, W. S.; ANDRADE, E. J.; BENGTON, P.; GALM, P.C. **A Bacia de Sergipe - Alagoas: evolução geológica, estratigráfica e conteúdo fóssil.** Fundação Paleontológica Phoenix, Aracaju, (Edição espacial, 1). 2002.

LIMA, E. S.; FONTES, A. L.; SANTOS, M. A.; CORREIA, A. L. F.; Caracterização sedimentar e morfodinâmica do litoral norte, do estado de Sergipe, municípios de Pacatuba e

Brejo Grande. **IV Simpósio Nacional de Geomorfologia/ Regional Conference on Geomorphology**. 1, 1 – 9. 2006.

LIVRAMENTO, Fabiano Cruz do. **O papel da herança geológica, das ondas e da deriva litorânea no condicionamento das características morfodinâmicas e texturais das praias da Costa dos Coqueiros/BA**. 2013. 73f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Salvador, 2013.

LOBO, P. R. V. **Um estudo climatológico da zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua influência sobre o Nordeste do Brasil**. INPE-2534-TDL/101, INPE, São José dos Campos, 93p. 1982.

LORING, G. H.; RANTALA, R. T. T., **Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter**. Earth Sei. Rew.; 32: p. 235 – 283. 1992.

LOLLO, J. A.; ROHM, S. A. **Proposta de matriz para estudos de impacto de vizinhança**. HOLOS Environment, v. 5, n. 2, p. 169-184. 2005.

MAFRA, L. C. A. **Estudo da dinâmica costeira da região da foz do rio Piranhas-Acú para a geração de mapas de sensibilidade do litoral ao derramamento de óleo**. 2005. 138 f. Dissertação, Mestrado em Geodinâmica e Geofísica, Programa de PósGraduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

MALLMAN D.; PEREIRA, P.; SANTOS, F.; SANTOS, F.; FAÇANHA, P. **Classificação morfodinâmica das praias arenosas de Ipojuca (Pernambuco, Brasil) através da análise semântica de imagens de satélite pancromáticas**. Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 41, n. 2, p. 169-189, 2014.

MANSO, Valdir do Amaral Vaz et al. **Estudo da erosão costeira na praia de Boa Viagem: relatório técnico**. Recife: Prefeitura da Cidade do Recife, 1995.

MARQUES, R. C. **Geomorfologia e Evolução da Região Costeira do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba**. 1987. 150 f. Dissertação, Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1987.

MARTINS, L.R. **Aspectos texturais e deposicionais dos sedimentos praias e eólicos da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Publicação Especial. Escola d Geologia/UFRGS, 13, 102p. 1967.

MARTINS, E. C. **Turismo e impactos socioambientais na praia do Francês, Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Alagoas, Brasil, 138p. 2000.

MARTINS, L.R. Recent Sediments and Grain size analysis: **Revista Gravel**, Porto Alegre. (1): 90-105. 2003.

MARTINS, Elizabeth C.; RAMALHO FILHO, Rodrigo. Praia do Francês: o espaço do turismo. **Revista Turismo e Desenvolvimento**, Aveiro, v. 17, n. 1, p.851-862, jan. 2012.

MARTINS, Elizabeth C. **Percepção e valores das comunidades tradicionais no processo de desenvolvimento**. Tese (Doutorado) - Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro. Portugal, 2013.

MASSELINK, G. & TURNER, I. **The effect of tides on beach morphodynamics**. In: Short, A.D. (Ed.) Handbook of beach and shoreface morphodynamics. Chichester, Wiley, 379 p. 1999.

MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, L. C. **Diagnóstico do município de Marechal Deodoro, Estado de Alagoas**. In: Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais; Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios, , p. 01-12. 2005.

MENEZES, A. F.; CALVACANTE, A. T.; AUTO, P. C. C. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado de Alagoas**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, (Caderno da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: Série Estados e Regiões da RBMA, 29). São Paulo – SP, 96 p. 2012.

MINGUES, A.P. **Navegação: A ciência e a Arte** – Volume I – Navegação Costeira, Estimada e em Águas restritas. ed. Marinha do Brasil, cap.10. 1993.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente**. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Brasília: MMA, 2010.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente**. Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO). 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 23 de abr. 2019.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S. de O.; Uma Revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 17, n.1, 1-10, 2002.

MORAES, A. **Configuração de metodologia para o macrozoneamento costeiro do Brasil: relatório final**. 2ª Edição. Brasília: PNMA. 1995.

MORAES, A. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. 2. ed. AnnaBlume: São Paulo, Brasil. 2007.

