

INSTITUTO DE ESTUDOS PESQUISAS E PROJETOS DA UECE- IEPRO
LABORATÓRIO DE GESTÃO INTEGRADA DA ZONA COSTEIRA –
LAGIZC
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE



VOLUME I – ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROJETO DE RECUPERAÇÃO DO LITORAL DE CAUCAIA, TRECHO ENTRE A
PRAIA DO PACHECO À PRAIA DA TABUBA.

FEVEREIRO DE 2022



LISTA DE SIGLAS

SE: Sudeste

NO: Noroeste

L: Leste

O: Oeste

SO: Sudoeste

NE: Nordeste

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SEINFRA: Secretaria de Infraestrutura do Município de Caucaia

SEMACE: Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará

UFC: Universidade Federal do Ceará

UECE: Universidade Estadual do Ceará

IEPRO: Instituto de Estudos Pesquisas e Projetos da UECE

LABOMAR: Laboratório de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará

CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

SEUMA: Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio ambiente de Fortaleza

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

CDL: Câmara de Dirigentes Logistas

GIZC: Gestão integrada da Zona Costeira

ZICT: Zona de Convergência Intertropical

CAGECE: Companhia de Água e Esgoto do Ceará

PETROBRAS: Petróleo Brasileiro S/A

SUDENE: Superintendência de Desenvolvimento Econômico do Nordeste

INPH: Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias

BNH: Banco Nacional de Habitação

IML: Instituto Médico Legal

IPLANCE: Instituto de Planejamento do Ceará

PDDU: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano



SUMÁRIO

1.0 -	APRESENTAÇÃO	1
2.0 -	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	4
2.1 -	Identificação do Empreendedor: Prefeitura de Caucaia.....	4
2.2 -	Identificação da Empresa responsável pelo EIA/RIMA:	5
3.0 -	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	6
3.1 -	Contextualização.....	6
3.2 -	Antecedentes.....	9
3.2.1 -	Intervenções até 1939.....	11
3.2.2 -	A Construção do Porto do Mucuripe	18
3.2.3 -	O Relatório do Laboratório SOGREAH de Grenoble.....	24
3.2.4 -	Construção do Molhe do Titanzinho.....	27
3.2.5 -	Batimetria e Bancos Costeiros da Enseada do Mucuripe.....	33
3.2.6 -	Análise da Erosão Costeira	51
3.2 -	Objetivo.....	61
3.3 -	Justificativa e Alternativas	64
3.4 -	Áreas de Influências.....	72
3.5 -	Descrição do Projeto	76
3.5.1 -	Condições das Ondas ao Largo.....	79
3.5.2 -	Variação temporal dos parâmetros das ondas oceânicas.....	80
3.5.3 -	Variação Sazonal	83
3.5.4 -	Estudo de Transformação das Ondas	84
3.5.4.1 -	Montagem do Modelo.....	85
3.5.4.2 -	Calibração do Modelo.....	94
3.5.4.3 -	Clima Anual das Ondas.....	95
3.5.5 -	Transporte Anual Líquido de Sedimentos.....	97
3.5.6 -	Esquema de Proteção da Linha de Costa	101
3.5.6.1 -	Estabilidade da praia no plano	102
3.5.6.2 -	Estabilidade do perfil de praia	109
3.5.6.3 -	Arranjo do Esquema de Proteção da Linha de Costa.....	116



4.0 -	ANÁLISE JURÍDICA	134
4.1 -	Histórico.....	134
4.2 -	Da Justificativa e Caracterização do Projeto.....	135
5.0 –	PROGRAMAS E PLANOS CO-LOCALIZADOS.....	151
5.1 –	Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla).....	151
5.2 –	Ampliação do Porto do Pecém - CIPP	152
5.3 –	Zona de Processamento de Exportação (ZPE)	155
5.4 –	Financiamento para Modernizar o METRON da Linha Oeste	156
5.5 –	Implantação de uma Termoelétrica a Gás Natural do consórcio Porto Pecém	157
5.6 –	Instalação de Usina de Dessalinização de Água	158
5.7 –	Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP)	158
5.8 –	Pavimentação na Zona Urbana e Rural do Município / obra de infraestrutura na região.	159
5.9 –	Duplicação da CE-090	159
5.10 –	Pólo Industrial de Caucaia	160
5.11 –	Estação de Gás Natural Renovável	160
5.12 –	Implantação de Gasoduto da Companhia de Gás do Ceará (CEGÁS).....	161
5.13 –	Duplicação de 12 quilômetros da BR-222	162
5.14 –	Programa de Valorização de Infraestrutura integrada de Caucaia/CE – Avança Caucaia...162	
5.15 –	Implantação da Requalificação e Reforma Geral dos Espaços Urbanísticos e Paisagísticos da Avenida Beira Mar.....	163
5.16 –	Implantação da Linha Leste do Metrô de Fortaleza.....	164
6.0 -	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	166
6.1 -	Meio Físico	167
6.1.1 -	Aspectos Meteorológicos.....	167
6.1.1.1 -	Climatologia.....	169
6.1.1.2 -	Clima e Influência dos Fenômenos Naturais	173
6.1.1.3 -	Aspectos Meteorológicos (Regime de Chuvas/Temperaturas/Ventos).....	176
6.1.1.4 -	Características e Influência dos Ventos Predominantes.....	180
6.1.1.5 -	Pressão atmosférica, Umidade do Ar, Insolação e Evaporação	183
6.1.2 -	Caracterização Geológica e Geomorfológica.....	186
6.1.2.1 -	Geologia e Geomorfologia.....	187



6.1.3 -	Recursos Hídricos	208
6.1.3.1 -	Superficiais	209
6.1.3.2 -	Subterrâneos.....	214
6.1.3.3 -	Caracterização do Ambiente Aquático quanto à Classificação das Águas	216
6.1.4 -	Uso e Cobertura do Solo de Caucaia	219
6.1.5 -	Avaliação do uso e cobertura da terra nas Áreas de Preservação Permanente.....	222
6.2 -	Meio Biótico	226
6.2.1 -	Generalidades (Biota Terrestre).....	226
6.2.2 -	Objetivos e Métodos	227
6.2.3 -	Localização	230
6.2.4 -	Vegetação.....	233
6.2.4.1 -	Ambiente Praiano.....	237
6.2.4.2 -	Vegetação da Planície Litorânea	240
6.2.4.3 -	Campos de Dunas.	242
6.2.4.4 -	Vegetação Paludosa Marítima de Mangue (Manguezal)	244
6.2.4.5 -	Tabuleiro Pré Litorâneo.	248
6.2.4.6 -	Mata Ciliar.	250
6.2.4.7 -	Ambientes Lacustres e Ribeirinhos.....	251
6.2.4.8 -	Ambiente Antrópico.....	256
6.2.5 -	Aspecto Faunístico.....	263
6.2.5.1 -	Mamíferos	265
6.2.5.2 -	Aves	269
6.2.5.3 -	Repteis e Anfíbios.....	283
6.2.5.4 -	Peixes	289
6.2.6 -	Unidades de Conservação	290
6.2.7 -	Ecossistemas Marinhos	291
6.2.7.1 -	Dive Survey, Batimetria, Registro de Imagens, Caracterização do leito Marinho, Coleta de Sedimentos e Identificação da Biota Marinha (Nectons).....	292
6.2.7.1.1 -	Metodologia Utilizada para a Filmagem “Dive Swimm Survey”.....	293
6.2.7.2 -	Avaliação qualitativa e quantitativa de fitoplâncton e zooplâncton.....	318
6.2.7.2.1 -	Introdução	318



6.2.7.2.2 –	Análise de zooplâncton	321
6.2.7.2.3 –	Fitoplâncton	322
6.2.7.2.4 –	Análise laboratorial	323
6.2.7.2.5 –	Resultados	324
6.2.7.2.6 –	Considerações Finais	325
6.2.7.3 –	Quelônios.	325
6.2.7.4 –	Mamíferos Marinhos.....	330
6.2.7.5 –	Espécies Raras, Endêmicas ou Ameaçadas de extinção	331
6.3 -	Meio Socioeconômico.....	333
6.3.1 -	Caracterização da Área De Influência Indireta (AII) – Município de Caucaia.....	336
6.3.2 –	Caracterização da Área de Influência Direta (AID) – Praias Pacheco até Cumbuco-CE	368
6.3.3 –	Caracterização da Área Diretamente Afetada (ADA).....	379
6.3.4 -	Uso e ocupação do solo no Município de Caucaia	395
6.3.5 -	Edificações e práticas de interesse cultural, processos de tombamento ou salvaguarda.....	397
6.3.6 -	Evolução do histórico de ocupação e contexto geográfico nos últimos 30 anos	398
6.3.7 -	Aspectos, infraestrutura de captura, beneficiamento e comercialização (pesca e aquicultura).....	400
6.3.8 -	Estudo das percepções dos impactos socioambientais na área de influência do Projeto	404
6.3.9 -	Estudo dos Níveis de Pressão Sonora (NPS) na área antes do início das obras e os critérios básicos a serem empregados pelo empreendimento.....	429
7.0 –	ZONEAMENTO AMBIENTAL.....	449
7.1 –	Metodologia	449
7.2 –	Zona de Praia	451
7.3 –	Zona de Terraço Marinho	453
7.4 –	Zona de Superfície de Deflação.....	455
7.5 –	Dunas Móveis	457
7.6 –	Dunas Fixas.....	458
7.7 –	Tabuleiros Pré-Litorâneos.....	460
7.8 –	Planícies Flúvio-Marinhas	461
8.0 –	PROGNÓSTICO AMBIENTAL	465
8.1 –	Cenário Ambiental sem o Empreendimento	465



8.2 –	Cenário Ambiental com o Empreendimento.....	467
9.0 –	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	470
9.1 –	Análise da Matriz de Impactos Ambientais	473
9.1.1 -	Fase de Estudo e Projeto	473
9.1.2 -	Fase de Implantação.....	476
9.1.3 -	Fase de Operação	484
9.1.4 -	Interação dos Impactos das Ações Sobre os Meios	492
9.1.5 -	Análise Integrada dos Impactos Ambientais.....	496
9.1.6 -	Análise dos Impactos na Área de Influência Indireta	499
9.1.7–	Impactos Ambientais Negativos e Medidas de Controle	501
10.0 –	MEDIDAS MITIGADORAS	509
10.1 –	Plano de Controle e Recuperação da Drenagem	516
10.2 –	Plano de Educação Ambiental	517
10.3 –	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS	517
10.4 –	Plano Ambiental de Construção - PAC.....	520
10.5 –	Balneabilidade das Praias.....	523
10.6 –	Plano Básico Ambiental - PBA.....	525
11.0 –	PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL.....	527
12.0 –	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	534
13.0 -	BIBLIOGRAFIA.....	539
EQUIPE TÉCNICA.....		558



Índice de Figuras

Figura 1:	Soluções propostas para o porto. A – Porto de Fortaleza; B – Porto do Mucuripe Fonte: Maia, 1998.	15
Figura 2:	Evolução da batimetria durante a construção do dique do Porto do Mucuripe.	19
Figura 3:	Formação da Praia Mansa em 1958 (a esquerda) e 1972 (a direita).	20
Figura 4:	Área da Praia Mansa formada na bacia portuária, onde foi construído o Terminal Marítimo de Passageiros.	21
Figura 5:	Volumes de sedimentos dragados do Porto do Mucuripe ente 1991 e 2005.	23
Figura 6:	Modelo reduzido do Porto do Mucuripe. Fonte: SOGREAH, 1957.	24
Figura 7:	Possibilidades de retenção de sedimentos no Porto do Mucuripe.	25
Figura 8:	Transporte de sedimentos de leste para oeste utilizando uma draga fixa.	26
Figura 9:	Serviluz e Praia Mansa no ano de 1958 (a esquerda) e no ano de 1972 (a direita).	28
Figura 10:	Serviluz e Titanzinho no ano 2000.	30
Figura 11:	Evolução do assoreamento e da urbanização na Praia do Serviluz entre 1945 e 2000.	31
Figura 12:	Área de acúmulo de sedimentos na Praia do Serviluz em 2018.	32
Figura 13:	Sentido do transporte de sedimentos (setas vermelhas) e direção das ondas (setas pretas) na área do Porto do Mucuripe.	34
Figura 14:	Modelo Digital Batimétrico da Enseada do Mucuripe em 1952.	35
Figura 15:	Modelo Digital Batimétrico da Enseada do Mucuripe em 2014.	35
Figura 16:	Levantamento batimétrico do banco submarino da Enseada do Mucuripe.	36
Figura 17:	Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 1945. Fonte: DHN, 1945.	38
Figura 18:	Carta Náutica 701 do Porto do Mucuripe em 1956. Fonte: DHN, 1956.	39
Figura 19:	Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 1965. Fonte: DHN, 1965.	40
Figura 20:	Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 1978. Fonte: DHN, 1978.	42
Figura 21:	Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 1991. Fonte: DHN, 1991.	43
Figura 22:	Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 2002. Fonte: DHN, 2002.	45
Figura 23:	Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 2018. Fonte: DHN, 2018.	46
Figura 24:	Evolução Batimétrica da Cota -5 metros da Enseada do Mucuripe entre 1945 e 2018. Fonte: DHN (1945, 2018), Sentinel 2 (2018).	49
Figura 25:	Evolução Batimétrica da Cota -10 metros da Enseada do Mucuripe entre 1945 e 2018. Fonte: DHN (1945, 2018), Sentinel 2 (2018).	50
Figura 26:	Molhe da Praia de Iracema em 1978. Fonte: AUMEF, 1978.	53
Figura 27:	Enrocamento construído na Praia de Iparana defronte à Colônia de Férias do SESC.	56
Figura 28:	Comparativo da linha de costa dos anos de 1968 e 1996 do litoral de Caucaia entre a foz do Rio Ceará e a Praia do Icarai. Fonte: Morais, 2001.	60
Figura 29:	Configuração senoidal ("S") dos espigões a serem implantados.	62
Figura 30:	Alternativas de mitigação costeira.	67
Figura 31:	Modelo conceitual de estratégias preventivas e mitigadoras de acordo com o paradigma	68
Figura 32:	Mapa com as áreas de Influência do Meio Físico e Biótico.	74
Figura 33:	Mapa com as áreas de Influência do Meio Socioeconômico.	75
Figura 34:	Evolução do banco arenoso a Oeste do Porto de Mucuripe	78
Figura 35:	Posição na grade do modelo GROW do ponto em águas profundas (3.125°S, 38.75°W) e do local do projeto	79
Figura 36:	Rosa de ondas em águas profundas (Fonte: OWI)	80
Figura 37:	Média da altura significativa das ondas para o período 1970-2008.	81
Figura 38:	Média dos períodos médios de ondas para o período 1970-2008.	81
Figura 39:	Média da direção anual das ondas para o período 1970 – 2008.	82
Figura 40:	Variação mensal da altura significativa média de onda.	83
Figura 41:	Variação mensal da direção média de onda.	84
Figura 42:	Variação mensal do período médio de pico de onda.	84
Figura 43:	Extensão do modelo e a batimetria.	85



Figura 44:	Detalhe da batimetria do modelo em torno da área do projeto. As linhas brancas indicam a área coberta pelo levantamento batimétrico.....	86
Figura 45:	Detalhe dos perfis 1 e 2.....	86
Figura 46:	Detalhe dos perfis 3 a 12.....	87
Figura 47:	Detalhe dos perfis 13 a 22.....	88
Figura 48:	Detalhe dos perfis 23 a 32.....	89
Figura 49:	Detalhe dos perfis 33 a 42.....	90
Figura 50:	Detalhe dos perfis 43 a 52.....	91
Figura 51:	Detalhe dos perfis 53 a 60.....	92
Figura 52:	Altura significativa da onda - comparação entre os resultados do modelo e as medições realizadas em Pecém.....	94
Figura 53:	Distribuição média no tempo da energia de onda por intervalo de altura significativa de onda. Vaga (superior, esquerda), ondulação (superior, direita), e onda resultante (inferior).....	95
Figura 54:	Distribuição média no tempo da energia de onda por intervalo de período de pico. Vaga (superior, esquerda), ondulação (superior, direita), e onda resultante (inferior).....	95
Figura 55:	Distribuição média no tempo da energia de onda por intervalo de direção de onda. Vaga (superior, esquerda), ondulação (superior, direita), e onda resultante (inferior).....	96
Figura 56:	Rosas anuais de ondas em frente ao local do projeto, ao longo da curva batimétrica de 15m. Alto: vagas, centro: ondulação, inferior: onda resultante.....	96
Figura 57:	Posições dos 5 perfis costeiros usados na análise do transporte de sedimento.....	97
Figura 58:	Distribuição transversal à linha de costa do transporte anual de sedimento.....	98
Figura 59:	Variação do transporte anual resultante, em função da orientação da linha de costa para os 5 perfis ao longo da área do projeto.....	99
Figura 60:	Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 300m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.....	104
Figura 61:	Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 500m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.....	105
Figura 62:	Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 600m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.....	106
Figura 63:	Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 700m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.....	107
Figura 64:	Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 800m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.....	108
Figura 65:	Distribuição estatística dos níveis d'água devido à maré astronômica, ondas e o efeito combinado de maré + ondas.....	110
Figura 66:	Perfil de equilíbrio para diferentes grãos de sedimento (extraído de Mangor 2004).....	113
Figura 67:	Ilustração do conceito de perfil do modelo.....	113
Figura 68:	Dinâmica da linha de costa simulada devido à evolução do perfil transversal.....	114
Figura 69:	Estatística extrema da dinâmica da linha de costa devido ao desenvolvimento do perfil.....	115
Figura 70:	Trecho unitário do esquema de proteção da linha de costa, consistindo de estruturas costeiras curvilíneas, combinadas com engordamento artificial de praia.....	116
Figura 71:	Arranjo preliminar do novo esquema de proteção da linha de costa, mostrando as duas fases construtivas.....	117
Figura 72:	Detalhe do esquema de proteção da linha de costa (Espigão 3).....	119
Figura 73:	Detalhe do esquema de proteção da linha de costa (Espigão 5).....	120
Figura 74:	Detalhe do esquema de proteção da linha de costa (Espigão 7).....	121
Figura 75:	Seção transversal dos espigões em S (Espigão 03), a ser implantados no litoral de Caucaia – CE.....	123



Figura 76:	Seção transversal dos espigões em S (Espigão 05), a ser implantados no litoral de Caucaia – CE.....	124
Figura 77:	Seção transversal dos espigões em S (Espigão 07), a ser implantados no litoral de Caucaia – CE.....	125
Figura 78:	Batimetria da Área da Jazida da Plataforma Continental.....	127
Figura 79:	Resultado das análises granulométricas do material da barra submersa, observar a boa seleção e o elevado D50 deste material. Fonte: EIA (2011).	128
Figura 80:	Localização das 62 amostras coletadas na área de dragagem da jazida da Plataforma Continental, em Fortaleza – CE. Fonte: Jan De Nul (2018).....	129
Figura 81:	Resultados das análises granulométricas das 62 amostras coletadas na jazida da Plataforma Continental, em Fortaleza – CE. Fonte: Jan De Nul (2018).....	130
Figura 82:	Perfil transversal com o engordamento de praia inicial.	132
Figura 83:	Projeto de Recuperação do litoral de Caucaia - CE.....	133
Figura 84:	Chuva mensal média em Caucaia - Precipitação média (linha contínua) acumulada durante o período contínuo de 31 dias ao redor do dia em questão, com faixas do 25° ao 75° e do 10° ao 90° percentil.....	170
Figura 85:	Temperaturas máximas e mínimas médias em Caucaia. Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias, com faixas do 25° ao 75° e do 10° ao 90° percentil. As linhas finas pontilhadas são as temperaturas médias percebidas correspondentes.	171
Figura 86:	Dado Pluviométrico do Posto de Caucaia.	178
Figura 87:	Médias Mensais de Chuvas e Temperaturas em Caucaia (2021).	178
Figura 88:	Direção do Vento em Caucaia (2021).	179
Figura 89:	Velocidade Média do Vento em Caucaia (2021).....	181
Figura 90:	Pressão Atmosférica em Caucaia (2019).....	183
Figura 91:	Umidade do Ar em Caucaia (2021).....	184
Figura 92:	Série da Insolação em Caucaia (2019).	185
Figura 93:	Mapa geológico do município de Caucaia.	188
Figura 94:	Relação entre a geologia e a geomorfologia e os sistemas aquíferos costeiros.	189
Figura 95:	Perfil típico das falésias da Formação Barreiras na Praia do Pacheco, próximo ao Espigão 2.	190
Figura 96:	Mapa Pedológico do município de Caucaia. Fonte: Chaves, 2016.	192
Figura 97:	Mapa das unidades geoambientais do município Caucaia. Fonte: Souza, 2016.	197
Figura 98:	Imagem da unidade geoambiental das praias que ocorre entre Icaraí e Cumbuco.	198
Figura 99:	Imagem da unidade geoambiental terraços marinhos/planície de deflação, que ocorre entre as praias e o sopé das dunas.....	200
Figura 100:	Imagem da unidade geoambiental Planície Fluviolacustre, com o barramento da Lagoa do Cauípe na AII do projeto.	203
Figura 101:	Imagem da unidade geoambiental Dunas Móveis no Cumbuco.	204
Figura 102:	Imagem da unidade geoambiental Dunas Fixas, localizada na região do Cumbuco.....	206
Figura 103:	Imagem da unidade geoambiental Superfície de Deflação Estabilizada, localizada entre o Cumbuco e a Barra do Cauípe.....	207
Figura 104:	Mapa das Bacias do Estado do Ceará. INESP, 2009.....	210
Figura 105:	Boletim de Balneabilidade do Litoral Oeste do Ceará, do mês de dezembro de 2021, onde os resultados dos pontos 49, 50, 51 e 52 apresentam resultados aconselhável.....	219
Figura 106:	Mapa de uso e cobertura da terra. (Medeiros, 2019).	221
Figura 107:	Unidades de conservação, terras indígenas e APP no município de Caucaia. (Medeiros, 2019).	224
Figura 108:	Vegetação do Tabuleiro Pré-litorâneo e do Manguezal, na região litorânea de Caucaia-Ce.	227
Figura 109:	Biólogos fotografando a biodiversidade local.	228
Figura 110:	Maçaricos encontrados no litoral de Caucaia – Ce. forrageando na região.....	229
Figura 111:	Localização das áreas de Influências (AII, AID e ADA) do Espigões e Aterro Hidráulico, com os pontos amostrais do levantamento da fauna, ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, Ceará.	231



Figura 112: Localização das áreas de Influências do Espigões e Aterro Hidráulico, com os pontos amostrais do levantamento da fauna, ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, Ceará, em detalhe a ADA e AID.	232
Figura 113: Localização dos pontos amostrais do levantamento da fauna, no litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, Ceará	233
Figura 114: Aspecto geral da vegetação, na AII, do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia.	235
Figura 115: Praia e Planície Litorânea, em Icaraí e no Pecém, Caucaia	236
Figura 116: Aves migratórias, como essas Tringa melanoleuca e Calidris pusilla, procurando seu alimento, nos alagadiços da região.....	236
Figura 117: Ambiente Praiano e da Planície Litorânea, localizado nas áreas de Influências do Espigões em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.	238
Figura 118: Ambiente Praiano em Caucaia - Ce.....	239
Figura 119: Ambiente Praiano com aves migratórias, forrageando mariscos.	239
Figura 120: Planície Litorânea encontrada ao longo da região litorânea de Caucaia-Ce.	240
Figura 121: Ambientes Dunares localizados na área de Influência, em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.	242
Figura 122: Ambiente de Dunas Fixas, na região litorânea de Caucaia-Ce.....	243
Figura 123: Ambiente de Dunas Semifixa e Fixas, na região litorânea de Caucaia-Ce.	244
Figura 124: Ambiente Manguezal e da Mata Ciliar, localizados nas proximidades dos cursos d’água na área de Influência dos Espigões, em Caucaia e São Gonçalo do Amarante Ce.	245
Figura 125: Vegetação do manguezal, nas gamboas do rio Guaribas em São Gonçalo do Amarante – Ce.	246
Figura 126: Vegetação do Manguezal, próximo do porto do Pecém – Ce.	246
Figura 127: Vegetação do Manguezal, próximo do porto do Pecém – Ce e adjacências.	247
Figura 128: Ambiente da Vegetação do Tabuleiro Pré-Litorâneo, localizado na área de Influência do Espigões em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.	248
Figura 129: Vegetação do Tabuleiro Pré-litorâneo.....	249
Figura 130: Mata ciliar na planície pluvial em Caucaia – Ce.....	251
Figura 131: Ambiente Lacustre e Ribeirinho na área de Influência dos Espigões em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.	252
Figura 132: Ambiente lacustre na região litorânea de Caucaia-Ce.....	253
Figura 133: Ambiente ribeirinho, na região litorânea de Caucaia-Ce, companha o leito o foz do rio Ceará.	253
Figura 134: Ambiente lacustre, em Pecém, na AII, com um jovem Jacana jacana (jaçanã), nas macrófitas.	254
Figura 135: Ambiente Antrópico, localizado na área de Influência do Espigões em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.	256
Figura 136: Aves migratórias existentes na região do litoral contido na AII.	264
Figura 137: Frequência da Mastofauna, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.....	265
Figura 138: Curva de rarefação da mastofauna, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.....	268
Figura 139: Didelphis albiventris (cassaco), espécie comum na área da AII, do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia-Ce.	268
Figura 140: Aves migratórias, encontradas no litoral da AII, do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia – Ce.	269
Figura 141: Bando de Calidris sp, e Tringa melanoleuca, forrageando nos alagadiços do litoral de Caucaia – Ce.	269
Figura 142: Frequência das aves, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.	281
Figura 143: Ardea alba (garça-grande) e Egretta thula (garça-pequena) forrageando nos alagadiços, no litoral da AII.	281



Figura 144: Curva de coletor de espécies (rarefação) das aves, ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ceará.	282
Figura 145: Butorides striata (socó) forrageando, nos ambientes lacustres, encontradas na região.	282
Figura 146: Aves predadoras, encontradas no litoral da AII, no Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia.	283
Figura 147: Frequência da Herpetofauna, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.	284
Figura 148: Curva de rarefação da herpetofauna, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.	288
Figura 149: Anfíbios encontrados na AII do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Ce.	288
Figura 150: Répteis encontrados na AII do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Ce.	289
Figura 151: Unidades de Conservação (UC) localizados na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.	291
Figura 152: Localização dos perfis de mergulho.	294
Figura 153: Saco de coleta e transporte de amostras no momento da coleta no mergulho. Na segunda fotografia a coleta do substrato para as análises.	294
Figura 154: Material utilizado para a quebra do substrato. Na segunda foto, a quebra e coleta do substrato	295
Figura 155: Fundo misto pedras esparsas com algas e areia grossa linha 11.	296
Figura 156: Pedras com algas e esponjas linha 11 e Areia grossa Linha 11.	296
Figura 157: Cascalho e areia grossa aos 60 m.	298
Figura 158: Vista das espécies ictias Frade, Xila e Carro de boi.	302
Figura 159: Vista das espécies ictias Carro de boi e Xila.	302
Figura 160: Vista da espécie de esponja Haliclona sp., abundante na área e da espécie Aplysina cauliformis.	303
Figura 161: Vista da espécie de esponja Chodrilla sp. e da espécie Chelonaplysilla sp.	303
Figura 162: Vista da espécie de esponja Didemnum sp e da espécie Aplysina sp.	304
Figura 163: Vista da espécie de esponja Botrylloides sp e da espécie Cinachyrella sp.	304
Figura 164: Vista da espécie de esponja Xestospongia sp e das espécies Aplysina sp e Clathrina sp.	304
Figura 165: Vista das espécies de esponja Leucetta sp e Plakortis sp e da espécie Ircinia sp.	305
Figura 166: Vista das espécies de esponja Agelas sp, Trididemnum sp e da espécie Ircinia sp.	305
Figura 167: Vista das espécies de esponja Distaplia sp e da espécie Ircinia sp.	305
Figura 168: Vista da espécie de esponja Aplysina Sp.	306
Figura 169: Vista das espécies de coral Mussismilia hispida e Mussismilia braziliensis.	306
Figura 170: Vista das espécies de coral Mussismilia harttii e M. brasiliensis e M.harttii.	307
Figura 171: Vista do Perfil 09 com 50 m e as 3 espécies de corais Mussismilia harttii, Braziliensis e Hispida. Na segunda foto as 3 espécies de corais, M. harttii, braziliensis, hispida.	307
Figura 172: Vista das espécies de coral M. braziliensis e M. harttii e na segunda foto as espécies M.harttii e braziliensis.	307
Figura 173: Vista da espécie de alga Criptonemia seminervis e na segunda foto a espécie Gracilaria birdiae.	308
Figura 174: Vista da espécie de alga Palmaria palmata e na segunda foto a espécie Botryocladia sp.	308
Figura 175: Vista da espécie de alga Botryocladia sp e na segunda foto a espécie Caulerpa racemosa.	309
Figura 176: Vista da espécie de alga Caulerpa racemosa.	309
Figura 177: Pontos de amostragem coletados entre a praia de dois coqueiros e cumbuco – Caucaia/CE. Fonte: Google Earth.	313
Figura 178: Atividades laboratoriais. a. Amostras armazenadas em recipientes e preparadas para receber o corante. b. Amostras coradas com a solução Rosa Bengala. c. Processo de triagem da macrofauna bentônica. d. Organismos presentes nas amostras. e. Separação dos organismos por grupo taxonômico. f. Material utilizado na triagem dos organismos presentes nas amostras.	314
Figura 179: Gráfico apresentando a Soma da Abundância de Invertebrados Marinhos dos Ecosistema marinho entre a praia de dois coqueiros e cumbuco.	315



Figura 180: Gráfico da Abundância de Invertebrados Marinhos dos Ecossistema marinho entre a praia de dois coqueiros e cumbuco.	315
Figura 181: Gráfico da Abundância de Invertebrados Marinhos dos Ecossistema marinho entre a praia de dois coqueiros e cumbuco.	316
Figura 182: Amostras de organismos pertencentes a macrofauna bentônica coletada no município de Caucaia. A e B (Anfípoda); C (Brachyura); D (Anfípoda); E (Pycnogonida); F, G (Bivalve); H (Gastropode); I (Poliqueta).....	317
Figura 183: Área de coleta das amostras de água para análise de fitoplâncton e zooplâncton.	320
Figura 184: A – Rede para coleta e fitoplâncton e zooplâncton; B – amostras fixadas com formaldeído.	322
Figura 185: Análise quali-quantitativa ao microscópio óptico binocular MLW Labplan.	323
Figura 186: Gráfico da Quantidade de indivíduos por táxon encontrados nas amostras entre zooplâncton e fitoplâncton.....	324
Figura 187: Gráfico da Densidade Planctônica Total entre zooplâncton e fitoplâncton.....	324
Figura 188: Tartarugas marinhas encalhadas mortas em algumas praias de Caucaia-CE.	327
Figura 189: Tartarugas marinhas encalhadas viva na Praia da Tabuba, Caucaia-CE.	327
Figura 190: Resgate de tartaruga marinha na Praia do Icaraí, Caucaia-CE. (Fonte: Projeto INTERPESCA)	328
Figura 191: Marcação de Ninho de Tartaruga na Praia do Cumbuco, Caucaia-CE e ovos de tartaruga não eclodidos devido à compactação da areia pela passagem de veículos, em ninho na Praia do Pecém. (Fonte: Projeto INTERPESCA).....	328
Figura 192: Início do processo de abertura de um ninho na Praia da Tabuba, Caucaia-CE, e detalhe de um filhote na Praia do Pacheco. (Fonte: Projeto INTERPESCA).....	329
Figura 193: Soltura de filhotes retidos e resgatados após a abertura de um ninho na Praia do Cumbuco. Notar a população local que sempre colabora e participa destas atividades, em especial as crianças (Fonte: Projeto INTERPESCA).	329
Figura 194: Mapa de Localização das Áreas de Influências do empreendimento.	336
Figura 195: Mapa da divisão territorial, Caucaia - Fonte: IPECE, 2021	337
Figura 196: Gráfico da População residente no município de Caucaia, 1970 a 2020 - Fonte: IBGE, 2020.	350
Figura 197: Gráfico da estimativa da população residente para o município de Caucaia, 2002 – 2020. Fonte: IBGE, 2020.	350
Figura 198: Mapa com a Distribuição populacional de Caucaia segundo distritos para o ano de 2010, gerado a partir de dados contidos no SIG.....	352
Figura 199: Ginásio Poliesportivo e Creche comunitária. Fonte: IEPRO, 2022	370
Figura 200: Condomínios e Pousada Lebron.....	370
Figura 201: Hotel SESC Iparana e praças com campo de futebol e equipamentos de ginástica	371
Figura 202: Colônia de férias e comércio de gás de cozinha.....	372
Figura 203: Pequenos sítios e Hotel bem equipamento (La Suíte Praia).....	373
Figura 204: Avenida Central (CE-090) e condomínios com acesso a praia	375
Figura 205: Manifestação espontânea da população a favor do projeto	375
Figura 206: Lagoa da Tabuba e vias secundárias com acesso à praia.	376
Figura 207: Colônia de pescadores e comércio local.....	378
Figura 208: Centro comercial e polo gastronômico.....	379
Figura 209: Uso e Ocupação da Área Diretamente Afetada (ADA).....	393
Figura 210: Embarcação de pesca artesanal do tipo pacote, na Praia do Cumbuco, Caucaia-CE.	401
Figura 211: Passeio turístico na Praia do Cumbuco, Caucaia-CE utilizando embarcação do tipo jangada.	401
Figura 212: Tipo de pesca artesanal na área de influência do Projeto.	404
Figura 213: Avenida Litorânea	405
Figura 214: Avenida Litorânea	406
Figura 215: Erosão Costeira.....	407
Figura 216: Gráfico da Faixa etária	413
Figura 217: Gráfico de Gênero	413



Figura 218: Gráfico do Estado Civil.....	414
Figura 219: Gráfico de Formação	414
Figura 220: Gráfico da Frequência de visita ao local	415
Figura 221: Gráfico do Tempo gasto no local	415
Figura 222: Gráfico do Tipo de consumo	416
Figura 223: Gráfico da pergunta: Conheceu as praias de Caucaia antes do processo de erosão?.....	417
Figura 224: Gráfico da Avaliação do local em relação à prática de atividades diversas	417
Figura 225: Gráfico da Avaliação do local em relação a alguns aspectos relevantes	418
Figura 226: Gráfico do Nível de satisfação em visitar as praias de Caucaia	419
Figura 227: Gráfico da Pergunta: Conhece o projeto de revitalização das praias de Caucaia?	420
Figura 228: Decibelímetro Instruterm, modelo DEC-490, utilizado nas medições.	430
Figura 229: Localização dos pontos de medição do nível de ruído na área do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia. A = Área de praia; B = Área situada no início da urbanização, no sopé das falésias ou escarpas, ou mesmo ao longo do passeio público no sentido sul da obra. Fonte: Imagem Google Earth (2021) adaptada.....	432
Figura 230: Medição de pressão sonora realizada no Ponto A, próximo ao estirâncio.	434
Figura 231: Medição de pressão sonora realizada no Ponto B, no sopé das falésias.....	435
Figura 232: Histograma do período diurno das medições de pressão sonora realizadas nos dias 26 a 29 de maio de 2021.	437
Figura 233: Próximo ao Ponto 16, onde se observa fluxo de pessoas na área de estirâncio em maré baixa, protegida por Bagwall e rochas para proteção de infraestrutura urbana.	438
Figura 234: Medição de Pressão Sonora próximo ao Ponto 02.	439
Figura 235: Histograma do período noturno das medições de pressão sonora realizadas nos dias 01 ^a 12 de julho de 2021 e de 04 a 08 de janeiro de 2022.	441
Figura 236: Medição de Pressão Sonora no período noturno, próximo ao Ponto 15.....	441
Figura 237: Medição de Pressão Sonora no período noturno, próximo ao Ponto 19.....	442
Figura 238: Mapa de pressão sonora no período Diurno – Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.	445
Figura 239: Mapa de pressão sonora no período Noturno – Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.	446
Figura 240: Mapa de Zoneamento da Área de Recuperação do Litoral de Caucaia.....	450
Figura 241: Unidade Praia, apresentando sua área de estirâncio, na Praia do Icaraí, em Caucaia-CE.	451
Figura 242: Zona de Terraço, limite dos bairros Icaraí e Tabuba, em Caucaia-CE.....	455
Figura 243: Vista da Planície de Deflação, após o Hotel Vila Galé, Cumbuco, em Caucaia-CE.....	456
Figura 244: Dunas móveis do Cumbuco, com passeios de Buggy nas rotas turísticas de Caucaia-CE.....	458
Figura 245: Dunas Fixas (à esquerda) e dunas móveis (à direita), próximo a Águas Cristalinas e a Lagoa do Banana, em Caucaia-CE.	459
Figura 246: Falésias localizadas na Praia do Pacheco, em Caucaia-CE.	461
Figura 247: Planície fluviomarinha do Rio Ceará, com a presença de manguezais.	463
Figura 248: Zoneamento da Área de Intervenção e entorno.	464
Figura 250: Modelo de Placa de Situação Legal do Empreendimento	512
Figura 251: Modelo de Placa Padrão da IMAC.....	512
Figura 252: Modelo de Placa.....	513
Figura 253: Modelo de Sinalização de Resíduos.	519



Índice de Tabelas

Tabela 1: Classificação das estruturas costeiras em termos de função.	70
Tabela 2: Orientações atuais e de equilíbrio da linha de costa para os 5 perfis.	100
Tabela 3: Descrição dos testes realizados de modelagem matemática de evolução da linha de costa.	103
Tabela 4: Valores extremos de nível d'água obtidos para vários períodos de recorrência	111
Tabela 5: Estimativa do recuo máximo da linha de costa (em metros) para vários períodos de recorrência.	115
Tabela 6: Coordenadas geográficas da locação das estruturas de enrocamento.	118
Tabela 7: Volumes totais para os enrocamentos no litoral de Caucaia-CE.	122
Tabela 8: Coordenadas dos pontos amostrados, das áreas de influências, com dados ecológicos do local dos Espigões de Caucaia.	231
Tabela 9: Tipologia vegetal, nas áreas de influências, com dados de área e perímetros, no local dos Espigões de Caucaia.	234
Tabela 10: Diversidade (riqueza) da Fauna na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, na AII.	264
Tabela 11: Diversidade (riqueza) da Mastofauna na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, envolvendo o litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (AII).	267
Tabela 12: Diversidade (riqueza) da Avifauna na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, envolvendo o litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (AII).	280
Tabela 13: Síntese da frequência da herpetofauna, na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.	284
Tabela 14: Diversidade (riqueza) da Herpetofauna na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, envolvendo o litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (AII).	287
Tabela 15: Diversidade (riqueza) da Ictiofauna continental, na área de influência do espigão, envolvendo a área continental, ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (AII).	290
Tabela 16: Detalhamento do Perfil 11 do mergulho no 1º dia.	295
Tabela 17: Detalhamento do Perfil 10 do mergulho no 1º dia.	297
Tabela 18: Detalhamento do Perfil 10 do mergulho no 2º dia.	297
Tabela 19: Detalhamento do Perfil 09 do mergulho no 1º dia.	297
Tabela 20: Detalhamento do Perfil 08 do mergulho no 1º dia.	298
Tabela 21: Detalhamento do Perfil 08 do mergulho no 2º dia.	298
Tabela 22: Detalhamento do Perfil 06 do mergulho no 2º dia.	299
Tabela 23: Detalhamento do Perfil 06 do mergulho no 3º dia.	299
Tabela 24: Detalhamento do Perfil 05 do mergulho no 2º dia.	299
Tabela 25: Detalhamento do Perfil 05 do mergulho no 3º dia.	300
Tabela 26: Detalhamento do Perfil 03 do mergulho no 3º dia.	300
Tabela 27: Detalhamento do Perfil 02 do mergulho no 2º dia.	300
Tabela 28: Detalhamento do Perfil 01 do mergulho no 3º dia.	301
Tabela 29: Detalhamento do Perfil 00 do mergulho no 3º dia.	301
Tabela 30: Identificação da Ictiofauna nos mergulhos.	302
Tabela 31: Identificação das Esponjas nos mergulhos.	303
Tabela 32: Identificação dos Corais nos mergulhos.	306
Tabela 33: Identificação das Algas nos mergulhos.	308
Tabela 34: Abundância dos principais grupos de invertebrados coletados.	315
Tabela 35: Abundância total dos principais grupos de invertebrados marinhos zoobentônicos coletados nas áreas de amostragem.	316
Tabela 36: Amostras de fitoplâncton e zooplâncton coletadas nos entre os pontos 0 e 11.	321
Tabela 37: Número de registros realizados na área entre 2016 a 2021.	326
Tabela 38: Status de conservação das espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil, segundo as Listas de Espécies Ameaçadas no mundo da IUCN, e a lista oficial brasileira de espécies ameaçadas. EN: Em Perigo; CR: Criticamente em Perigo; VU: Vulnerável.	332
Tabela 39: Evolução da população de Caucaia por área censitária, Rural e Urbana, 1991 – 2010	351



Tabela 40: População Total, Urbana e Rural, Caucaia e Distritos – 2010. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos, 2010	352
Tabela 41: População residente por Gênero – Masculino e Feminino – em Caucaia em 1991, 2000 e 2010	354
Tabela 42: População recenseada em Caucaia, homens e mulheres por faixa etária, 2000 e 2010	355
Tabela 43: Indicadores demográficos de Caucaia 1991 a 2010.....	356
Tabela 44: Principais espécies de peixes de interesse comercial capturadas pela pesca artesanal no município de Caucaia-CE	402
Tabela 45: Planilha sonora diurna – Janeiro/2021	436
Tabela 46: Planilha sonora - Noturna – Janeiro/2021	440
Tabela 47: Análise dos impactos ambientais na Fase de Estudo e Projeto.....	472
Tabela 48: Análise dos impactos ambientais na Fase de Estudo e Projeto.....	476
Tabela 49: Análise dos impactos ambientais na Fase de Implantação.....	484
Tabela 50: Análise dos impactos ambientais na Fase de Implantação.....	492
Tabela 51: Análise Integrada dos impactos ambientais.....	496

Índice de Quadros

Quadro 1: Áreas das cotas de – 5m e de -10 m.....	48
Quadro 2: Relação dos sistemas e subsistemas ambientais.....	196
Quadro 3: Características e Infraestrutura Básica da Área Diretamente Afetada (ADA).....	382
Quadro 4: Impactos sobre os Meios Físico, Biológico e Antrópico.....	508



1.0 - APRESENTAÇÃO

Este documento denominado de Estudo de Impacto Ambiental - EIA é referente ao Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, com implantação de 11 enrocamentos, também conhecidos como Espigões, acompanhados de Aterro Hidráulico, entre as praias do Pacheco e da Tabuba em Caucaia/CE, sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Caucaia – PMC e sua Secretaria de Infraestrutura – SEINFRA, e consolida os estudos ambientais desenvolvidos para fundamentarem a Licença de Instalação - LI do Empreendimento, conforme diretrizes do Termo de Referência N° 03/2021 emitido pelo Instituto de Meio Ambiente do Município de Caucaia - IMAC.

O EIA foi elaborado pelo Instituto de Estudos, Pesquisas e Projetos – IEPRO da Universidade Estadual do Ceará – UECE, sob a coordenação técnica do Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira - LAGIZC, contando com a participação do Laboratório de Ornitologia e Sistemática Ambiental (LORNISA) da UECE, do Laboratório de Genética e Biotecnologia Aplicada (GENAQUA) e do Grupo de Estudos em Linguística e Discurso Autobiográfico (GELDA) da Universidade Federal do Ceará – UFC, sendo o empreendimento de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Caucaia. No desenvolvimento dos trabalhos foram observadas as recomendações e condições estabelecidas no Termo de Referência e demais orientações do órgão ambiental municipal (IMAC), sendo atendidas às recomendações da Prefeitura de Caucaia e as diretrizes da Política Ambiental da SEINFRA.

Junto ao EIA foi também apresentado o Plano Básico Ambiental - PBA que representa um rol de procedimentos de controle da qualidade ambiental que visam orientar o empreendedor a elaborar, analisar, revisar e executar projetos e obras levando em consideração os impactos ambientais identificados. Esses aspectos devem ser considerados em todas as etapas do Projeto, seja na fase específica de estruturação do projeto com a identificação, avaliação, análise e aprovação, seja na fase de obras com planejamento, implantação e operação. A importância do PBA pode ser destacada a partir do entendimento de que o Programa abrange um conjunto de ações que representam a articulação das medidas consideradas como necessárias para anular, reduzir, mitigar ou compensar os impactos adversos (negativos) e potencializar os benéficos (positivos), criando condições de viabilidade ambiental, social e econômica para o Programa.

O cenário político encontrado foi favorável à execução de um Projeto gerado a partir da discussão com os diversos segmentos dos bairros envolvidos, cujo resultado atendeu a essas



grandes demandas sociais sem tirar do povo o direito de discutir o seu destino como atores protagonistas da sua própria história, sendo um grande indutor do desenvolvimento sustentável na sua área de influência local.

Houve preocupação com a recuperação e organização de toda orla marítima da área, assim como a preservação e recuperação de suas belezas naturais, levando em consideração o resgate de todo o patrimônio histórico material e cultural dos bairros atingidos pelo projeto.

Os trabalhos previstos no projeto buscam criar espaços de qualidade para convivência e lazer nas praias protegidas pelos espigões citados, e ainda viabilizando os itens operacionais, financeiros e arquitetônicos. Foram criadas propostas de implantação de cada espigão, da dragagem e do aterro hidráulico da faixa de praia, sempre buscando o respeito aos bens públicos e privados, e objetivando melhorar os aspectos de acessibilidade e uso desses patrimônios, trazendo soluções inovadoras à recuperação dos espaços suprimidos pelo processo erosivo atuante.

O projeto prevê modificações na infraestrutura existente, de forma a se obterem a proteção e recuperação das praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba, com a construção de 11 (onze) estruturas de enrocamento (espigões). Além da implantação de solução final para regeneração da faixa de praia, através da execução de um aterro artificial, por meio de aterro hidráulico, com largura de 70 metros de praia seca (areia), para ampliação da faixa de praia que vai desde o Pacheco até a Praia da Tabuba, com cerca de 8 Km de extensão.

Este EIA foi realizado atendendo aos critérios técnicos ambientais mais contemporâneos possíveis, sendo consubstanciado na legislação ambiental do Brasil, do Estado do Ceará e do Município de Caucaia, visando atender as diretrizes estabelecidas no Termo de Referência emitido pelo IMAC. O presente estudo consiste em instrumento técnico e legal capaz de promover a compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, bem como a conservação dos recursos ambientais, com vistas a sua utilização racional.

O diagnóstico ambiental da Área de Influência Indireta (AII) foi elaborado com base na bibliografia e informações cartográficas e orbitais disponíveis, além de verificações diretas na própria região de estudo (quando pertinentes), apresentando a caracterização dos componentes dos meios físico, biótico e socioeconômico e destacando no estudo, a influência que o empreendimento terá nesta área e em seus diferentes componentes ambientais. Nas áreas de influência mais direta do Empreendimento (AID e ADA), onde os diferentes parâmetros ambientais estudados podem sofrer influência significativa dos impactos originados pela implantação do empreendimento



proposto, foi necessário o detalhamento dos estudos com levantamentos de dados primários, de forma a atender todos os itens do Termo de Referência citado.