MOURA, M. R. & MORAIS J. O. de. **Análise do balanço sedimentar da faixa de praia do litoral oeste de Aquiraz, Ceará**. Revista de Geologia, Vol. 24, nº 2, p. 187 - 198 <www.revistadegeologia.ufc.br>. 2012.

MUEHE D. GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. da (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Geomorfologia Costeira. In: Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2ed, cap. 6, pp. 291. 1994.

MUEHE, D. **Estado morfodinâmico praias no instante da observação**: uma alternativa de identificação. Revista Brasileira de Oceanografia, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 157- 169, 1998.

MUEHE, D. **Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento**. Revista de Geomorfologia, Vol. 2, N. 1, 2001.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira**. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (Org.). Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicação. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 191-238. 2002.

MUEHE, D. **Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmico e evolutivo**. In: Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPO). Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla): subsídios para um projeto de gestão. Brasília: MMA, p. 13-32. 2004.

MUEHE, D. (Org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MUEHE, D. **Erosão costeira, mudança do clima e vulnerabilidade**. In: GUERRA, A. J. T.; Jorge, M. C. O. (Orgs.). Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. São Paulo: Oficina de Textos, p. 160-190. 2013.

NASCIMENTO JUNIOR, D.R. **Morfologia e sedimentologia ao longo do sistema praiial – duna frontal de Ilha Comprida, SP**. 2006. 156 f. Dissertação, Mestrado em Geologia Sedimentar, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2006.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Coasts Sedimentary Budget**. 2007. Disponível em: <<https://coast.noaa.gov/archived/beachnourishment/html/geo/budgets.html>> : Acesso em: 24 abr. 2019.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro; FIBGE, 1989

NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; VILLAS BOAS, G.S. **Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo**. Dados eletrônicos: (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 194). Rio de Janeiro, 31 p. 2011.

OLIVA & SILVA, **Subsídios à Gestão Costeira Integrada na Região Oceânica de Niterói/RJ: Uma Análise do Comportamento Morfodinâmico da Praia de Itacoatiara**. Revista Continentes (UFRRJ), ano 7, n. 12, (ISSN 2317-8825), 2018.

OLIVEIRA, Adélia Augusta Souto de. **Memória psicossocial da comunidade da praia do Francês**. Maceió: EDUFAL, 68p. 2007.

OLIVEIRA FILHO, Antônio Rodrigues de et al. **As Regiões Metropolitanas de Maceió e do Agreste no Contexto Alagoano: Institucionalização, Localização, Conurbação, Eixos de Circulação**. In: Encontro Nacional de Geógrafos, 19., 2018, João Pessoa. Disponível em: <http://www.eng2018.agb.org.br/Simposio/Anaiscomplementares>. Acesso em: 26 jan. 2019.

POLETTE, M. & Silva, L. GESAMP, ICAM e PNGC – **Análise entre as metodologias de Gerenciamento Costeiro Integrado**. Vol. 55 (04). Ciência e Cultura: São Paulo, Brasil. 2003.

POLETTE, M. **A Zona costeira em crise: opções de gestão integrada e participativa**. UNIVALI - CTTMar: Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 2008.

PONÇANO, W.L. **Sedimentação Atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro.** Volume 1. Rio de Janeiro. 1976.

PORTO, F. S. **Variabilidade morfosedimentar do sistema praia duna ao Largo do Balneário Cassino - RS no período de 2006 a 2016.** Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Rio Grande, 2016.

REIS, C. M. M. **Caracterização Morfodinâmica e vulnerabilidade dom Litoral de João Pessoa entre as Praias do Cabo Branco e Penha.** Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE. 2001.

RIBEIRO, M. & Ceura, M. **A importância da gestão integrada costeira e marinha no controle de impactos socioambientais e seus aportes para o fomento do desenvolvimento sustentável no Brasil.** In: Vieira, P. (org). Conservação da diversidade biológica e culturas das zonas costeiras: enfoques e experiências na América Latina e no Caribe. APED editora, Florianópolis, Brasil. 2003.

ROCHA, C.P.; ARAÚJO, T.C.M; MENDONÇA, F.J.B. **Aplicação de técnicas de posicionamento GPS tridimensional para localizar linhas de costa:** estudo de caso na praia de Boa Viagem, Recife/PE, Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada, 2008, N° 8, p. 127-137. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/revista8f2.html>. Acesso em: 21 mar. 2019.

ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano.** Editora: CopyMarket.com, 2000.

ROSSETTI, D. F., **Ambientes Costeiros - Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais.** In: Florezano. T.G (org.). Oficina de Texto. 247-278 p. São Paulo - SP. 2008.

RUSSELL, R. D.; TAYLOR, R. E. **Roundness and shape of Mississippi River sands.** The Journal of Geology, [s.i.], v. 45, n. 3, p. 225-267, 1937.