Neste documento técnico são esclarecidas e demonstradas, de forma simples e compreensível, as medidas mitigadoras necessárias ao estabelecimento de uma relação entre o projeto de construção e o sistema ambiental existente, como também fornece informações a respeito dos efeitos benéficos gerados pela implantação do empreendimento na região.

O detalhamento dos Planos, Programas e Subprogramas apresentados no PBA terá como objeto uma adequação e revisão de dados por ocasião da implantação das ações propostas, a critério da Gestora Ambiental, podendo participar desta tarefa tanto os consultores que desenvolveram os Programas como outros especialistas convidados.

Aliados às conclusões e recomendações contidas no texto a seguir, estes estudos oferecem os subsídios técnico-científicos necessários ao bom aproveitamento da área, mantendo sua qualidade ambiental e viabilizando o Projeto nas suas fases de implantação e operação. Além de satisfazerem ao Termo de Referência do IMAC emitido para tal fim.

Ressalta-se que se procurou ao máximo alcançar as implicações ambientais da execução do empreendimento, visando às preocupações dos analistas dos órgãos ambientais e defendendo da degradação paisagística uma das mais belas paisagens do Município de Caucaia, as praias do Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco.

Com a apresentação deste EIA espera-se atender ao licenciamento ambiental pertinente, uma vez que os estudos realizados contemplaram integralmente às exigências demandadas e que foi verificada a legislação ambiental, quanto empreendimento, nada lhe é impeditivo. Ressalte-se que os estudos realizados no PBA e no EIA/RIMA caracterizam a viabilidade ambiental do Projeto de Proteção/Recuperação com a implantação de Espigões e Aterro Hidráulico, entre a Praia do Pacheco e a Tabuba, em Caucaia/CE.



2.0 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1 - Identificação do Empreendedor: Prefeitura de Caucaia

Nome ou razão social:	Secretaria Municipal de Infraestrutura
CNPJ:	07.616.162/0001-06
Endereço completo:	Rodovia CE 090, KM 01, N° 1076 - Itambé
Telefone e fax:	(85) 9.8852-4156
Representante legal:	André Luiz Daher Vasconcelos, CPF: 747.479.753-49, Rodovia CE 090, KM 01, N° 1076 - Itambé, (85) 9.9995-2186,
E-mail:	seinfra@caucaia.ce.gov.br
Contato:	André Luiz Daher Vasconcelos, CPF: 747.479.753-49, Rodovia CE 090, KM 01, N° 1076 - Itambé, (85) 9.9995-2186,
E-mail:	seinfra@caucaia.ce.gov.br



2.2 - Identificação da Empresa responsável pelo EIA/RIMA:

FUNECE - IEPRO

Nome da Empresa:	Fundação Universidade Estadual do Ceará – FUNECE
CNPJ:	00.977.419/0001-06
Endereço:	Avenida Dr. Silas Munguba, 1700, Bairro Itaperi, Fortaleza – CE, CEP: 60714-270
Representante Legal:	Dr. Hibelbrando dos Santos Soares CPF nº 500.823.453-68.
Responsável pelo EIA/RIMA:	Instituto de Estudos, Pesquisas e Projetos da UECE – IEPRO
Representante Legal:	Dr. Francisco de Assis Moura Araripe CPF nº 030.581.153-34.
Responsável Técnico:	Prof. Dr. Fábio Perdigão Vasconcelos Engenheiro de Pesca Doutor em Ciências da Terra / Oceanografia Ambiental Costeira, CREA Nº 7752-CE
Endereço da Obra:	Litoral de Caucaia, entre as Praias do Pacheco à Praia da Tabuba.
Termo de Referência:	Nº 03 /2021 – IMAC (Instituto de Meio Ambiente de Caucaia)



3.0 - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.1 - Contextualização

As últimas décadas estão marcadas por uma acelerada e desordenada ocupação urbana relacionada ao crescimento populacional exponencial em nosso planeta, fatores que imprimem mudanças constantes ao uso e ocupação do solo e registros de grandes desequilíbrios aos ecossistemas naturais.

As áreas costeiras, devido aos seus inúmeros atrativos, são consideradas ambientes valiosos para os mais diversos propósitos, tais como turismo, recreação e moradia (MacLeod et al, 2002; Coriolano e Silva, 2005; Ergin et al, 2006). Diante disto, esses ecossistemas estão sendo subordinados a um intenso processo de exploração de seus recursos, causando uma devastação ao ambiente, muitas vezes irreversível. Este cenário também acontece nas praias do Pacheco, Icaraí e com erosão menos intensa na praia da Tabuba, localizada no município de Caucaia no Ceará, em virtude dos seus atrativos não só turísticos, mas também pelo clima tropical, temperatura média de 28°C durante todo o ano.

Esses fatores favorecem à mudança de várias famílias para essa parte do litoral cearense, caracterizada por uma grande área edificada, contando com 11,74 km² de área construída. As praias de Caucaia sofrem atualmente um intenso processo de erosão. A erosão costeira ocorre sempre que o mar avança sobre a terra, como resultado da ação do vento, da agitação das marés, das ondas e em condições de fraca disponibilidade de sedimentos. Esse fato associado à falta de organização do desenvolvimento das atividades antrópicas, como urbanização acelerada e desordenada, indústrias e turismo não sustentáveis, favorecem o recuo de linha de costa, observados nas praias do litoral de Caucaia no Estado do Ceará.

Diversos pesquisadores como Viana em 2015, discorreu que a degradação iniciou com as intervenções no litoral de Fortaleza, iniciando com a construção do Porto do Mucuripe. O desgaste do litoral foi iniciado a partir do decreto nº 504, de 7 de julho de 1938, que modificou a localização da construção do porto em Fortaleza, onde estava previsto na região central da cidade, próximo à Catedral de Fortaleza, e foi transferido para a Enseada do Mucuripe. Em 1939, deu início ao canteiro de obras para implantação da infraestrutura do primeiro trecho de cais. As primeiras funções executadas pela Companhia Nacional de Construções Cíveis e Hidráulicas –



CIVILHIDRO, resultando dessa empreitada a incorporação de 426 metros de cais acostável ao novo Porto de Fortaleza. Mudando, assim, definitivamente, o destino natural das praias situadas no município de Caucaia. (Viana, 2015.).

A falta de um programa de gerenciamento costeiro, ou seja, um olhar mais criterioso quanto ao uso e ocupação do solo, bem como de um monitoramento das infraestruturas instaladas para minimizar o processo erosivo na cidade de Fortaleza (espigões à sotamar), motivou o desastre nas praias do litoral oeste, junto com a ocupação irregular da praia do Icaraí, acarretando esse desastre: a erosão. O aumento do nível das marés no Icaraí também é resultado da destruição de dunas associadas ao aumento urbano desordenado. Vale ainda ressaltar os diversos barramentos existentes ao longo do curso do rio Ceará, fator redutor do aporte sedimentar para a praia do Icaraí, desestabilizando significativamente a dinâmica costeira local.

Esse litoral passa por um processo de erosão costeira e, mesmo assim, ainda conta com a presença de usuários, turistas, surfistas e famílias que ali residem. Em algumas áreas ainda existe uma faixa estreita de areia, por vezes repleta de fragmentos de rochas e resíduos da construção civil, numa atitude desesperada daquela população tentando proteger suas infraestruturas, casas e barracas de praia com uma faixa de areia estreita. Em outras se observa a falta de área de praia, sendo uma área litorânea totalmente descuidada com resíduos espalhado pela orla marítima.

O monitoramento costeiro é um instrumento legal preconizado pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, fazendo parte da Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, instituída pela Lei N. 6938/81, bem como do Plano Nacional para os Recursos do MAR -PNRJ¹¹. Em Caucaia, em que a erosão é proeminente, através da variabilidade costeira na praia e consequente perda de terras costeiras e patrimônio público e privado.

A fim de conter o avanço do mar no litoral do município, a Prefeitura Municipal de Caucaia, buscou junto à comunidade científica diversos projetos. No ano de 2010, iniciou uma obra de contenção da erosão da Praia do Icaraí utilizando estruturas do tipo bagwall, considerada uma das mais modernas tecnologias para a mitigação dos efeitos da força da maré, os quais servem para conter o avanço do mar. Essas estruturas dificultam a condição dos usuários na utilização da área litorânea.

Essa estrutura funciona como um dissipador de energia das ondas no local da intervenção sem transferir o processo erosivo para áreas adjacentes, contendo o avanço do mar na medida em



que estabiliza a linha de costa, promovendo a engorda natural da praia e garantindo o acesso da população à praia recreativa (Souza, 2008).

Nesta área do litoral foram realizados 9 batentes de bagwall. Porém trabalhos de modelamento demonstravam que para diminuir o avanço da erosão as estruturas deveriam ter peso de mais de 4 toneladas. Os efeitos imediatos foram a recuperação de uma faixa superior a um quilometro da praia.

No entanto, durante as primeiras ressacas com ondas de “swell”, um trecho de 30 metros da obra, referente ao localizado na Av. Litorânea, sucumbiu à força das ondas e desabou. Após novas ressacas e destruições, novas obras de manutenção e reformas foram projetadas, porém a situação apenas agravou-se. As intervenções, até então aplicadas, pouco tiveram feito para a melhoria e proteção do litoral de Caucaia, sendo evidenciado que em trechos da Praia a balneabilidade tornou-se comprometida e proporcionou uma perda da qualidade visual devido aos processos erosivos que se intensificam a cada ressaca. A obra sucumbiu quase que totalmente, assim como não proporcionou acúmulo de areia na porção frontal da obra.

A Prefeitura Municipal de Caucaia – PMF publicou em 23 de dezembro de 2020, o Decreto nº 1.173, declarando situação de emergência na área litorânea do Município de Caucaia-CE, afetadas por erosão costeira/marinha – COBRADE Nº 1.1.4.1.0, conforme IN/MI 02/2016. Neste mesmo decreto informou que o município desde 2011, atua para minimizar os efeitos da erosão costeira/marinha, mais precisamente na Praia do Icaraí, local em que foi construído o dissipador de energia do tipo barra mar, denominado em um trecho linear de 1.410,00m (hum mil, quatrocentos e dez metros); que o desastre em tela atinge e reflete em outros locais, tais como as Praias de Iparana, Pacheco e Tabuba; os elevados níveis de energia de impacto do trem de ondas registrados no período de 1º de janeiro a 30 de junho de 2017, bem como em outros períodos, resultantes do fluxo de marés altas e contínuas, com piques superiores a 2,95 m (dois metros e noventa e cinco centímetros) no litoral de Caucaia, em especial na Praia de Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e suas adjacências, que agregam condomínios permanentemente habitados por residentes no Município e áreas comerciais com intenso fluxo de pessoas, moradores, turistas e transeuntes; que houve uma grande desvalorização imobiliária da Praia do Icaraí e severo prejuízo ao patrimônio público e privado local, onde se destaca a sede do Quartel do Corpo de Bombeiros Militar no Município de Caucaia, condomínios, residências e barracas de praia, que sucumbiram com o avanço do mar e fatores associados, tais como, ressaca do mar e período chuvoso; que se



faz necessário adotar ações que minimizem o impacto da erosão marinha/costeira, com o fito de salvaguardar a vida de todos os frequentam, trabalham e/ou residem nos locais afetados pelo desastre; a necessidade de resgatar a vida social, turística e comercial da região e a integridade dos imóveis nela presentes.

Com essa declaração de situação de emergência na área litorânea do Município de Caucaia-CE, a Prefeitura Municipal de Caucaia – PMC, contratou o Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias - INPH para elaboração dos estudos de modelagem matemática para a caracterização do clima anual de ondas no litoral de Caucaia e o desenvolvimento de um projeto de proteção costeira das praias daquele Município.

No relatório apresentado pelo INPH, de coordenação do Prof. Dr. Domemico Accetta, foram demonstrados os dados de campo utilizados, e descrito os estudos de modelagem matemática realizados, comentando os resultados obtidos e apresentando o esquema de proteção costeira recomendado.

3.2 - Antecedentes

Como exemplo da fragilidade dos espaços litorâneos e do grau de vulnerabilidade da costa cearense, podemos citar o episódio das severas ressacas que atingiram o litoral nordestino em março deste ano de 2018, devido a um violento ataque das ondas do tipo Swell, atingindo, particularmente em Fortaleza, a Praia de Iracema, destruindo parte do calçadão da Avenida Beira Mar e afetando de forma significativa o trânsito e o sistema de drenagem das praias da região metropolitana. Esta mesma ressaca, também atingiu o litoral de vários municípios cearenses, entre eles o de Caucaia, com efeitos devastadores sobre a Praia do Icaraí, localidade já bastante erodida e que está particularmente sujeita a sofrer danos severos pelas ondas do tipo Swell que atingem regularmente nosso litoral entre os meses de dezembro e março de cada ano.

O aterro da Praia de Iracema foi construído no ano 2000 e os processos erosivos na Praia do Icaraí se agravaram logo em seguida, motivando uma ligação entre os eventos, de forma intuitiva, sem nenhum estudo que comprove tal relação de causa e efeito.

A crença popular se difunde na sociedade, contagiando inclusive os gestores públicos, no caso, os eleitos para dirigir o município de Caucaia, que, preocupados com a possibilidade de ser verdade essa afirmação popular, acionaram o Ministério Público de forma a que se solicitassem



estudos para comprovar ou desmitificar a hipótese de impactos erosivos na Praia de Icaraí, decorrentes dos aterros hidráulicos executados em Fortaleza.

No Parecer do Instituto de Estudos Pesquisas e Projetos da UECE- IEPRO, Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira – LAGIZC da Universidade Estadual do Ceará – UECE, apresentado ao Ministério Público Federal, foram demonstrados os mecanismos de transporte de sedimentos ao longo da costa de Fortaleza e Caucaia, baseado em dados científicos, informando a existência ou não ligação entre os fatos.

Foram utilizadas como informações científicas para seu embasamento dados primários produzidos pelos autores, obtidos a partir da análise ambiental da área em estudo, e dados secundários coletados através de uma minuciosa pesquisa bibliográfica de relatórios técnicos, livros publicados, teses e dissertações defendidas, artigos em jornais de grande circulação (fatos históricos) e artigos publicados em revistas científicas nacionais e internacionais. Foram analisamos a evolução histórica do comportamento da linha de costa, as intervenções realizadas, de forma a compreender o processo evolutivo da erosão costeira de forma diacrônica, interligando os aspectos da dinâmica costeira aos episódios de erosão no litoral ao longo do tempo.

A paisagem natural analisada segue a taxonomia hierarquizada de Souza (1998), da qual se destacam, além do litoral, os planaltos sedimentares, sendo os seus Geossistemas constituídos pela Planície Litorânea, e o Tabuleiro Pré-Litorâneo.

A evolução morfogeológica da linha de costa ocorre desde a era Mesozóica, com o fluxo interativo de elementos variados como as embocaduras dos rios, precipitações pluviométricas, águas subterrâneas, correntes marinhas, entre outros.

A fisiologia da paisagem atual se deu com a interação desses elementos no decorrer do tempo geológico. A plataforma continental submarina e zonas litorâneas são responsáveis pela dinâmica das regiões em que estão inseridas, e diante de sua vulnerabilidade e fragilidade ambiental atraem preocupações sobre a sua degradação. Fazem-se necessárias ações que minimizem ou anulem situações adversas a sua dinâmica ambiental. Estas ações se dão quando são propostas medidas de contenção e prevenção que viabilizem a continuidade da dinâmica natural.

Em decorrência de uma nova estruturação do litoral da Av. Beira Mar, tendo em vista a sua vulnerabilidade aos processos erosivos da ação marinha local, é entendida como melhor opção a



recuperação do perfil de praia através de engorda artificial conjugada com uma estrutura do tipo molhe para contenção dos sedimentos.

3.2.1 - Intervenções até 1939

As análises das intervenções no litoral de Fortaleza até o ano de 1939, época em que se iniciou a obra de construção do Porto do Mucuripe, estão relatadas em grande riqueza de detalhes no livro *Geografia Estética de Fortaleza*, do historiador Raimundo Girão, publicado em 1959 e reeditado pela Editora da UFC em 1997. Os demais trabalhos publicados sobre esse período da história de Fortaleza têm como fonte principal esse autor. Serão transcritos, na sequência, trechos desta obra e comentados os fatos ocorridos até 1939, ressaltando os impactos sobre a dinâmica costeira, e principalmente a influência sobre os processos erosivos do litoral de Fortaleza e Caucaia.

O primeiro registro de intervenção na linha de costa foi a obra que o primeiro Governador da Capitania Siará Grande, Bernardo Manuel de Vasconcelos, que governou o Ceará de 1799 a 1802, fez construir e ergueu três bateiras, precariamente armadas, na enseada do Mucuripe. Essa foi a primeira tentativa de construção de um ancoradouro no litoral de Fortaleza, que apresentava dificuldade de comunicação entre a praia e a cidade, principalmente em maré cheia.

Por força de uma provisão da Junta da Real Fazenda, o que se deu foi o deslocamento das operações portuárias para a praia contígua à vila de Fortaleza, na Praia de Iracema, mandando-se construir aí um trapiche próprio para o desembarque de mercadorias transportadas pelos navios. Em dezembro de 1805, foram iniciadas as obras, que beneficiariam a vila e o comércio local.

Nessa mesma localidade, outro trapiche foi construído, mais tarde, pelo inglês Henry Ellery, o chamado trapiche do Ellery, a que se referem os historiadores e cronistas, e que estava localizado na Prainha. Tais obras, entretanto, somente foram concluídas e entregues no dia 21 de junho de 1857. Tal trapiche tinha 700 palmos de extensão por 80 de largura, com uma casa de madeira no centro, mas que sem demora se deteriorou.

A Resolução Imperial nº 838, de 2 de outubro de 1857, autorizou a Presidência da Província a despender o que fosse preciso com estudos para o melhoramento do Porto de Fortaleza. Em virtude dessa autorização, veio, e chegou em 7 de julho de 1858, a esta capital o técnico francês Pierre Florent Berthot, e a 14 de setembro do ano seguinte entregou ao governo uma Memória



contendo o desenho do porto de Fortaleza e os pontos de um projeto para melhorá-lo. Propunha a elevação do recife do ancoradouro, a construção de um cais e algumas escavações. Lembra a construção de uma muralha em Meireles e a fixação das dunas como citado anteriormente.

Como podemos observar a fixação das dunas do Mucuripe tiveram início na metade do século XIX, diminuindo o aporte de sedimentos para as praias a jusante. Outra medida que interferiu na dinâmica costeira foi a construção da muralha na praia do Meireles, para impedir o transporte de sedimentos pela corrente de deriva litorânea.

Girão (1959; 1997) relata a existência de outro projeto, elaborado pelos Dr. Paulo José de Oliveira e Francisco Ferreira Borges, que consistia em altear o mesmo recife (Praia do Meireles), construir um cais ao longo do litoral e romper um canal entre o recife e a praia, para evitar a acumulação das areias. Nesse projeto surge pela primeira vez a ideia de deixar o caminhamento dos sedimentos livres, para não afogar a bacia portuária com as areias transportadas, sendo apenas essa a intenção; não havia o entendimento, nem a preocupação que o impedimento do transporte litorâneo pudesse ocasionar processos erosivos nas praias de oeste.

O engenheiro cearense Zózimo Bráulio Barroso foi encarregado de estudar e projetar o melhoramento do Porto de Fortaleza e apresentar ao Ministro da Marinha, por cuja repartição corria o serviço de melhoramento de portos, um Relatório, aconselhando a fixação imediata das dunas do Mucuripe, o grande reservatório de areia que vinha inutilizando as pontes de embarques construídas em frente à Alfândega desde 1820.

No seu estudo, além de aconselhar o imediato trabalho de fixação das areias, ele indicava a conveniência de mudar-se o porto para a ponta do Mucuripe, ligando-se o porto projetado à Alfândega por meio de uma pequena estrada de ferro.

Sobre esse momento da história da cidade, duas observações devem ser feitas: a primeira é a insistência em fixar as dunas do Mucuripe, sem nenhuma preocupação com os processos erosivos que poderiam ocorrer, uma vez que os sedimentos dessas dunas alimentavam aquela faixa de praia; e a segunda é o fato de que, pela primeira vez, se cogita a instalação do porto na enseada do Mucuripe. Essa ideia será bastante discutida no meio técnico e político da sociedade cearense nas décadas seguintes, até a decisão final de se construir o porto na ponta do Mucuripe e não Praia de Iracema.

Em 1875 o engenheiro John Hawkshaw apresenta um relatório, que ficou conhecido como “Relatório Hawkshaw” (seu teor encontra-se na Revista do Instituto do Ceará, v.23, pp. 183-188),



e contém muitos detalhes interessantes sobre as obras costeiras de Fortaleza, e apresenta opinião sobre onde se construir um porto na cidade. “Se a costa do Ceará fosse completamente desabitada — afirmou — e se tratasse da escolha do melhor porto, é indubitável que Mucuripe seria o preferido”. Mas adverte:

“Entretanto, o Ceará (Fortaleza) representa um centro comercial, a cidade, ... já existe e dispendeu-se considerável capital em armazéns, prensas de algodão, repartições e edifícios para o comércio. É por isso que a Associação Comercial do Ceará tem toda razão de opor-se à mudança do porto para Mucuripe. Penso que mui importantes melhoramentos podem e devem ser feitos no porto atual, portanto não recomendo a construção da obra no Mucuripe”.

E sugere:

“Aconselho que execute-se o quebra-mar indicado no plano anexo a este relatório. Esse quebra-mar deve ser construído, na face interna, de maneira a servir de cais ao longo do qual os navios possam carregar e descarregar. Deve estabelecer-se uma via férrea singela, munida dos competentes desvios. O quebra-mar ligar-se-á ao litoral por meio de um viaduto aberto fundado em estacas de parafuso e será construído de blocos de concreto”.

A muralha de Hawkshaw foi construída e, segundo Morais (1980; p.150)

“A medida que a construção da muralha era efetuada um forte assoreamento ia se processando, chegando a formar uma restinga ao longo do lado leste da muralha enquanto um banco de areia enchia completamente a bacia. Em 1899 essa muralha tinha 350 metros e fez recuar a linha de baixa-mar, antes a 130 m da avenida para 350 m da mesma, isto é, 400 m para o mar”.

Esse fato demonstra que era muito intenso o transporte de sedimentos ao longo das praias do Meireles e Iracema, e que o seu barramento provoca assoreamento intenso. Hawkshaw se preocupa com o embate político entre a melhoria do Porto de Fortaleza ou a construção do Porto do Mucuripe, mas suas preocupações vão mais além, quando conclui:



“O antigo molhe deve ser removido, a fim de permitir passagem às areias e não convirá construir molhes perpendicularmente ao litoral. Se o cais que proponho for insuficiente, poderá construir-se um molhe paralelo a ele, ou então será melhor da maior extensão ao cais...

Recomendo um viaduto aberto no começo do quebra-mar, para facilitar a passagem das areias; é provável, porém, que apesar disso, formem-se depósitos no ancoradouro; e nesse caso dragagens regulares e periódicas darão ao porto a necessária profundidade”

Como é possível observar, o transporte de sedimentos pela corrente de deriva litorânea sempre foi intenso no litoral de Fortaleza (lembrando que Maia (1998) calculou em 860.000 m³/ano), causando transtornos às atividades portuárias. Deixar livre o caminamento das areias seria bom para o porto, mas principalmente, teria evitado os fortes processos erosivos ao longo do litoral com prejuízo aos patrimônios público e privado.

Ficou a cargo do engenheiro Domingos Sérgio de Sabóia e Silva estudar outra fórmula capaz de facilitar, pelo menos, o movimento de volumes e pessoas no porto de Fortaleza. Ao tempo do Governo Campos Sales, ele foi encarregado de organizar o projeto que apenas resultou na construção de um trapiche, levantado em frente ao novo edifício da Alfândega. Era um viaduto com estrutura de ferro e piso de madeira, a chamada ponte metálica, cuja construção, iniciada em 18 de dezembro de 1902, somente foi entregue ao tráfego em 26 de maio de 1906.

O transporte de mercadorias e passageiros era feito da Ponte Metálica para os navios ancorados ao largo da enseada do Mucuripe e vice-versa, sendo efetuado por lanchas, alvarengas e botes. Por cerca de 20 anos ela prestou serviços, mas deteriorando-se gradativamente, foi reconstruída a 24 de fevereiro de 1928, pelo Engenheiro Francisco Sabóia de Albuquerque.

O projeto seguinte para um Porto em Fortaleza foi o de Sousa Bandeira, incorporado ao projeto Hawkshaw, e que aproveitava as linhas gerais. Pelos estudos do regime a quem então procedeu, compreendeu Sousa Bandeira a importância e imprescindibilidade dos trabalhos de fixação de dunas. Intensificando-se, por isso, o plantio de grandes extensões de grama nos morros do Mucuripe, bem como de uma grande extensão de área compreendida entre o Farol e rio Cocó. Pela primeira vez o problema foi posto em seus devidos termos.

Observa-se aqui que o problema do transporte de sedimentos por bypass eólico da Praia do Futuro para o Mucuripe e Meireles que causava problemas aos ancoradouros de Fortaleza foi enfrentado com rigor, entretanto, não se atentou para suas consequências para o equilíbrio sedimentar das praias de jusantes, localizadas na porção oeste do litoral de Fortaleza, e futuramente no litoral de Caucaia.

O Projeto do Porto de Fortaleza foi elaborado sem que Sousa Bandeira houvesse, previamente, feito os indispensáveis estudos, pois que resultara a decisão de sua construção de um momento emergencial. O Projeto Lucas Bicalho tinha como elementos fundamentais uma muralha de 294m em pleno oceano, à profundidade de 10m abaixo da maré mínima e à distância de 800m da praia, ligando o citado molheilha, que seria o ancoradouro, a terra firme, por um viaduto. Tal muralha seria protegida por um quebra-mar exterior, de 420m, contra a arrebentação das ondas. Na área do molhe, de 55m de largura, seriam levantados dois abrigos de 80 X 12m e as demais instalações suplementares. Em última análise, constituía o porto mero complemento do Projeto Sousa Bandeira, com a agravante de estar já agora inexecutável. Como outro detalhe, diga-se que o viaduto, de 800m, ligando o molhe à praia, deveria ser montado sobre estacas de cimento armado, espaçadas, para dar-se livre curso ao movimento do mar, sempre revolto, evitando-se, dessa forma, o tão receado assoreamento. Na Figura 1 Maia (1998) compilou em uma carta as duas soluções propostas para o porto em Fortaleza.

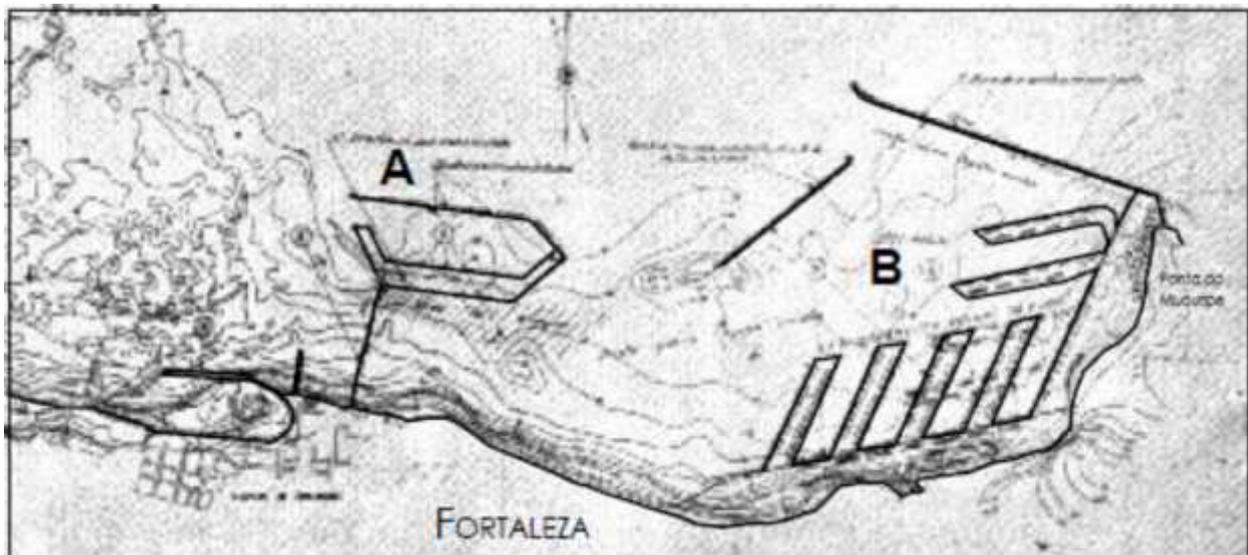


Figura 1: Soluções propostas para o porto. A – Porto de Fortaleza; B – Porto do Mucuripe Fonte: Maia, 1998.



Na proposta do Porto de Fortaleza, havia a preocupação de que o cais e o molhe de proteção fossem localizados off shore, deixando a zona de rebentação livre para o transporte de sedimentos, evitando assim os processos de assoreamento que são recorrentes no Porto do Mucuripe.

Infelizmente, do ponto de vista do transporte de sedimentos e da erosão costeira que se abateu sobre o nosso litoral, a proposta do Porto de Fortaleza não prosperou, devido principalmente ao fato de que tornaria a área da Praia de Iracema uma região portuária, com moinho de trigo, tanque para estocagem de petróleo e derivados, indústrias de processamento de pescado etc. (que foram instaladas no Mucuripe). A sociedade fortalezense, representada pela sua classe política, decidiu não construir o Porto em Fortaleza, deixando a Praia de Iracema destinada ao uso da população para lazer e recreação. Os tomadores de decisão, por desconhecimento técnico, não sabiam que a construção do Porto do Mucuripe desencadearia um processo erosivo que destruiria em primeiro lugar a Praia de Iracema.

O embate político se acirra e a proposta do Porto do Mucuripe ganha força com o Projeto do Dr. Hor Meyll, que de posse dos dados da planta hidrográfica levantada em setembro de 1929 pelo Eng^o. Luis Aires Porto Carreiro, com a cooperação do topógrafo João Machado, elaborou esse projeto em janeiro de 1930. Consiste essencialmente este projeto — em suas palavras mesmas — na construção de um cais acostável disposto paralelamente ao litoral com 1.050m de comprimento, protegido por um quebra-mar de pedra que, partindo da ponta do Mucuripe, se dirige para NO com cerca de 1500m de extensão.

A discussão entre construir o Porto de Fortaleza ou Porto do Mucuripe avança com a publicação de uma carta de Miranda Carvalho no Jornal Correio do Ceará, em 17 de novembro de 1932, com fortes argumentos a favor da continuidade das obras do Porto de Fortaleza (Projeto Bicalho).

Nada obstante, o projeto Miranda Carvalho é aceito pelo Diretor do Departamento Nacional de Portos e Navegação, Engenheiro Oscar Weinschenk, e ratificado pelo Decreto federal nº 23.605, de 20 de dezembro de 1933, em cuja conformidade “ficam aprovados o projeto e seu orçamento ... para a construção do Porto de Fortaleza, no Estado do Ceará, em substituição aos aprovados pelo Decreto nº 14.555, de 17 de dezembro de 1920, revogadas as disposições em contrário”.

A aprovação oficial do projeto do Porto de Fortaleza causou a mais forte reação, entre outros, o corajoso discurso do então Deputado Dr. Humberto de Andrade, na Câmara Federal,



alertando as autoridades competentes para o erro do abandono, assim inesperadamente, da solução Porto do Mucuripe, já tão suficientemente analisada e aconselhada como a melhor.

Girão (1959; 1997) relata que sob a pressão dos fatos, concordou o Engenheiro Oscar Weinschenk em fazer voltar o projeto do Porto de Fortaleza, isto sem deixar de declarar que na sua exposição ao Ministro ficara “explícita a superioridade do Mucuripe como solução portuária”, mas que optara pela solução Fortaleza, porque se convencera da inexequibilidade financeira da obra.

A revisão do projeto aprovado foi despachada pelo Ministro Marques dos Reis em abril de 1937, e agora o caso ficaria sob a responsabilidade mais imediata do Engenheiro Frederico César Burlamáqui, que iria solicitar conselhos do experiente Laboratório de Hidráulica de Grenoble (SOGREAH), na França, que seriam decisivas.

Essa renomada instituição de pesquisa não foi contratada antes da construção do porto, mas só depois quando os problemas começaram a surgir. Constata-se aqui que o Laboratório SOGREAH coletará dados em 1953 e publicará seu relatório em 1957, após construir o modelo reduzido da bacia portuária já com o molhe e o cais de atracação do Porto do Mucuripe construídos entre 1939 e 1945. As propostas do SOGREAH serão direcionadas para solucionar os problemas das ondas e do assoreamento do porto, como veremos mais à frente.

Enquanto isso, a decisão final é tomada em 1938, sem consultar o Laboratório SOGREAH. Quando o Governo Estadual, as classes empresariais, a imprensa se batiam pela causa Porto do Mucuripe surge, então, o atendimento dessas reivindicações através do Decreto Federal nº 544, de 7 de julho de 1938, que diz em sua ementa: “Modifica o Decreto nº 23.606, de 7 de julho de 1937, na parte referente à construção do Porto de Fortaleza e dá outras providências.” Em seu Artigo 1º determina: “Fica transferida a localização do porto de Fortaleza para a enseada do Mucuripe, a que se refere à concessão outorgada ao Estado do Ceará pelo Decreto nº 23.607, de 20 de dezembro de 1933 para a construção, aparelhamento e exploração do referido porto”.

Tomada a decisão em 1938, sem os estudos de dinâmica costeira necessários, que deveriam ter sido realizados pelo Laboratório SOGREAH de Grenoble, as obras têm início em 1939 e são concluídas em 1945, sem as preocupações reinantes quanto ao caminhamento das areias pela corrente de deriva litorânea.



3.2.2 - A Construção do Porto do Mucuripe

Muitos autores relatam sobre a construção do Porto do Mucuripe, entre eles Girão (1959; 1997), Morais (1980) e Maia (1998). Temos também o relato do histórico da construção do porto no site da Companhia Docas do Ceará (2018).

O projeto original do Porto do Mucuripe previa a construção de um cais com 1.550 m de comprimento paralelo ao litoral a 250 m da linha de baixa-mar e uma série de quatro molhes paralelos, cada um com 120 m de largura e distantes de 200 m, formando assim quatro docas de atracação. O Porto seria protegido por um quebramar de pedras com 1.500 m de extensão, partindo da Ponta do Mucuripe até a cota de -9 m.

Após uma longa discussão esse projeto nunca foi construído, provavelmente porque necessitaria de grandes recursos financeiros, que não era justificado pela fraca economia cearense. Um projeto bem mais modesto seria realizado.

O projeto autorizado para construção foi bem mais simples, e teve sua construção iniciada em 1939. Foi erguido um quebra-mar de pedra com 1.400 metros de extensão e um cais sob tubulação com 420m de comprimento. Estava previsto também um cais de atracação de petroleiros na parede interna do quebra-mar, que nunca foi construído.

Muitos problemas surgiram logo após o início da construção do Porto do Mucuripe, Durante as obras o quebra-mar foi rapidamente assoreado, da mesma forma que a muralha de Hawkshaw, os sedimentos transportados pela corrente de deriva litorânea. Outro problema era que o cais principal estava mal protegido das ondas de nordeste, um fato claro de que havia um erro de projeto: o quebra-mar não protegia o porto eficientemente. Isso não é de todo surpreendente, pois não foram realizados estudos para a construção do porto, o Laboratório SOGREAH não foi contratado como aconselhado.

Em 1952 foram construídos dois armazéns e em 1953 deu-se a atracação do Vapor Bahia, primeiro navio a atracar no Porto do Mucuripe. Em 1964 foi construído o terceiro armazém e foram iniciados os trabalhos de construção da estação de passageiros, do muro de fechamento e de mais um cais com 8 metros de profundidade. Em 1968, foram inaugurados o quarto armazém, o prolongamento do cais de 10 metros de profundidade e a Estação de Passageiros. Em 1980 foi inaugurado o cais pesqueiro, em 1982 foi inaugurado o píer petroleiro do Porto e em 1984 o quinto armazém.

A Figura 2 apresenta a evolução da batimetria da Ponta do Mucuripe durante a construção do quebra-mar do porto. De 1939 a 1946, a ponta do Mucuripe vai sendo invadida pelas areias

provenientes da Praia do Futuro, transportadas pela corrente de deriva litorânea. Os sedimentos que antes contornavam a ponta do Mucuripe na direção leste, agora eram direcionados para noroeste paralelamente ao quebra-mar. Essa nova direção vai influenciar a sedimentação da bacia portuária, alimentando os bancos de areia ao largo da área portuária como veremos mais à frente.

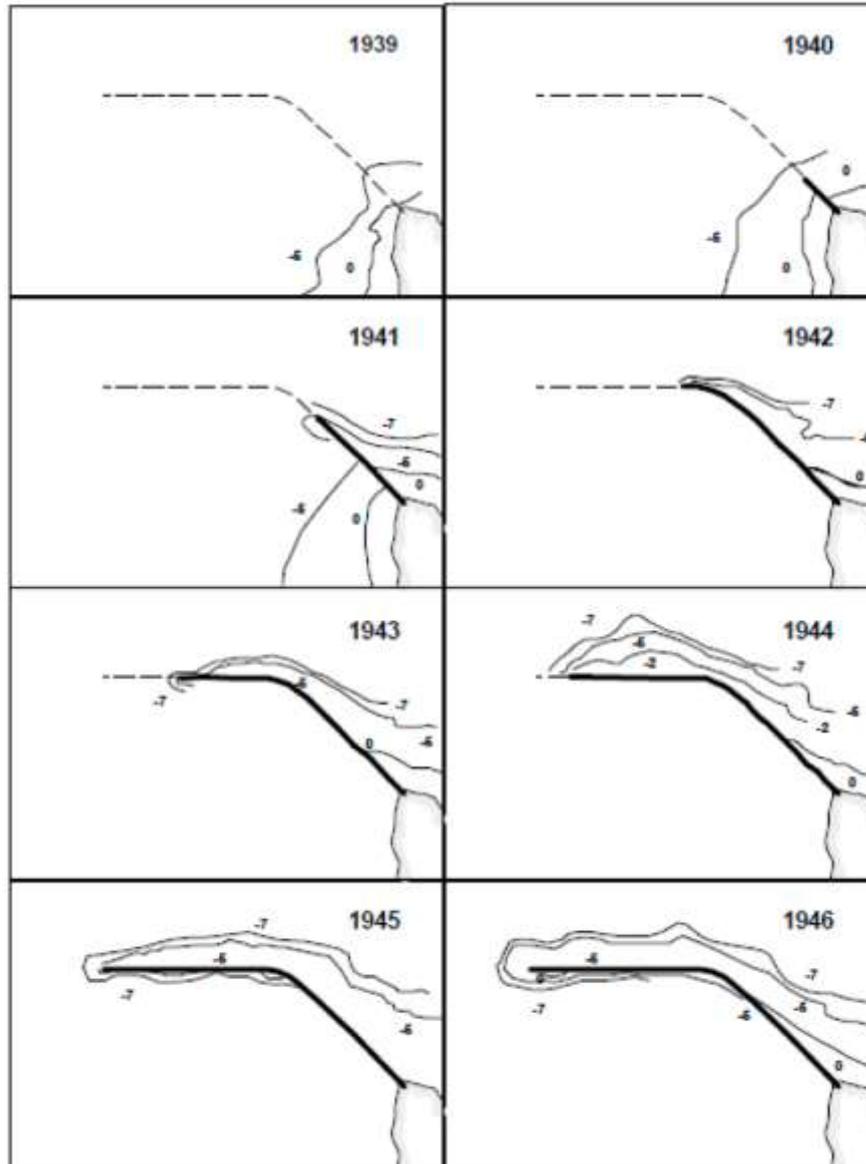


Figura 2: Evolução da batimetria durante a construção do dique do Porto do Mucuripe.
Fonte: Maia, 1998.

Na ponta do quebra-mar as ondas são deformadas por difração e mudam de direção se encaminhando para a parte interna do porto, depositando sedimentos na parte interna do quebra-mar (onde deveria ser construído o cais petroleiro).

Na Figura 3 apresentamos a evolução da formação da Praia Mansa, em 1958 e 1972, à esquerda e à direita da Figura respectivamente, acumulando sedimentos que fazem falta ao balanço sedimentar das praias situadas a oeste, provocando erosão costeira severa na praia de oeste, iniciando na Praia de Iracema já no final da década de 1950.

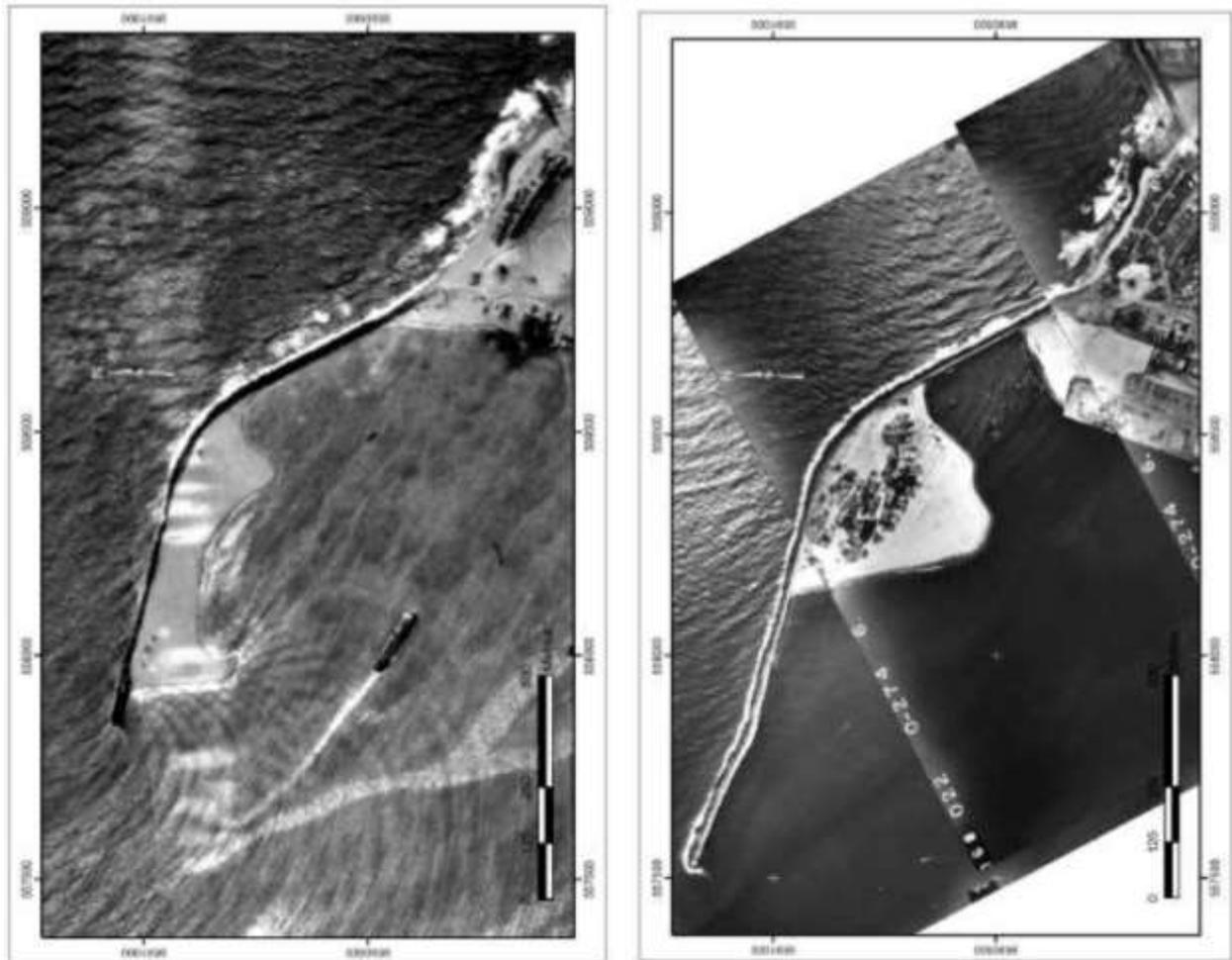


Figura 3: Formação da Praia Mansa em 1958 (a esquerda) e 1972 (a direita).
Fonte: Rebouças, 2010.

A acumulação de areias na parte interna do quebra-mar vai formar um grande banco de areia que passou a ser denominada de Praia Mansa. A Praia mansa tem comprimento médio de 600m por 200m de largura. Segundo a SEP (2015) no documento Plano Mestre - Porto do Mucuripe, a área terrestre da Praia Mansa é calculada em 12,7 hectares (127.000 m²).

Levando em conta que a batimetria média dessa área, antes da construção do quebra-mar, era em média -6m em 1939, e que segundo Modelo Numérico do Terreno (MNT) elaborado por

Barra (2015) a cota altimétrica média da Praia Mansa é de +11 metros (valor mínimo de 6m e máximo de 18m), temos como volume de areias acumuladas o produto da área (127.000m²) vezes a diferença entre a batimetria marítima (-6 m) e a altimetria continental (+11 m) que nos dá 17 metros, totalizando um volume de aproximadamente 2,1 milhões de m³ de sedimentos. Esse volume de sedimentos da Praia Mansa é oriundo do transporte litorâneo e seu depósito na bacia portuária vai fazer falta nas praias situadas à jusante do Porto do Mucuripe. Na Figura 4 apresentamos a área da Praia Mansa em 2018, formada a partir do assoreamento do Porto do Mucuripe.

Nessa área da Praia Mansa foi construído o novo Terminal de Passageiros do Porto do Mucuripe entre os anos de 2012 e 2016.

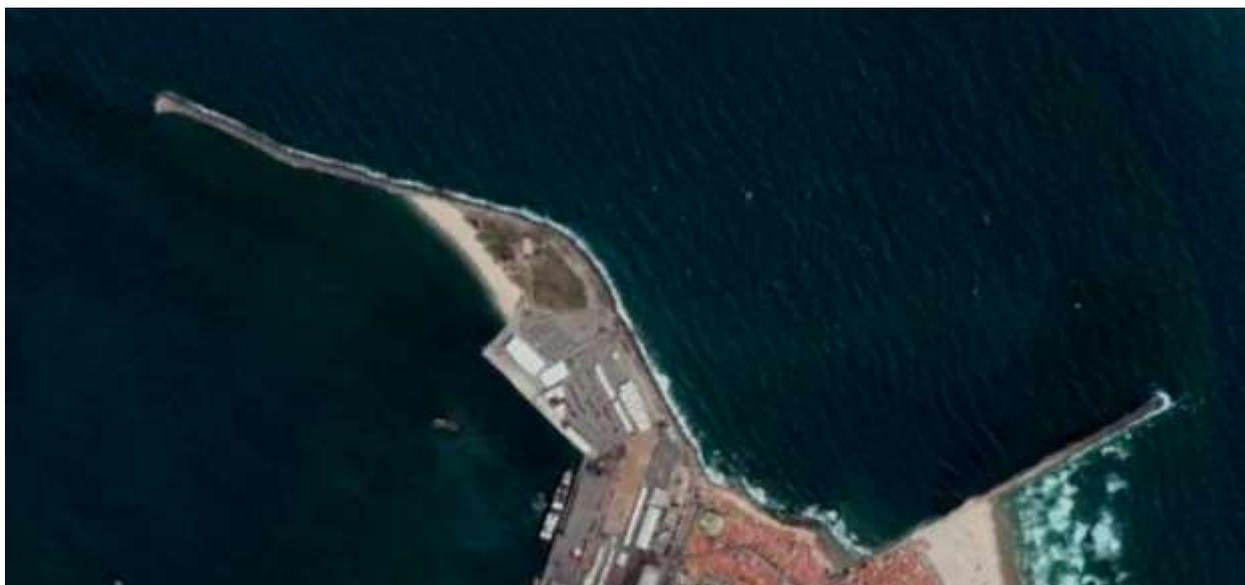


Figura 4: Área da Praia Mansa formada na bacia portuária, onde foi construído o Terminal Marítimo de Passageiros.
Fonte: Google Earth, 2018.