SANTOS, R. C. A. L. **Estudo sedimentológico e geoambiental no Sistema Lagunar Mundaú Alagoas.** Recife, 1998, 127f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar e Ambiental) Universidade Federal de Pernambuco. 1998.

SANTOS, R. C. A. L. **Evolução da linha de costa à médio e curto prazo associada ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió – Alagoas.** 2004. 176 f. Tese, Doutorado em Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SANTOS, Rochana Campos de Andrade Lima. **Levantamentos para o Planejamento, Gestão e Disciplinamento da Zona Costeira do Estado de Alagoas:** Edital PPGS n° 14. Maceió: FAPEAL, 54 p. 2019.

SEMARH. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Alagoas.** Boletins e Análises técnicas. Disponível em: <<http://www.semarh.al.gov.br/tempo-e-clima/boletins-e-analises-tecnicas>>. Acesso em: agosto/2018 até agosto 2019.

SUGUIO K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher; Ed. USP, São Paulo, 1973.

SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de geologia marinha**: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol. São Paulo: T. A. Queiroz, (Biblioteca de Ciências Naturais, 15). 1992.

SUGUIO, Kenitiro. **Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas**. Revista do Instituto de Geociências – USP (Série Didática), 40p, 2003.

SUGUIO, K.; ANGULO, R. J.; CARVALHO, A. M.; CORRÊA, I. C.; TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A.; VITAL, H. **Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa**. In: Celia Regina de Gouveia Sousa; Kenitiro Suguio; Antônio Manoel dos Santos Oliveira; Paulo Eduardo de Oliveira. (Org.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora Ltda, v., p. 114-129, 2005.

SHEPARD, F. P.; **Submarine Geology**. 2ª ed. Nova York, Harper and Row, 557 p. 1963.

SHORT, A. D.; HESP, P. A. **Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia**. *Marine Geology*, v. 48, n. 3–4, p. 259-284, 1982.

SHORT, A. D. **Australian beach systems-nature and distribution**. *Journal of Coastal Research*, [s.i.], v. 22, n. 1, p. 11-27, 2006.

SILVA, T. C. L.; FERREIRA, B. . Levantamento de Geodiversidade do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba, Região Metropolitana de Maceió, Estadual de Alagoas, Nordeste do Brasil. In: XII Simpósio Nacional de Geomorfologia; Crato - CE. **Anais do XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2018.

SILVA, J. S.V.; SANTOS, R. F. **Zoneamento para planejamento ambiental**: vantagens e restrições de métodos e técnicas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 221-263, p, 2004.

SILVEIRA, L. F.; KLEIN, A. H. F.; TESSLER, M. G. **Classificação morfodinâmica das praias do estado de Santa Catarina e do Litoral Norte do Estado de São Paulo utilizando sensoriamento remoto**. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, Itajaí/SC, v. 15, n. 2, p. 13-28, 2011.

SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K. **Método Morfo-sedimentológico para a identificação de células de deriva litorânea**. *Geosul*, Florianópolis, Edição Especial, v.14, nº 27, p. 243-247, 1998.

SOUZA, C. R. de G. **Determination of net shore-drift cells based on textural and morphological gradations along foreshore of sandy beaches**. *Journal of Coastal Research*, S.I. 50, p. 620-625, 2007.

SOUZA, C. R. de G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, Lisboa, v. 9, nº 1, p. 17-37, 2009.

SCHERER, M., et. al. **Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas Públicas no Brasil: um diagnóstico.** In: Barragán Muñoz, J.M. (coord.). Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de cambio. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, 291-330 pp. 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO EM ALAGOAS (SPU); SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH); INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE/AL (IMA). Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima do Município de Paripueira/AL. In: ALAGOAS. Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla): Maceió: SPU; SEMARHL; IMA, 2012.

TESSLER, M. G. e GOYA, S. C. **Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro.**

UVO, C. R. B., NOBRE, C. A., CITRAN, J. Análise da posição da zona de convergência intertropical (ZCIT) no Atlântico equatorial e sua relação com a precipitação no Nordeste do Brasil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 11, Rio de Janeiro (RJ), p.323-327. 1988.

VALENTIN, H.; **Die Küsten der Erde.** Justus Perthes Gotha, 118 p. 1952.

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

WRIGHT, L. D. & THOM, B. G. **Coastal depositional landforms, a morphodynamics approach.** *Progress in Physical Geography*, 1:412- 459. 1977.

WOODROFFE, C. D. **Coasts: form, process and evolution.** School of Geociences, University of Wollongong, NSW 2522, Austrália, Cambridge University Press, 623p., 2002.