A bacia portuária também acumula sedimentos, diminuindo a profundidade do canal de acesso ao porto e ao próprio cais. Ao longo do tempo, diversas dragagens foram realizadas na bacia portuária para aprofundar o canal de acesso ao porto e garantir uma profundidade mínima no cais de atracação. As dragagens são necessárias devido ao assoreamento constante da bacia portuária pela difração das ondas na ponta do quebra-mar, que lança para dentro da bacia portuária os sedimentos transportados pela corrente de deriva litorânea.



As dragagens sempre retiram volumes de sedimentos consideráveis, da ordem de milhões de toneladas. Esses sedimentos poderiam sempre ter sido depositados nas praias situadas a oeste do porto e serem transportados pela corrente de deriva litorânea e incorporados positivamente ao balanço sedimentar das praias. A administração portuária, ao longo desses mais de 60 anos de gestão nunca se preocupou efetivamente com a erosão costeira do litoral oeste. O porto não se considera responsável pelos impactos ambientais causados pela sua construção, e nunca houve uma compensação ambiental aos municípios de Fortaleza e Caucaia pelos danos causados pela erosão costeira.

Morais, em seu trabalho de 1980, afirma em suas conclusões (Morais, 1980 pag. 256):

“26) A praia de Iracema e as outras a oeste dela podem ser recuperadas dragando-se sedimentos da bacia de evolução do porto e dos [sedimentos] localizados na margem interna da extremidade do molhe. De acordo com as perfurações ... o tipo de material se adapta perfeitamente a essa finalidade.”

Se essa medida fosse tomada, os sedimentos das dragagens do porto poderiam ser dispersados ao longo da costa de Fortaleza e, principalmente, de Caucaia, numa profundidade em torno de 5 metros. A corrente de deriva litorânea transportaria essas areias para as praias erodidas, fazendo sua recuperação “natural”, sem necessidade de aterros. Ressalta-se que a erosão de praias é considerada, em muitos países, como uma perda de patrimônio público, o que é muito acertado.

A erosão das praias de Fortaleza e Caucaia provocaram prejuízos à população, seja pela diminuição dos espaços de pesca artesanal, lazer, recreação, etc., seja pela diminuição das atividades de veranismo e turismo. No caso de Caucaia, a diminuição dessas atividades causou fortes prejuízos à atividade econômica e, em consequência, a diminuição de emprego, renda e geração de impostos, além de uma desvalorização imobiliária nessa área.

Segundo Valentini (1994) entre os anos de 1963 e 1972, ocorreram duas etapas de dragagens com retirada de 4,7 milhões de m³ de sedimentos da bacia portuária. Em 1980 dragou-se mais 2,5 milhões de m³.

De acordo com Ximenes Neto (2015) após a extinção da PORTOBRÁS em 1991, a Companhia Docas passou a realizar as dragagens do Porto do Mucuripe. A Figura 5 demonstra os volumes de sedimentos dragados entre 1991 a 2005 pela Companhia Docas do Ceará.

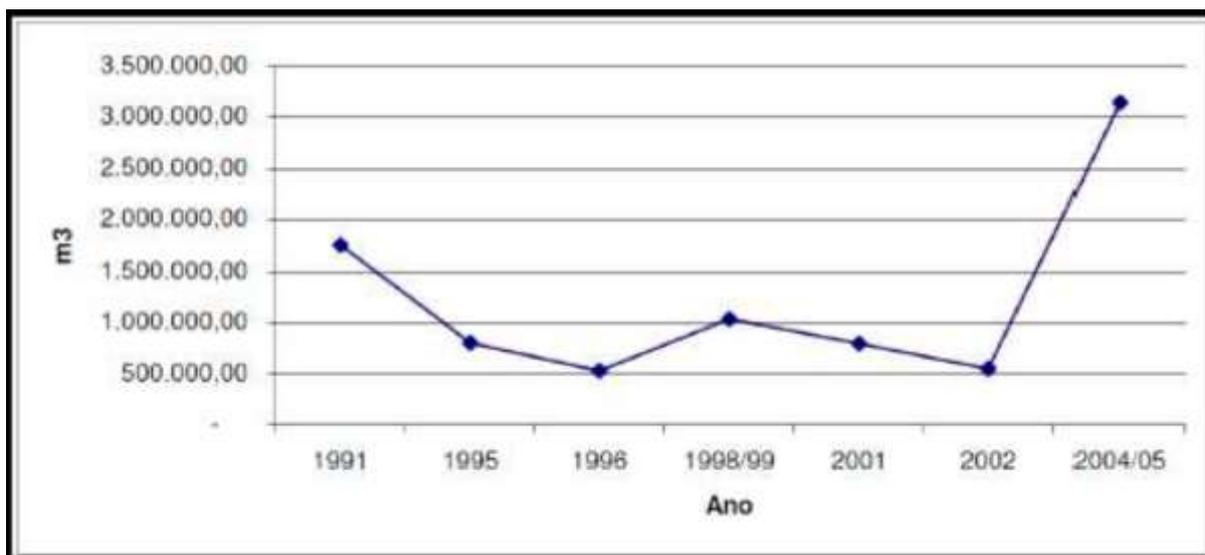


Figura 5: Volumes de sedimentos dragados do Porto do Mucuripe ente 1991 e 2005.
 Fonte: Ximenes Neto, 2015 citando dados da Companhia Docas do Ceara de 2010.

Fazendo um balanço do volume de sedimentos dragados da bacia de evolução do Porto do Mucuripe, desde a primeira dragagem, tem-se 4,7 milhões de m³ dragados entre os anos de 1963 e 1972, mais 2,5 milhões de m³ dragados em 1980, mais a soma dos volumes sedimentares dragados entre 1991 e 2004 que representa aproximadamente 8,5 milhões de m³ de areias, mais 6,0 milhões de m³ dragados a partir do final de 2010, que aprofundou o cais de atracação de 11,4 para 14 metros de profundidade, obra orçada em 61 milhões de reais (DIÁRIO DO NORDESTE, 2010), resultam em um total de 21,7 milhões de m³ de sedimentos retirados da bacia portuária e lançados ao largo, distante das praias erodidas do litoral de Fortaleza e Caucaia.

O volume de 21,7 milhões de m³ de areias dragados do Porto do Mucuripe seria suficiente para construir 19 (dezenove) aterros do mesmo tamanho do realizado na Praia de Iracema no ano 2000, objeto de estudo desse Parecer. Tomando como base a área e o volume do aterro da Praia de Iracema, esses sedimentos seriam suficientes para recompor o perfil de 17 km de praias erodidas do nosso litoral.

Uma nova dragagem teve início em setembro de 2018, para aprofundar de 10 para 13 metros a área de acesso ao cais do Terminal Marítimo de Passageiros, para viabilizar a atracação de navios de maior porte para a movimentação de passageiros e carga em geral. A obra está orçada em R\$ 20,4 milhões, e mais uma vez os sedimentos dragados serão lançados ao largo, longe das praias de Fortaleza e Caucaia, desperdiçando mais um volume importante de sedimentos que poderiam diminuir o déficit sedimentar do litoral a oeste do Porto do Mucuripe.

3.2.3 - O Relatório do Laboratório SOGREAH de Grenoble

Após o término das obras, o porto, por falha de projeto, era inútil. A prova disso é que, concluído em 1945, o porto só recebeu seu primeiro navio em 1953, oito anos depois. A razão de sua inoperância se deveu aos dois grandes problemas surgidos: 1) o assoreamento da bacia portuária; e 2) a entrada de ondas diretamente na direção do cais principal, o que impedia a atracação de navios.

Somente após a sua construção e devido aos problemas de assoreamento e de impossibilidade de atracação de navios no porto, o governo brasileiro contratou em 1953 o Laboratório Dauphinois de Hidráulica – SOGREAH, localizado na cidade de Grenoble, na França, para realizar um estudo em modelo reduzido das condições do porto.

O Laboratório SOGREAH realizou um diagnóstico dos problemas e apontou soluções. Para tanto, estudou a dinâmica litorânea da enseada do Mucuripe, graças a um modelo experimental reduzido da área, na escala horizontal de 1:300 e vertical de 1:100. O modelo reduzido encontra-se na Figura 6.

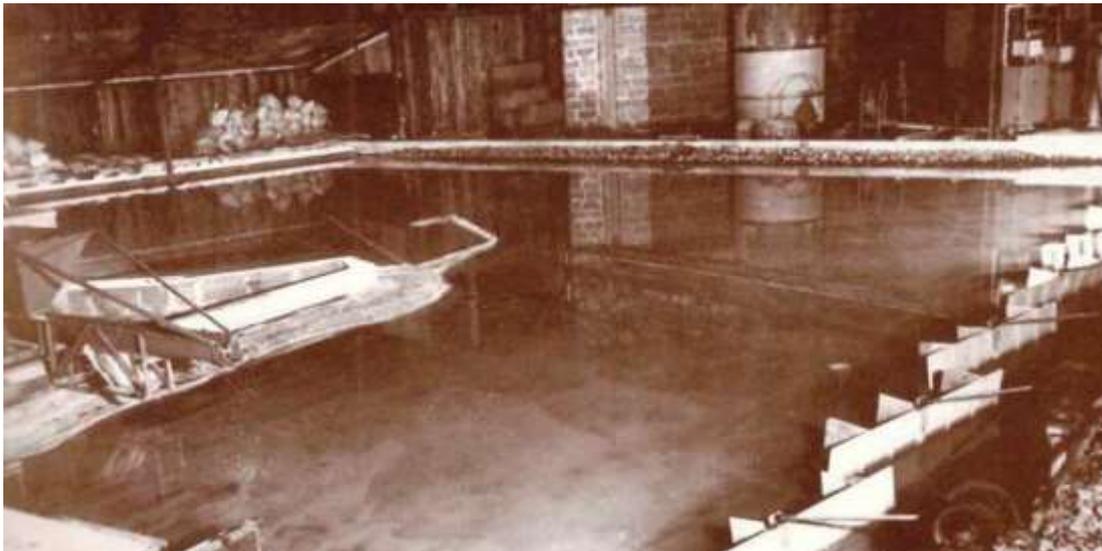


Figura 6: Modelo reduzido do Porto do Mucuripe. Fonte: SOGREAH, 1957.

Os resultados do experimento integraram um relatório entregue ao Governo Federal, em julho de 1957. Constaram desse relatório algumas soluções para os problemas portuários: o primeiro deles é o problema das ondas que invadem a bacia portuária em direção ao cais principal. Para esse problema foi sugerido o prolongamento do quebra-mar, obra que foi realizada e que resolveu o problema da propagação das ondas.

O relatório apresenta também sugestões para o segundo problema: o assoreamento da bacia portuária. Basicamente são duas soluções possíveis para este segundo problema: a primeira

consiste em barrar os sedimentos a montante do Porto do Mucuripe. Para tanto, o relatório sugeriu a construção de um espigão de retenção dos sedimentos, evitando que eles possam chegar ao porto. Foram sugeridas três posições diferentes para este espigão, conforme mostra a Figura 7.

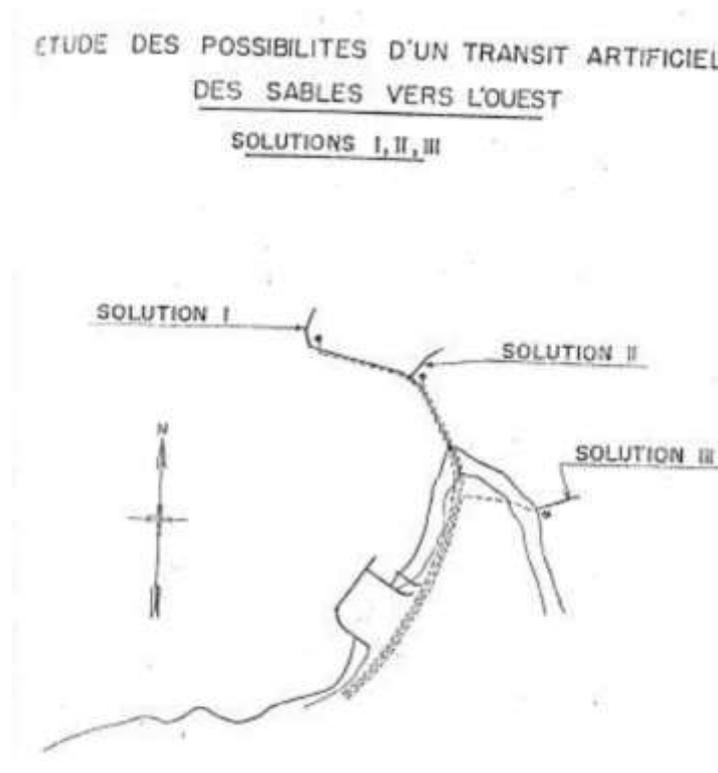


Figura 7: Possibilidades de retenção de sedimentos no Porto do Mucuripe.
Fonte: SOGREAH, 1957.

O relatório, entretanto, alertava que qualquer que fosse a posição do molhe, o aporte de sedimentos para o porto diminuiria, mas em consequência haveria o agravamento dos processos erosivos nas praias do litoral oeste, a jusante do porto. A solução escolhida para o assoreamento foi essa, e a posição III foi a escolhida para o molhe, na praia do Titãzinho, tendo sido concluído em 1963.

Após ser posta em prática essa solução, ocorreu o que havia sido previsto e alertado aos governantes: a erosão que se abateu ao longo do litoral de Fortaleza foi severa, e provocou uma penúria de sedimentos que perdura e continua atingindo as praias do litoral oeste de Fortaleza e Caucaia.

A segunda solução proposta no relatório SOGREAH, que não foi levada em consideração, consistia em instalar uma draga submersa na ponta do quebra-mar do Porto do Mucuripe e transportar de leste para oeste os sedimentos da corrente de deriva litorânea (Figura 8).

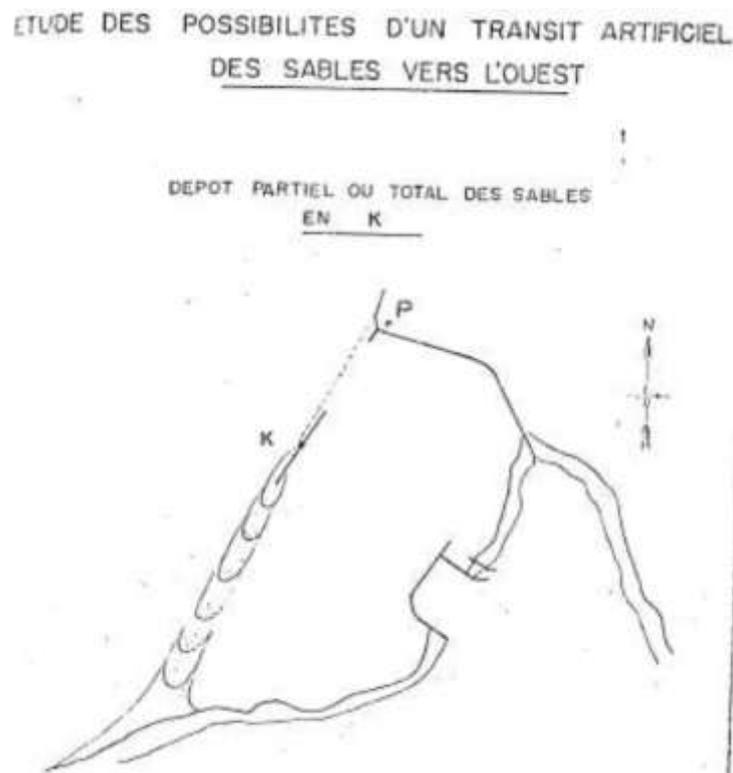


Figura 8: Transporte de sedimentos de leste para oeste utilizando uma draga fixa.
Fonte: SOGREAH, 1957.

Essa proposta do Laboratório SOGREAH, que seria a ação ideal do ponto de vista de sua eficiência, pois levaria sedimentos para as praias do Oeste, teria evitado os processos erosivos que arruinaram mais de 40 km de praias em Fortaleza e em Caucaia. Esses sedimentos que hoje fazem faltam a jusante do porto estão acumulados em quatro áreas distintas, a saber: na Praia do Titanzinho, na bacia portuária, na Praia Mansa e nos bancos litorâneos de Fortaleza. Essa é a causa principal da erosão costeira no litoral oeste de Fortaleza e Caucaia.

Essa proposta de solução que teria resolvido definitivamente o problema da erosão costeira em nosso litoral não foi aceita por duas razões principais: a primeira por representar custos elevados, um erro grave provocado pela análise de curto prazo. Se fossem somados todos os recursos gastos com dragagens no Porto do Mucuripe e com obras de proteção costeiras realizadas ao longo do litoral nos últimos 60 anos, essa solução se tornaria de muito baixo custo.



A segunda razão da recusa a essa solução foi o fato de que os sedimentos impulsionados pela draga formariam bancos costeiros que seriam levados pelas correntes, mas só chegariam às praias 20 anos depois. Mais uma vez uma visão de curto prazo; vinte anos depois seria a década de 1970, período em que a erosão costeira ainda estava caminhando para as praias do extremo oeste de Fortaleza, mas ainda não haviam atacado as praias de Caucaia.

Os gestores públicos, ao que se pode constatar, tomaram as decisões erradas no trato dos problemas de assoreamento da bacia portuária. Um erro gravíssimo foi a construção do molhe do Titanzinho que acumulou sedimentos em quantidade extremamente grande, acelerando os processos erosivos.

Outro erro foi a não instalação da draga na extremidade do quebra-mar do Porto do Mucuripe, levando sedimentos de leste para oeste, o que manteria o equilíbrio sedimentar das praias de Fortaleza e de Caucaia.

3.2.4 - Construção do Molhe do Titanzinho

Com o grave problema de assoreamento da bacia portuária e a formação da Praia Mansa, a administração portuária não fez a opção mais adequada para solucionar o problema definitivamente, que seria a instalação da draga na ponta do quebra-mar do Porto do Mucuripe para bombeamento hidráulico dos sedimentos, transportando as areias de leste para oeste. A decisão tomada foi de reter os sedimentos antes que eles cheguem a área portuária, mesmo sabendo que isso representaria o agravamento dos processos erosivos já iniciados na Praia de Iracema, conforme alertava o relatório do Laboratório SOGREAH de 1957. Ao mesmo tempo, essa tomada de decisão vai fortalecer o assoreamento da Praia do Serviluz.

O porto decidiu pela construção do molhe na Praia do Serviluz, chamado de molhe do Titanzinho, opção III apresentada pelo Laboratório SOGREAH, conforme consta na Figura 8. Essa decisão determinou a erosão das praias de oeste em Fortaleza e Caucaia.

As obras foram realizadas no ano de 1963, com o intuito específico de retenção dos sedimentos provenientes da Praia do Futuro, transportados pela corrente de deriva litorânea, para tentar impedir ou atenuar de forma significativa o assoreamento da bacia portuária. Esse barramento provoca a acumulação progressiva de sedimentos a leste do molhe do Titanzinho, sem

contudo, impedir completamente a passagem das areias, que continuarão assoreando a bacia portuária, mesmo que em menor quantidade e com uma velocidade menor.

Na Figura 09 apresentamos a Praia do Serviluz em 1958, cinco anos antes do início do molhe do Titanzinho e em 1972, nove anos após sua construção. Pode-se observar o início da acumulação de sedimentos na Praia do Serviluz.

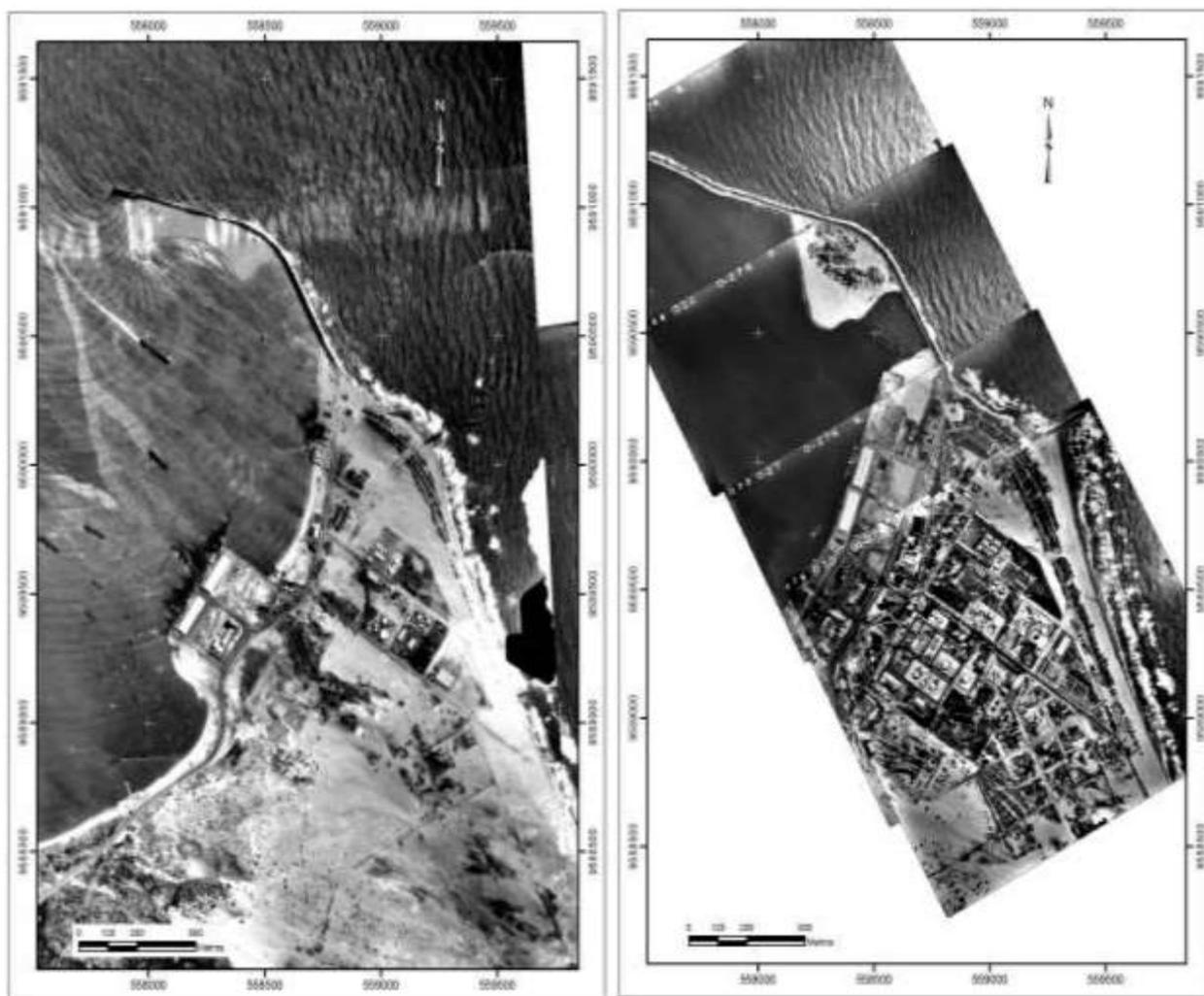


Figura 9: Serviluz e Praia Mansa no ano de 1958 (a esquerda) e no ano de 1972 (a direita).
Fonte: Rebouças, 2010.

Com o passar dos anos, a acumulação de sedimentos assoreia quase toda a Praia do Serviluz. Lembramos que, segundo Maia (1998), são transportados em torno de 860.000m³ de areias por ano na Praia do Futuro. O entupimento do molhe do Titanzinho diminui sua capacidade



de retenção de sedimento; então, no ano de 1974, o espigão da Praia do Futuro foi prolongado para 990 metros (REBOUÇAS, 2010), ou seja, uma muralha de rochas graníticas de quase 1 km de extensão, paralela à linha de costa, em uma praia com forte transporte de sedimentos. O resultado é, mais uma vez, o agravamento do déficit sedimentar no litoral oeste.

Quanto maior for o molhe do Titanzinho maior será sua área de barramento da corrente de deriva litorânea e mais sedimentos ele reterá.

O assoreamento provoca o aumento da Praia do Serviluz que, à medida que aumenta sua área, vai sendo ocupada pela população de baixa renda em uma urbanização desordenada, sem as mínimas estruturas urbanas necessárias.

A acumulação dos sedimentos agrava ainda mais os processos erosivos nas praias situadas a oeste do Porto do Mucuripe.

Na Figura 10 apresentamos a Praia do Serviluz no ano 2000. O avanço das casas sobre a área de praia em formação é realizada e é irreversível. Rebouças (2010) estimou que no Serviluz habitam precariamente 5.000 famílias, adensadas em 15 hectares. Além do agravamento da erosão costeira nas praias de oeste, outro problema surge no Serviluz. O caminhamento dos sedimentos para o continente invade as casas, causando transtornos para os moradores locais.

Cálculos realizados por Vasconcelos (2005), considerando sobre o estado de praia em condição progressiva, confirmam que a praia do Serviluz aumentou a sua superfície em 493.000 m² (49,3 ha) em 37 anos, de 1963 ao ano 2000. A progradação da praia aumentou a superfície de deflação na zona intermaré, aumentando o poder de transporte de sedimentos pelo vento em direção ao continente, para edificar dunas.

Na caminhada em direção ao continente, o sedimento encontra como obstáculo as construções residenciais e comerciais situadas a beira-mar que são invadidas pela areia (Vasconcelos, 2005; p. 60-61). É possível afirmar que a acumulação progressiva demonstra que o molhe cumpriu a sua função de retenção de sedimentos desde a sua construção, mesmo com fortes prejuízos às praias localizadas a oeste do Porto do Mucuripe.



Figura 10: Serviluz e Titanzinho no ano 2000.
Fonte: Rebouças, 2010.

Rebouças (2010) apresenta a evolução da linha de costa na Praia do Serviluz entre 1945 e 2000, demonstrando o avanço da urbanização desordenada sobre a área de praia criada pela retenção de sedimentos pelo molhe do Titanzinho (Figura 11).



Figura 11: Evolução do assoreamento e da urbanização na Praia do Serviluz entre 1945 e 2000. Fonte: Rebouças, 2010.

Em 1995, Pitombeira calculou o volume de sedimentos acumulados pelo molhe do Titanzinho na Praia do Serviluz em 26.400.000 m³ (PITOMBEIRA, 1995). Esse volume acumulado entre 1963 e 1995 representa uma deposição média de 825.000 m³ de sedimentos por ano.

Os dados de área e volume de sedimentos da Praia do Serviluz foram atualizados, a partir dos cálculos realizados por Pitombeira (1995), Maia (1998), Vasconcelos (2005) e Rebouças (2010), e por cálculo da área também por imagens de satélite. É possível afirmar que em 2018 a área criada pelo acúmulo de sedimentos, calculada pela projeção dos dados de Vasconcelos (2005) para o ano de 2018, seria de 732.820 m².

Entretanto, o cálculo realizado por sobreposição de imagens de satélite chega a um resultado um pouco menor, de 655.500 m² em 2018, o equivalente a 65,5 hectares de superfície (Figura 12).



Figura 12: Área de acúmulo de sedimentos na Praia do Serviluz em 2018.
Fonte: Google Earth, 2018. Adaptado pelo autor.

A atualização do cálculo do volume de sedimentos retidos no molhe do Titãzinho de 1995 (26,4 milhões de m³) para o ano de 2018, foi obtida de forma aproximada, a partir do cálculo da área atual e das cotas altimétricas dos perfis topográficos realizados por Rebouças (2010). Tem-se que levar em consideração ainda que a acumulação de sedimentos não foi uniforme ao longo do tempo, que quanto mais sedimentos são retidos menor fica a eficiência do molhe em reter mais sedimentos.

Estima-se que em 2018 o volume de sedimentos acumulados é da ordem de 35,8 milhões de metros cúbicos.

Novamente fazendo um paralelo com o aterro da Praia de Iracema, construído no ano 2000, objeto de interesse principal do presente Parecer, o volume de 35.800.000m³ de sedimentos acumulados na Praia do Serviluz equivale a terem sido construídos nessa praia 32 aterros idênticos



ao da Praia de Iracema, cada um deles com 1.100.000 m³ de areias e comprimento de 900 metros. Tomando ainda como base o aterro da Praia de Iracema, esse volume de 35,8 milhões de metros cúbicos de sedimentos seria suficiente restaurar o perfil original de 29 km de praia do litoral de Fortaleza ou Caucaia.

3.2.5 - Batimetria e Bancos Costeiros da Enseada do Mucuripe

A construção do Porto do Mucuripe entre 1939 e 1945, o prolongamento de seu quebra-mar na década de 1950, a construção do molhe do Titãzinho em 1963, e sua ampliação em 1974, foram também responsáveis pela modificação do padrão do transporte de sedimentos da Praia do Futuro em direção às praias situadas a oeste do porto.

A corrente de deriva litorânea na Praia do Futuro tem direção predominantemente de sudeste para noroeste, contorna o molhe do Titãzinho, caminha paralelamente ao quebra-mar do Porto do Mucuripe. Ao final do quebra-mar, a corrente continua nessa direção depositando sedimentos ao largo da bacia portuária, alimentando os bancos costeiros existentes. Ainda nessa extremidade do quebra-mar, parcela dos sedimentos é desviada para a região interna do porto em consequência da difração das ondas causadas pelo quebra-mar.

Maia (1998) afirma que os sedimentos desviados pelo quebra-mar do porto passaram a alimentar um banco submarino paralelo à linha de costa, a 10 m de profundidade, que, com o tempo, assumiu consideráveis proporções. Esta estrutura causa danos à navegação, pois em sua migração, causa o fechamento do canal de acesso ao Porto do Mucuripe.

Outro ponto a ser considerado é que a formação desse banco submarino estabiliza os sedimentos que antes eram mobilizados pela corrente de deriva litorânea, ou seja, mais sedimentos aprisionados no sistema portuário, que farão falta ao balanço sedimentar das praias situadas a oeste do porto, contribuindo para os processos de erosão costeira em Fortaleza e Caucaia, além de contribuir para o assoreamento da bacia portuária.

Ximenes Neto (2015) elaborou Modelos Digitais Batimétricos (MDB), que demonstram a evolução geomorfológica submersa dos bancos submarinos na Enseada do Mucuripe. Verifica-se que desde a década de 1940 uma reorientação das isóbatas, devido ao molhe do Titã e ao início da construção do atual cais comercial. Decorre daí o início da progradação sedimentar a sotamar do

molhe do Titã, devido à difração de ondas na ponta da estrutura (MORAIS, 1972 e 1981; PITOMBEIRA, 1976), fazendo desta área um ambiente de constante deposição.

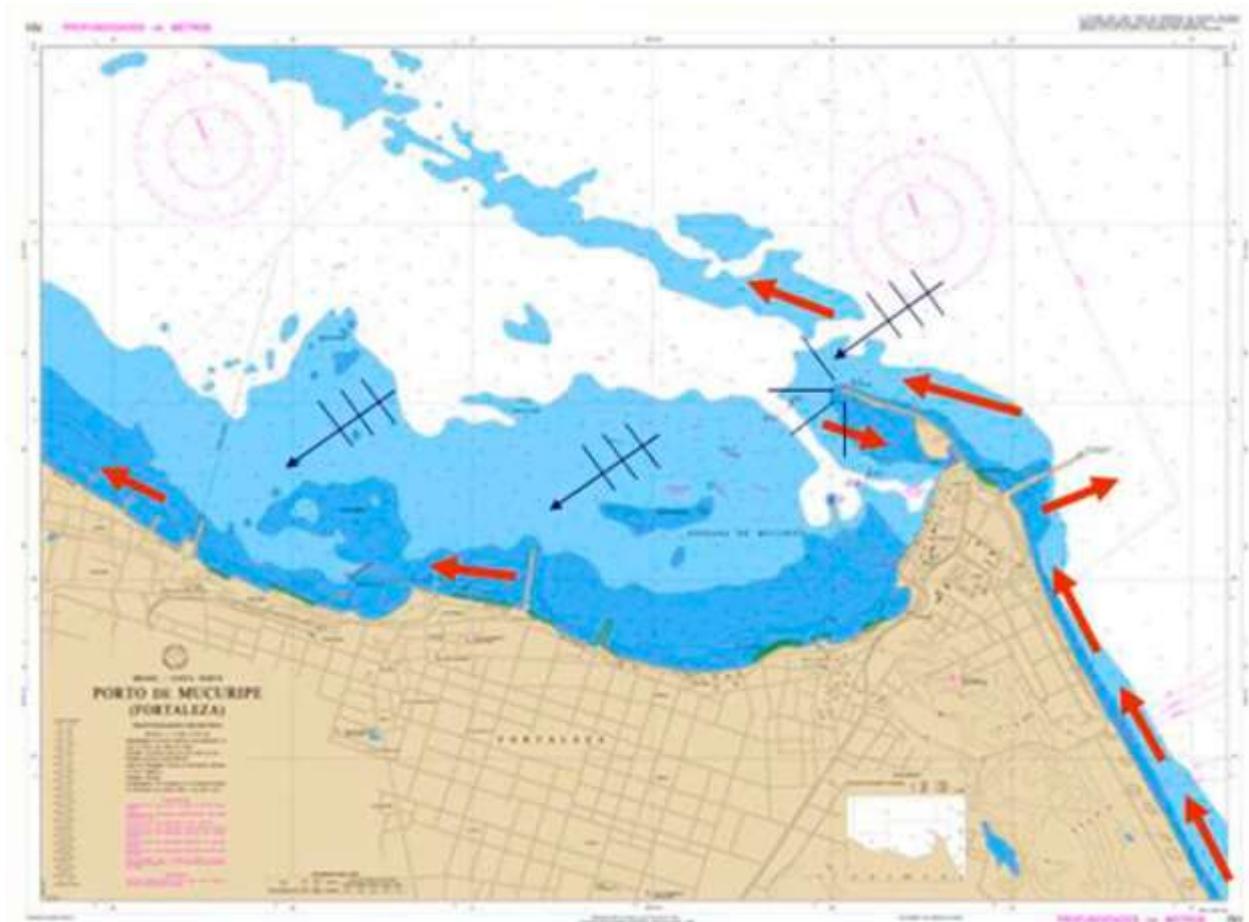


Figura 13: Sentido do transporte de sedimentos (setas vermelhas) e direção das ondas (setas pretas) na área do Porto do Mucuripe.
Fonte: DHN, 2018. Adaptado pelo autor.

Ximenes Neto destaca a existência de fundo rochoso, formando os Recifes do Meireles, o Recife Grande, o Recife da Velha e a Pedra do Justin. Para sua avaliação, este autor utilizou a primeira carta náutica disponibilizada pela DHN, que é de 1945, com atualizações batimétricas no entorno do Porto do Mucuripe, em 1952, e comparou com a carta náutica de 2014.

Nos MDBs de 1952 e 2014, observa-se a formação de um banco submarino de areias com cotas batimétricas inferiores a 10 metros em 2014, no sentido das correntes desviadas pelo quebra-mar do Porto do Mucuripe, que não existia em 1952. (figuras 14 e 15).

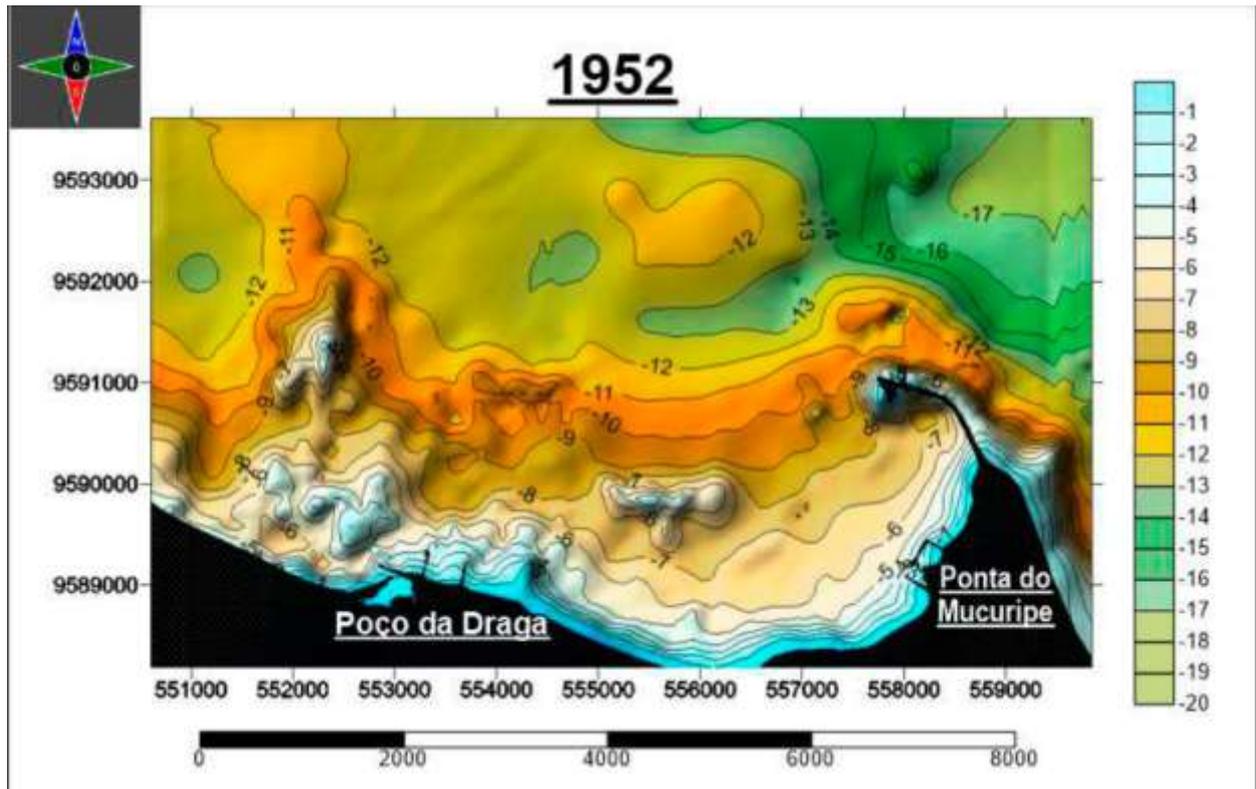


Figura 14: Modelo Digital Batimétrico da Enseada do Mucuripe em 1952.
Fonte: Ximenes Neto, 2015.

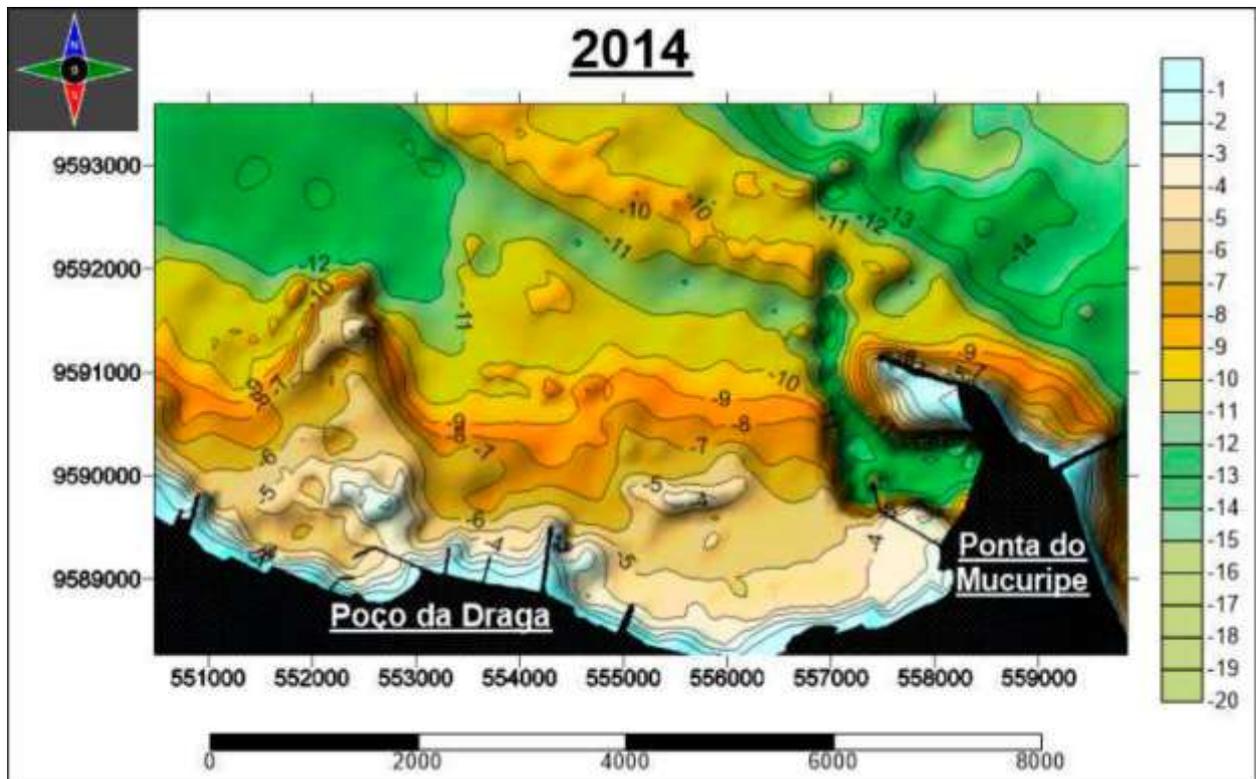


Figura 15: Modelo Digital Batimétrico da Enseada do Mucuripe em 2014.
Fonte: Ximenes Neto, 2015.

Maia (1998) realizou levantamentos batimétricos sobre o banco submarino da Enseada do Mucuripe e mostrou que esta estrutura se estendia por um comprimento total de 7.500 m e apresentava uma largura variável entre 250 e 850 m, com média de 500 m (Figura 16). O desnível médio é de 3,3 m, podendo ser encontradas diferenças de até 4,5 m em alguns lugares. O volume total de sedimentos estimado foi da ordem de 12.600.000 m³, areias disponíveis, que podem ser utilizadas nos aterros de Fortaleza e Caucaia.

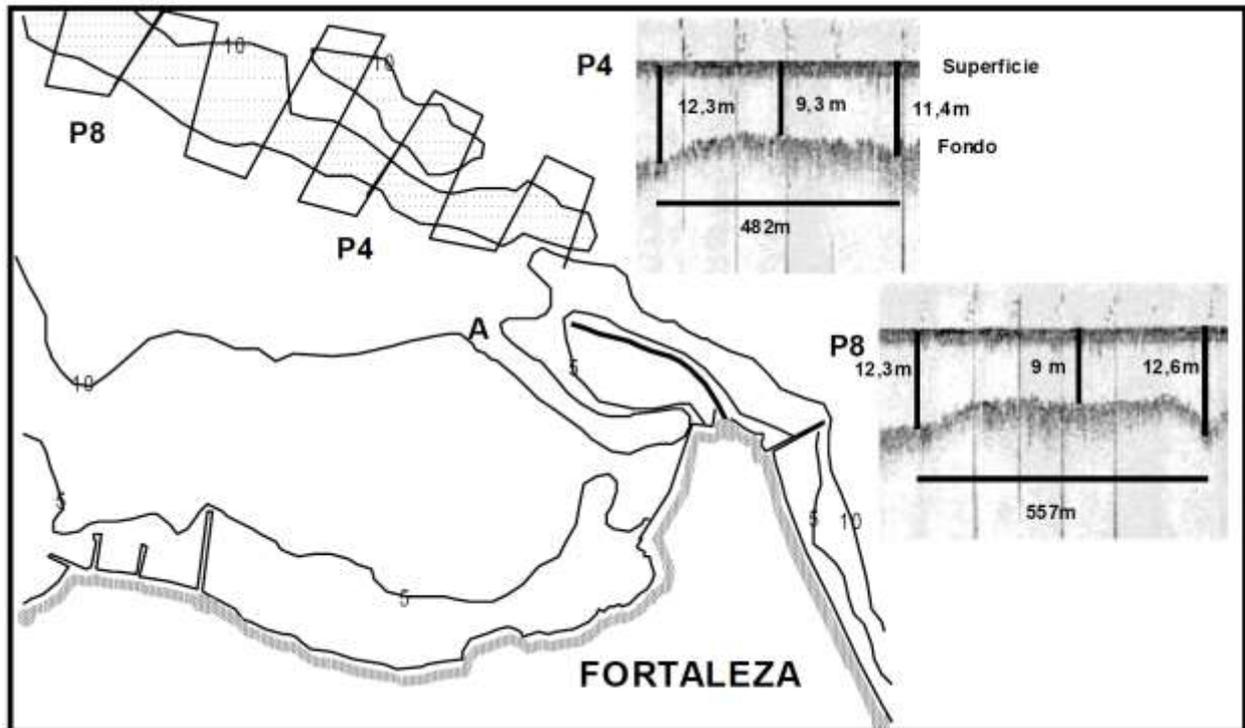


Figura 16: Levantamento batimétrico do banco submarino da Enseada do Mucuripe.
Fonte: Maia, 1998.

Este banco sedimentar já existia antes da construção do Porto do Mucuripe, com cota batimétrica média de -12 m de profundidade em 1945 (DHN, 1945). O cálculo desta mesma cota média em 2018 (DHN, 2018) é de -9 m, ou seja, o banco acumulou sedimentos de forma que sua profundidade média diminuiu em aproximadamente 25%. Pode-se então afirmar que, de modo empírico, o volume do banco calculado por Maia (1998) em 12.600,000 m³ era em 1945 de aproximadamente 9.400.000 m³, ou seja, acumulou em média 3,2 milhões de m³ de areias após a construção do Porto do Mucuripe. Este volume sedimentar que se acumulou ao largo da bacia portuária entre 1945 e 1998, podendo hoje ter um volume maior, também vai contribuir para o



aumento do déficit sedimentar das praias situadas a oeste do Porto do Mucuripe. A alteração no padrão de deslocamento da corrente de deriva litorânea pela construção do quebra-mar do porto é o principal responsável pela formação desse banco submarino, que acumula areia à medida que o tempo avança.

No futuro, se nenhuma medida for tomada para desviar as areias para as praias, se formará um cordão litorâneo (spit) que aflorará em maré baixa e ocasionará mais transtornos à navegação costeira, dificultando progressivamente o acesso das embarcações ao Porto do Mucuripe. Ressaltamos, mais uma vez, que o volume sedimentar dos bancos submarinos constitui uma jazida disponível para ser utilizada nos aterros de Fortaleza e Caucaia.

O assoreamento da Enseada do Mucuripe não se restringe apenas à formação da Praia Mansa e dos bancos submarinos, como foi demonstrado anteriormente; este processo altera toda a batimetria da área, conforme é possível observar na série de cartas náuticas apresentadas a seguir (figuras 17 a 23), todas publicadas pela DHN.

A primeira carta náutica do Porto do Mucuripe foi elaborada em 1945, e recebeu a numeração 701. Esta carta foi projetada para atender à iminente demanda de navegação pela construção do Porto do Mucuripe (Figura 17) que, na verdade, por problemas de assoreamento e de propagação de ondas, só receberia seu primeiro navio em 1953, como mencionado anteriormente.

Nela pode ser observada a construção do quebra-mar e do cais de atracação do Porto do Mucuripe. À montante do quebra-mar (a leste) percebe-se o início da acumulação de sedimentos com a diminuição das cotas de profundidade no entorno da Ponta do Mucuripe.

Na sequência se apresenta a Carta Náutica Nº 701 de 1956 (Figura 18), onde se observa a conclusão do cais de atracação, o início da formação da Praia Mansa, a diminuição da profundidade no entorno do quebra-mar do porto e aparecem anotados cartograficamente os Beach Rocks da Praia do Serviluz.

Em seguida, encontra-se a Carta Náutica Nº 701 de 1965 (Figura 19) apresentando um grande crescimento da área da Praia Mansa, a ampliação do cais de atracação do porto e a construção do molhe do Titanzinho, que foi concluído em 1963, sobre os Beach Rocks da Praia do Serviluz.

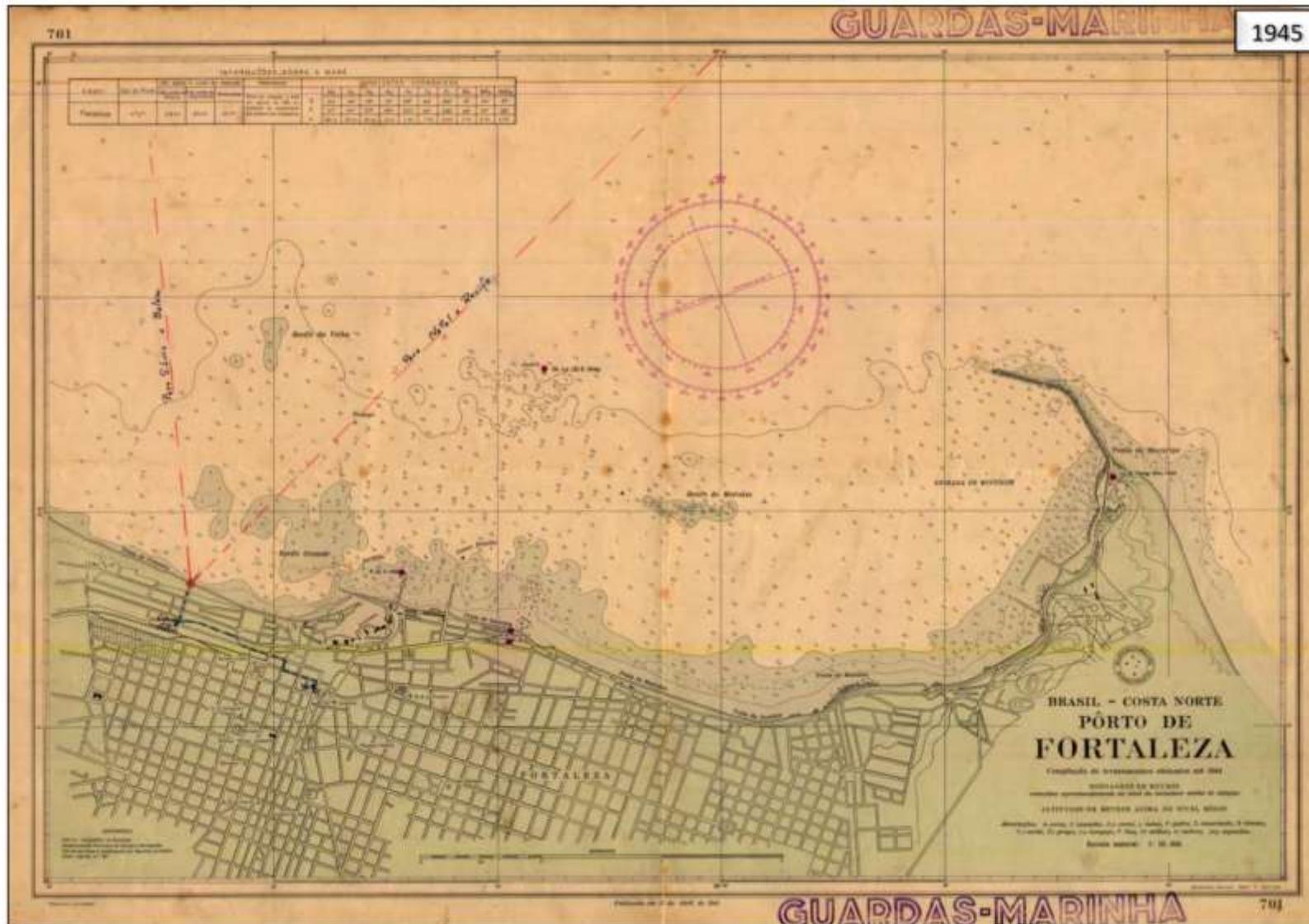


Figura 17: Carta Náutica N° 701 do Porto do Mucuripe em 1945. Fonte: DHN, 1945.

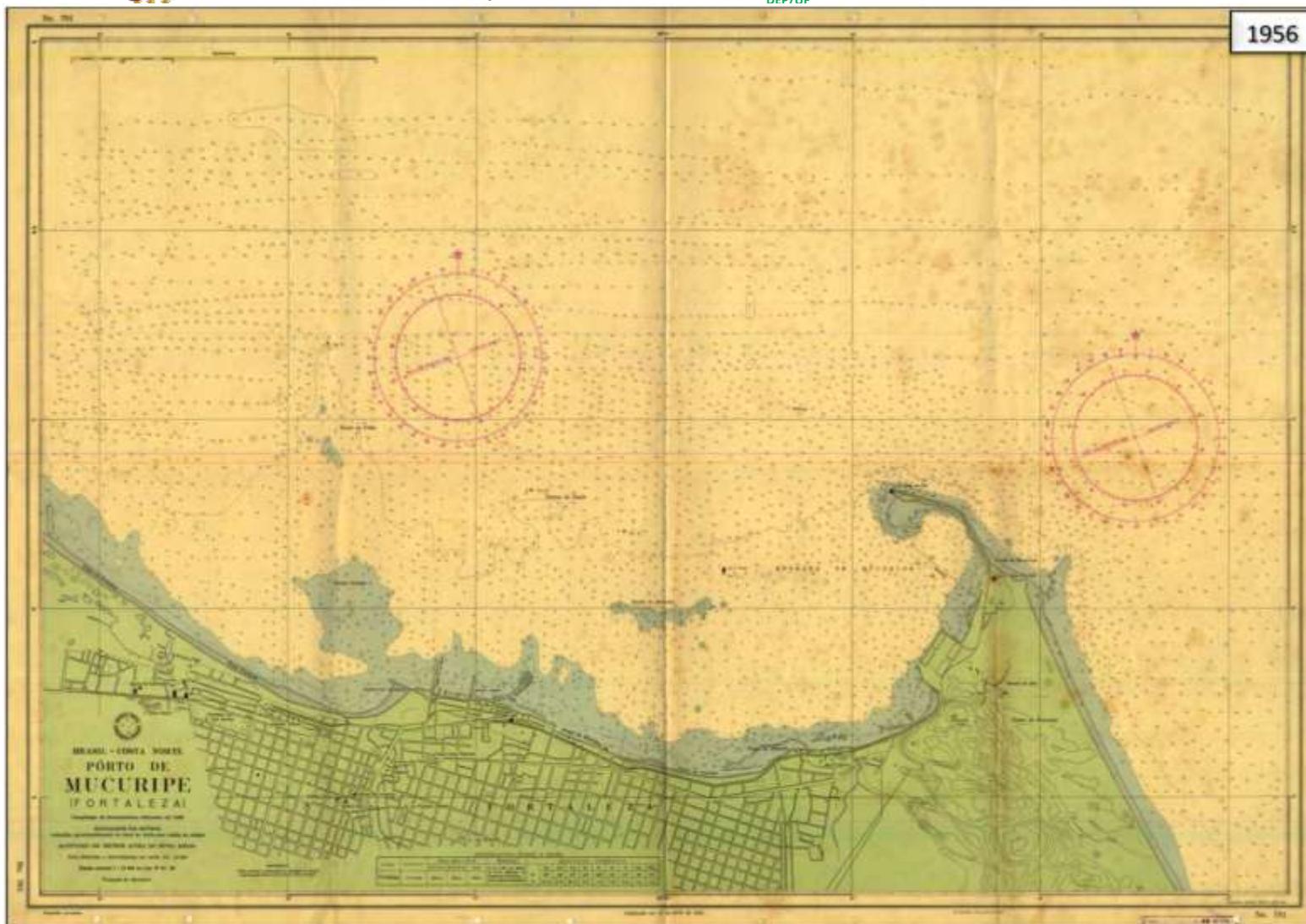


Figura 18: Carta Náutica 701 do Porto do Mucuripe em 1956. Fonte: DHN, 1956.

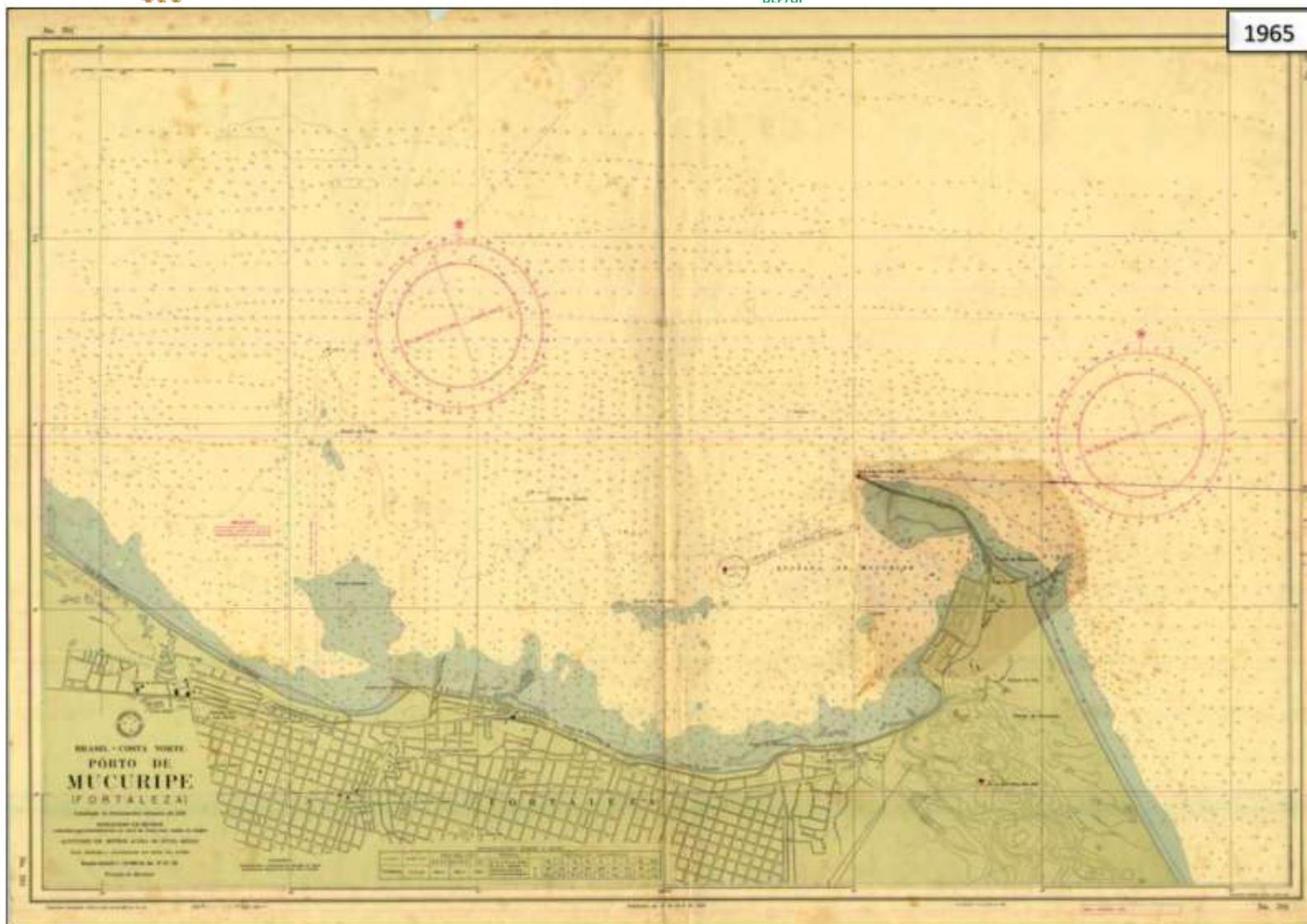


Figura 19: Carta Náutica N° 701 do Porto do Mucuripe em 1965. Fonte: DHN, 1965.



A carta náutica de 1978 está apresentada na Figura 20. Nela é possível observar várias alterações que indicam que a ocupação humana do litoral não ocorre sem reflexos na natureza. Observa-se, em relação à carta de 1965, um prolongamento do molhe do Titãzinho, que passa de 450 metros para 990 metros de comprimento, provocando uma maior retenção de sedimentos no setor leste, a montante do espigão.

A profundidade nessa área tornou-se cada vez menor, retendo sedimentos antes que eles atinjam a bacia portuária. Continua ocorrendo o assoreamento intenso na parte interna do quebra-mar do porto, com o aumento da área da Praia Mansa.

Outro fato marcante é a construção do píer petroleiro – somente inaugurado em 1982; desta vez a obra foi construída sobre pilotis, na forma de um viaduto vazado que permite o caminhamento das correntes, caso elas ocorram. Podem-se observar pelas mudanças das curvas batimétricas os efeitos da dragagem do Porto do Mucuripe graças ao aumento da profundidade do canal de acesso ao porto e do cais de atracação, com profundidades superiores a 10 metros.

Também pode ser observada, a noroeste do quebra-mar, a formação do banco de areia submarino, que apresenta agora profundidades inferiores a 10 metros. A linha batimétrica de -5m também apresenta variações significativas com diminuição lenta, mas progressiva, das profundidades na bacia portuária.

A carta náutica de 1991 pode ser visualizada na figura 21. Nesta imagem, os fatores mais marcantes são a modificação do traçado da Praia Mansa, resultante do aprofundamento da bacia portuária por obras das dragagens hidráulicas; e também modificações na isóbata de -10m na bacia de evolução do porto, devido também às dragagens.

Esses trabalhos foram realizados no canal de acesso e no cais de atracação do porto, e pela primeira vez na área do ancoradouro do píer petroleiro.

O acúmulo de areias na face de barlavento do molhe do Titãzinho (na porção leste do litoral de Fortaleza, antes da área portuária) confirma o aprisionamento de sedimentos transportados pela corrente de deriva litorânea, agravando o déficit sedimentar nas praias de oeste, em Fortaleza, e no litoral de Caucaia.



Figura 20: Carta Náutica N° 701 do Porto do Mucuripe em 1978. Fonte: DHN, 1978.

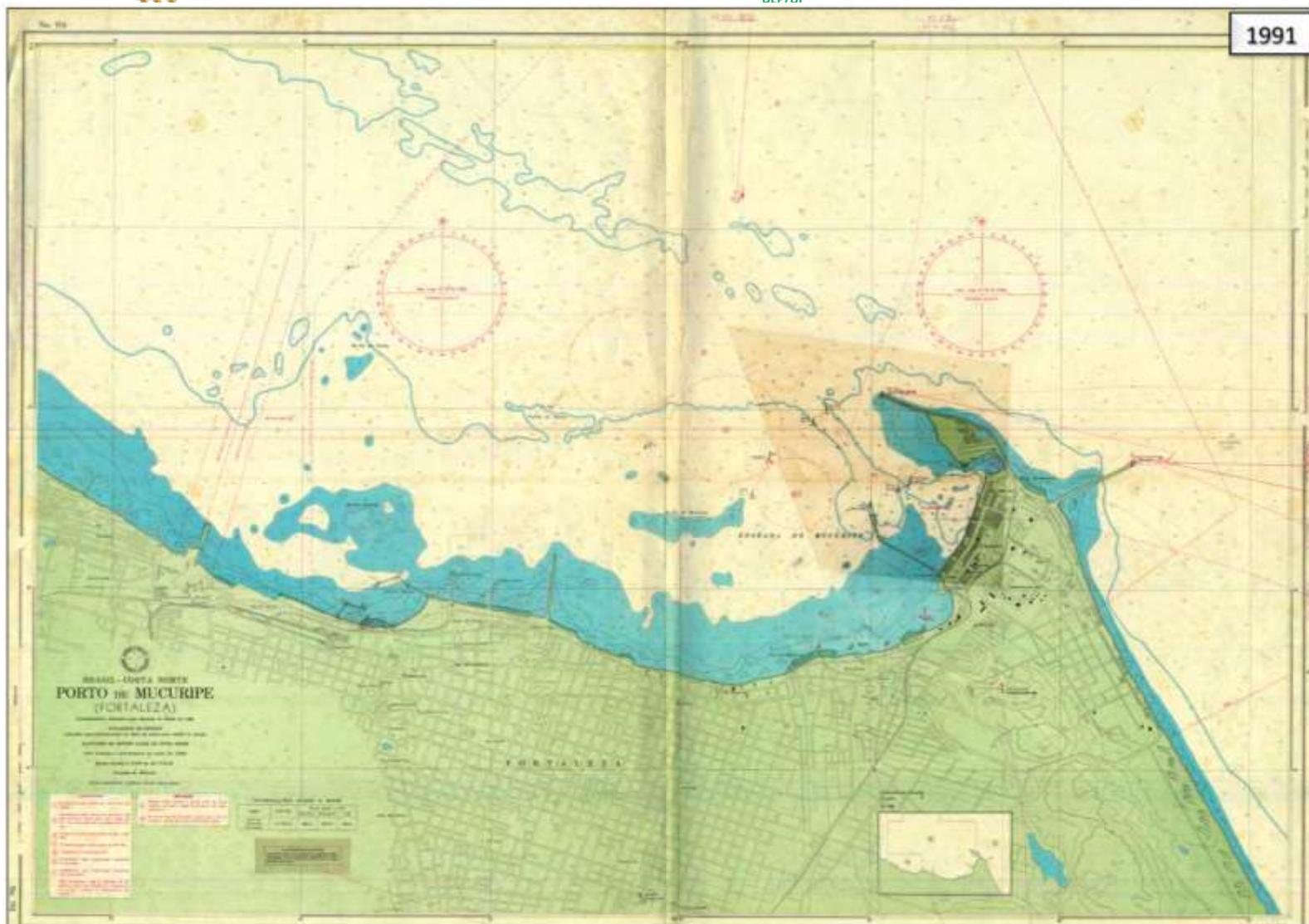


Figura 21: Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 1991. Fonte: DHN, 1991.



A carta náutica do ano 2002, apresentada na Figura 22, mostra a evolução sedimentar da Enseada do Mucuripe. Pode-se observar o significativo aumento do banco sedimentar a noroeste do quebra-mar do porto. A área com batimetria inferior a 10 metros cresce gradativamente, acumulando sedimentos transportados pelas correntes costeiras. O acúmulo de sedimentos nessa área não ocorria antes do prolongamento do quebra-mar do Porto do Mucuripe na década de 1950.

Com a diminuição da profundidade no banco submarino, aumenta o freio na corrente litorânea que perde velocidade, aumentando a sedimentação dos grãos de areias que são transportados. Esses sedimentos depositados são retirados da corrente de deriva litorânea, aumentando o déficit sedimentar a oeste do porto.

A figura 23 apresenta a carta náutica do Porto do Mucuripe para o ano de 2018 conforme publicação da DHN em seu site (www.dhn.mar.mil.br). Pode-se observar a consolidação do banco submarino a noroeste da ponta do quebra-mar do porto, e mesmo o afloramento de pequenos bancos com profundidade inferiores a 10 metros.

Entretanto, uma parte desse banco sofre redução de volume em decorrência dos trabalhos de dragagens do canal de acesso ao porto, mas a navegação nessa área se torna difícil à medida que as profundidades diminuem. As dragagens já realizadas aprofundaram a área da bacia de evolução do Porto do Mucuripe na ponta do píer petroleiro, no canal de acesso ao porto e no cais de atracação das embarcações.

Observa-se também uma mudança significativa na posição das isóbatas de 5 e 10 metros com aumento das áreas de menor profundidade, como veremos a seguir nos cálculos do aumento dessas áreas de menor profundidade. As areias provenientes da Praia do Futuro, transportadas pela corrente de deriva litorânea, estão sendo depositadas na Enseada do Mucuripe, acumulando-se, não sendo plenamente remobilizadas para continuarem seu deslocamento até as praias do litoral oeste de Fortaleza e de Caucaia.

Os processos erosivos, principalmente em Caucaia, agravam-se progressivamente, sem possibilidade de um equilíbrio natural no balanço sedimentar. O modelo hidrodinâmico que se instalou após a construção do Porto do Mucuripe e do molhe do Titanzinho determinou processos de assoreamento na Praia do Serviluz e na Enseada do Mucuripe que provocam erosão permanente nas praias de Fortaleza e Caucaia.

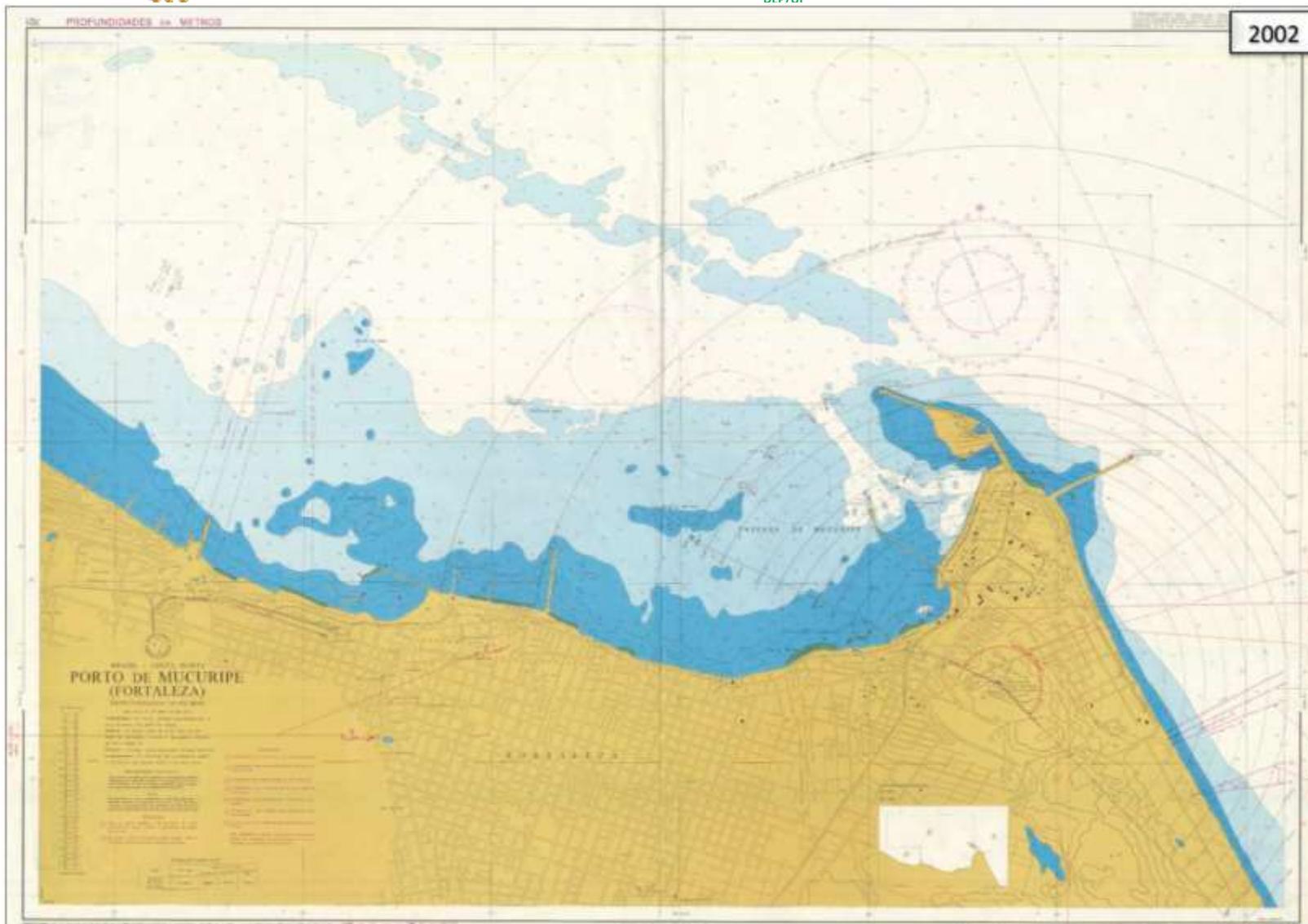


Figura 22: Carta Náutica Nº 701 do Porto do Mucuripe em 2002. Fonte: DHN, 2002.

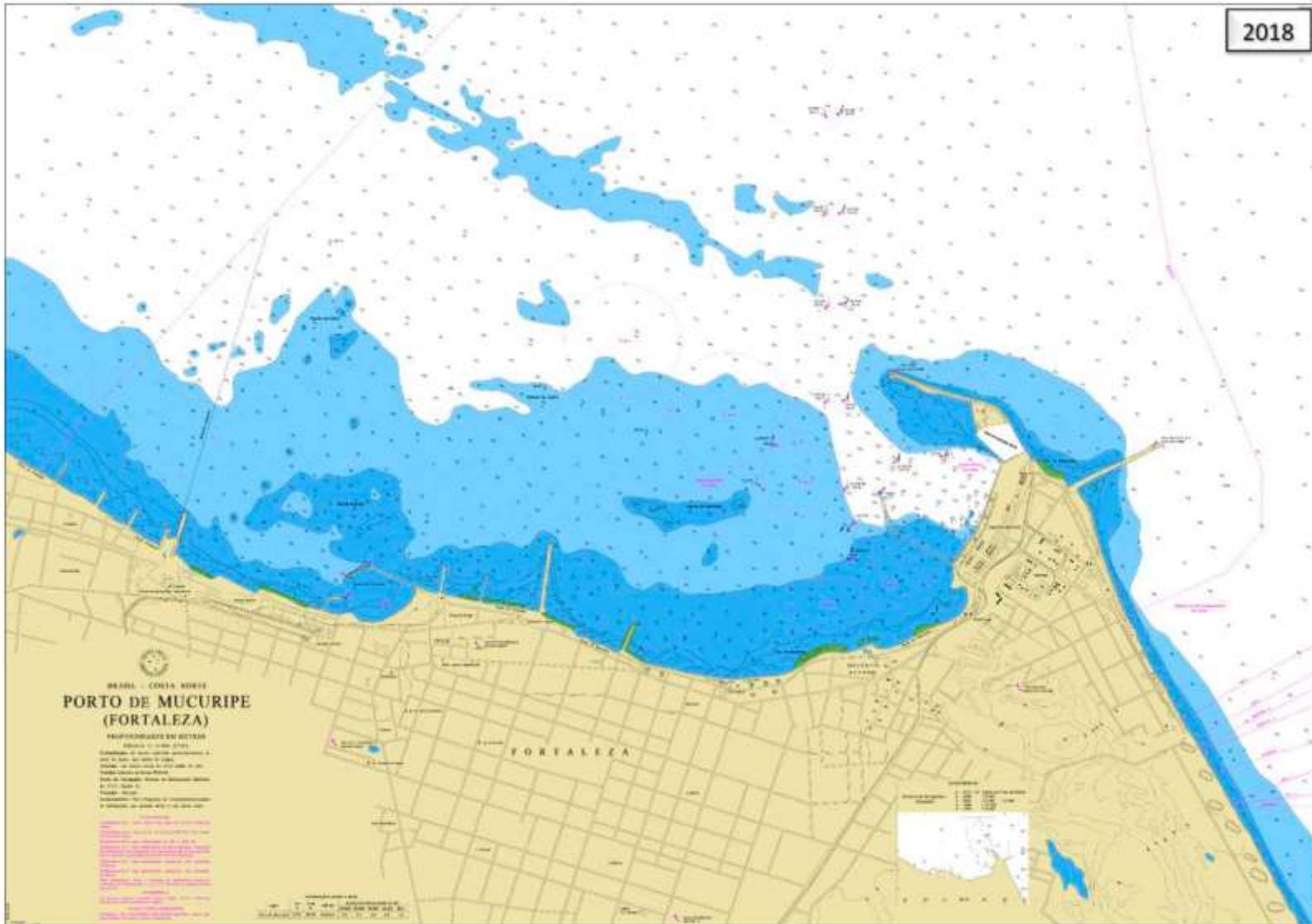


Figura 23: Carta Náutica N° 701 do Porto do Mucuripe em 2018. Fonte: DHN, 2018.



As análises da evolução das cotas batimétricas da Enseada do Mucuripe entre os anos de 1945 e 2018, a partir das Cartas Náuticas N° 701, estão apresentadas nas Figuras 17 e 23.

Na Figura 24, encontram-se sobrepostas as curvas isóbatas de -5 metros dos anos de 1945 e 2018. O crescimento das áreas de cota -5 m foi calculado em locais diferentes.

Primeiramente no Serviluz, no molhe do Titanzinho, cuja área em 1945 era de 570.538,92 m² (57,0 hectares). O assoreamento causado pelo molhe do Titanzinho fez essa área aumentar ao longo dos anos e em 2018 se encontra em 849.930,28 m².

A diferença de áreas entre os anos 1945 e 2018 corresponde a um aumento de 279.391,36 m², ou seja, a área com profundidade inferior a -5 metros aumentou em 27,9 hectares. Esse cálculo realizado agora é relativo à faixa de profundidade de entre 0,00 m até -5,00 m a partir do nível zero da maré baixa média de sizígia, parâmetro utilizado para a confecção das cartas náuticas. Vale lembrar que essa área calculada é relativa à parte submersa do mar, mesmo na maior maré baixa do mês.

Ressalte-se ainda que a área de acúmulo de sedimentos na Praia do Serviluz com cota altimétrica igual ou superior a zero (terrenos que afloraram pelo assoreamento) é de 65,5 hectares, ou seja, área de praia criada pela deposição de sedimentos, como visto anteriormente.

Na Enseada do Mucuripe a área da cota -5 m passou de 3.946.534,68 m² em 1945 para 5.923.951,81 m² em 2018. A diminuição de profundidade por acúmulo de sedimentos atingiu uma área de 1.977.417,13 m² (197 hectares). Este estudo mostrará mais adiante que a acumulação de areias aumentando a área da cota -5 m vai ocorrer soterrando as áreas com cotas entre -5 e -10 m de profundidade, aprisionando sedimentos que antes eram mobilizados pela corrente de deriva litorânea.

Quando se observa o comportamento da cota -10 m de profundidade no Titanzinho, a área analisada em 1945 era de 483.416,19 m² (48,3 ha) e evoluiu até 1.430.968,81 m² (143,0 ha) em 2018. O assoreamento aumentou essa área em 947.551,25 m² (94,7 ha). Esse fato foi provocado pela presença do molhe do Titanzinho que barra os sedimentos transportados pela corrente de deriva litorânea e, praticamente, triplicou a área com profundidade inferior a -10 metros.

Na Enseada do Mucuripe, observa-se um fenômeno diferente: houve uma diminuição da área compreendida entre as cotas de -5m e -10m, embora a cota -10m tenha se expandido em direção às áreas mais profundas. Isso se explica pelo avanço da cota de -5 m sobre a área que antes era de -5 m a -10 m, pelo acúmulo de sedimentos mais próximos da profundidade de -5 metros. Outro fator que contribuiu para a diminuição da área da cota de -10 m foram as diversas dragagens



realizadas na bacia de evolução do Porto do Mucuripe, retirando 15,7 milhões de metros cúbicos de areias desde a inauguração do porto. A área da cota de -10 m, que era de 12.854.777,22 m³ (1.285,4 ha) em 1945, reduziu-se a 10.796.680,81 m² (1.079,6 ha) em 2018, diminuindo 2.058.096,41 m² (205,8 ha) ao longo dos anos.

Na Enseada do Mucuripe, entre 1945 e 2018, surgiu um banco submarino, na direção noroeste da ponta do quebra-mar do porto, que, em 1945, não apresentava profundidades inferiores a 10 metros. A partir da década de 1970 (figura 20 – carta náutica de 1978), aparecem as primeiras profundidades inferiores à cota -10 m. A área desse banco submarino com profundidade menor que -10m em 2018 é de 2.194.612,40 m² (219,4 ha).

No quadro a seguir são apresentadas as áreas das cotas de – 5m (de 0,0 a 5,0 metros de profundidade) e de -10 m (de 5,1 a 10,0 m de profundidade, em metros quadrados).

Cota	Local	Área 1945 (m ²)	Área 2018 (m ²)	Diferença (m ²)
- 5 m	Titanzinho	570.538,92	849.930,28	279.391,36
	Enseada do Mucuripe	3.946.534,68	5.923.951,81	1.977.417,13
- 10 m	Titanzinho	483.416,91	1.430.968,16	947.551,24
	Enseada do Mucuripe	12.854.777,22	10.796.680,81	- 2.058.096,41
	Banco Submarino	0,00	2.194.612,40	2.194.612,40

Quadro 1: Áreas das cotas de – 5m e de -10 m

Observando esse quadro, pode-se afirmar que a Enseada do Mucuripe foi invadida por sedimentos provenientes da Praia do Futuro. Essas areias se acumulam em quatro áreas: na Praia do Serviluz, na Praia Mansa, nos bancos submarinos e na bacia de evolução do Porto do Mucuripe.

O conjunto dos sedimentos depositados nessas áreas é o principal responsável pelos processos erosivos nas praias situadas a oeste do complexo portuário do Mucuripe, nos municípios de Fortaleza e de Caucaia.



Figura 24: Evolução Batimétrica da Cota -5 metros da Enseada do Mucuripe entre 1945 e 2018. Fonte: DHN (1945, 2018), Sentinel 2 (2018).



Figura 25: Evolução Batimétrica da Cota -10 metros da Enseada do Mucuripe entre 1945 e 2018. Fonte: DHN (1945, 2018), Sentinel 2 (2018).



3.2.6 - Análise da Erosão Costeira

A análise dos processos erosivos ao longo do litoral de Fortaleza e de Caucaia não pode ser feita de forma instantânea, observando apenas o momento da análise. Esse erro de análise instantânea motivou a criação do mito popular de que a erosão na Praia do Icaraí deu-se em decorrência da construção do aterro da Praia de Iracema, realizado pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, no ano de 2000.

Necessário se faz analisarem os fatos diacronicamente, cada evento a seu tempo e com suas causas e consequências. Na natureza, e em especial quando tratamos da dinâmica litorânea, os fatores estão fortemente interligados. A dinâmica costeira envolve, entre outros, como fatores principais, o vento, as ondas, as marés, as correntes costeiras, o transporte marítimo de sedimentos e o transporte eólico das areias. Qualquer alteração em qualquer um desses fatores pode provocar (e quase sempre provoca) consequências desastrosas para o equilíbrio natural da zona costeira.

Segundo Maia (1998), após a finalização das obras do Porto do Mucuripe, que interrompeu o transporte longitudinal de sedimentos, no período de 1929 a 1947 a linha de costa apresentou as mudanças de maior magnitude. O recuo da linha de costa nas praias a oeste do porto foi em média de 77 metros. A região mais afetada foi a Praia de Iracema, com um retrocesso de 130 m, sendo destruídas pela erosão diversas construções, entre elas infraestruturas urbanas. Os menores valores encontrados, 32 metros, ocorreram na Praia do Meireles.

Maia (1998) afirma ainda que essa grande diferença na magnitude dos recuos da linha de costa está associada às mudanças das características geológicas do terreno, pois a maior parte da área está formada por areias sem coesão, podendo, localmente, encontrarem-se terrenos mais resistentes formados por arrecifes.

Outro fator que pode ser destacado é que a Praia do Meireles se encontra na zona de sombra do quebra-mar do Porto do Mucuripe, ou seja, as ondas quebram na muralha de pedras e não incidem diretamente nessa área. Esse fator é decisivo para o entendimento dos processos erosivos locais e sua influência (ou não) na erosão das praias do município de Caucaia. A zona de sombra do quebra-mar do porto protege as Praias de Meireles e Mucuripe, Morais (1980).

As praias de Meireles e Mucuripe foram as que menos sofreram processos erosivos após a construção do Porto do Mucuripe. Se por um lado elas não recebem mais os sedimentos da corrente de deriva litorânea, nem as areias pelo bypass das dunas do Mucuripe, por outro lado são menos atacadas pelas ondas.



Maia (1998) calculou o recuo da costa de Fortaleza entre 1947 e 1964, depois que o poder público realizou obras em três trechos do litoral, com enrocamentos na Praia de Iracema e no Poço da Draga. Os enrocamentos e os arrecifes diminuíram o retrocesso costeiro até um valor médio de 21 metros. Esse autor alerta ainda que “como as obras não protegiam toda a costa, a erosão se manteve na Praia de Iracema, com recuo da costa em até 56 metros”.

Morais e Pitombeira (1974), Moraes (1980) e Maia (1998) afirmam que a difração das ondas no quebra-mar do Porto do Mucuripe originou, dentro da zona de sombra do dique, uma corrente com direção contrária à da deriva litorânea. Este fenômeno produz uma acumulação de sedimentos dentro da bacia portuária e, localmente, um avanço da costa.

A ampliação do quebra-mar do Porto do Mucuripe e a construção do molhe do Titanzinho em 1963 melhoraram a situação da deposição de sedimentos na bacia de evolução do porto (Maia, 1998); entretanto, dois problemas continuavam a se produzir, a diminuição das profundidades no canal de navegação e no cais do porto e os processos erosivos que continuavam a se abater sobre a Praia de Iracema.

Para solucionar esses dois problemas, foram realizadas dragagens periódicas no Porto do Mucuripe e foi construído um molhe na Praia de Iracema. Esse molhe, de 650 metros de extensão, foi erguido no ano de 1969, defronte à Rua João Cordeiro, constituído de rochas graníticas. Essa estrutura foi utilizada no ano 2000 como um dos dois molhes de proteção do aterro da Praia de Iracema.

Maia (1998) calculou também o recuo da linha de costa nessa área, entre os anos de 1964 e 1980, e encontrou um retrocesso médio de 11 metros, ou seja, mantendo-se o comportamento erosivo. A menor erosão nesse período se deve, em parte, às obras de defesa do litoral e, também, ao alcance das condições limite para esgotamento do estoque de areias, ou seja, já não há mais tanto sedimento disponível para ser erodido.

Observa-se que o início dos processos erosivos ocorre na Praia de Iracema, com relatos de erosão já a partir do final dos anos 1940 e, principalmente, nos anos 1950.

A partir do ponto final da zona de sombra, no sentido oeste da Praia de Iracema, as ondas incidem diretamente na costa, transportando lateralmente os sedimentos pela deriva litorânea. A erosão retira sedimentos da Praia de Iracema sem que sejam repostos pela mesma corrente, devido ao seu barramento pela construção do porto do Mucuripe. Outro problema de grande magnitude é a inexistência de sedimentos disponíveis para o transporte lateral, uma vez que esses sedimentos estão aprisionados nas quatro áreas de deposição do complexo portuário: na Praia do Serviluz, na

Praia Mansa, na bacia portuária e nos bancos submarinos da Enseada do Mucuripe. O volume de sedimentos que consegue atravessar esses quatro pontos de retenção chega em pequena quantidade ao litoral oeste, como veremos a seguir.

A construção do molhe na Praia de Iracema teve duas finalidades específicas: a primeira, diminuir a incidência das ondas que provocam processos erosivos, criando uma zona de sombra a oeste da estrutura; e a segunda função é de acumular sedimentos a leste da muralha, aumentando a área de praia defronte ao trecho da Avenida Historiador Raimundo Girão. Como pode ser visto na imagem de 1978 (Figura 26), quase 10 anos após a construção do molhe, a função de acumular sedimentos no lado leste nunca se efetivou pelo fato de o transporte de sedimentos nessa área ser quase nulo. Não há sedimentos disponíveis para serem acumulados.



Figura 26: Molhe da Praia de Iracema em 1978. Fonte: AUMEF, 1978.

Um dos argumentos que levam à propagação da crença popular (que o aterro da Praia de Iracema causou a erosão costeira na Praia do Icarai) é a afirmação de que “para se fazer o aterro,



um novo molhe foi construído, defronte à Avenida Rui Barbosa, e que esse molhe reteria sedimentos que fariam falta nas praias de oeste, sendo a do Icaraí a mais afetada”. Esse argumento, entretanto, não se sustenta, pois, quase 10 anos após sua construção, o molhe da Praia de Iracema não acumulou sedimentos no seu lado leste. Não há como as estruturas dos espigões do aterro da Praia de Iracema terem prejudicado o caminhamento das areias, vez que não existem areias caminhando nesse trecho da Praia de Iracema.

A realidade é que o transporte de sedimentos é barrado no complexo portuário e não existe mais bypass nas dunas do Mucuripe. A porção leste do molhe teve suas correntes invertidas pela difração das ondas no quebra-mar do Porto do Mucuripe. Caso existissem sedimentos, eles caminhariam no sentido leste, contrário ao das praias de Caucaia. A construção do aterro não interferiu na erosão costeira de Caucaia.

Nas décadas de 1950 e 1960, os processos erosivos consumiram os sedimentos da Praia de Iracema, que não são repostos, mantendo uma situação de déficit sedimentar grave. As ondas que não são barradas pelo quebra-mar do Porto do Mucuripe (zona de sombra nas Praias do Meireles e Mucuripe) continuam seus trajetos em direção às praias de oeste, atingindo frontalmente as regiões do Poço da Draga, Pirambu, Leste Oeste, Nossa Senhora das Graças, Goiabeiras e praias do município de Caucaia.

A partir do final da década de 1960 e, principalmente, na década de 1970, a erosão atinge progressivamente as praias do litoral oeste de Fortaleza, retirando os sedimentos e transportando-os na direção oeste. Cada praia erodida fornece sedimentos para a praia subsequente, entretanto, não recebe a reposição necessária ao equilíbrio sedimentar, entrando em colapso, recuando a linha de costa e destruindo as estruturas urbanas com perda de patrimônio público e privado. A erosão segue seu caminho, mas só é percebida e relatada quando atinge essas estruturas urbanas.

Para conter o avanço do mar, o poder público fez intervenções, construindo 11 molhes de proteção ao longo do litoral oeste de Fortaleza na década de 1970 e início dos anos 1980. Foram projetadas e construídas com blocos de rochas graníticas, estruturas de porte menor do que as do molhe da Praia de Iracema (650 m).

O primeiro dos molhes é o maior, com 450 metros de extensão, localizado no início da Praia do Pirambu, seguido de mais 10 estruturas com extensões que variam de 110 a 270 metros, sendo o último erguido na foz do Rio Ceará com a finalidade de evitar a migração da embocadura desse rio.



As estruturas construídas mostram-se bastante eficientes, protegendo o litoral contra o ataque das ondas e acumulando sedimentos na porção leste de cada molhe. O acúmulo de sedimentos em cada um dos molhes de proteção é indicativo de que, a partir dessa área (longe da zona de sombra do quebra-mar do Porto do Mucuripe), ainda existe uma pequena quantidade de sedimentos sendo transportados pela corrente de deriva litorânea. Pode-se observar a mancha de sedimentos mobilizados que transpassam as extremidades dos molhes. Infelizmente, essa quantidade de areias não é suficiente para equilibrar o balanço sedimentar das praias do litoral de Caucaia.

Na década de 1980, os processos erosivos atacam pela primeira vez o município de Caucaia, no outro lado da foz do Rio Ceará, fenômeno amplamente noticiado na imprensa local, sendo a Praia dos Dois Coqueiros a primeira a ser arrasada pelo ataque das ondas. O litoral de Fortaleza conseguiu fazer suas estruturas de proteção de modo a minimizar os impactos negativos dos processos erosivos, mas a penúria em sedimentos persiste, provocando déficit sedimentar ao longo de todo o litoral de Caucaia, que não fez as mesmas intervenções que o município de Fortaleza.

Na sequência do tempo e do espaço (sempre na direção oeste), as próximas praias a sofrerem com o ataque das ondas são Iparana e Pacheco, com início no final da década de 1980 e que se intensifica a partir do início da década de 1990. Essas praias são caracterizadas, principalmente, pela urbanização de lazer e turismo, com segundas residências, barracas de praia e clubes recreativos.

Gurgel (1988) estudou o litoral de Caucaia e alertou para o problema da erosão costeira na Praia de Iparana, calculando que trechos dessa área tiveram recuo da linha de costa em até 250 metros.

Na praia de Iparana está localizada a Colônia de Férias do SESC, que teve sua estrutura ameaçada pela erosão costeira. O SESC encomendou um projeto de proteção costeira que foi implantado ainda na década de 1990. A estrutura consiste em um enrocamento com 1.070 metros de extensão, paralelo a linha de costa (Figura 27).

A função do projeto foi unicamente proteger as estruturas continentais contra a erosão costeira, sem preocupação em recuperar a área de praia. O enrocamento construído com rochas graníticas protege o litoral do recuo da linha de costa, mas a praia jamais se recuperou em termos de volume sedimentar. Mesmo em maré baixa de sizígia, a área fica quase toda submersa,

aflorando apenas os Beach Rocks. Não existe mais praia nesse local. Do ponto de vista da gestão integrada da zona costeira (Vasconcelos, 2005), as decisões tomadas em Iparana e o projeto executado para a proteção costeira contrariam os mais diversos interesses de usos da praia. O desaparecimento da praia tem sérios impactos socioambientais negativos, como a perda da infauna sedimentar, diminuição drástica de organismos bentônicos, diminuição da pesca artesanal, diminuição da área de ancoradouro de pequenas embarcações (jangadas), desaparecimento de atividades de lazer e recreação, diminuição das atividades turísticas, diminuição da renda da população local, diminuição de arrecadação de tributos, entre outros impactos. No caso específico dessa área, pode-se citar ainda outro fator agravante para a perda da praia, pois existindo uma colônia de férias no local, o seu maior atrativo era a praia, patrimônio que foi perdido pela erosão costeira.



Figura 27: Enrocamento construído na Praia de Iparana defronte à Colônia de Férias do SESC.
Fonte: Google Earth, 2021.

Podemos ainda observar na Figura 27 a acumulação de areia no lado leste do enrocamento, formando uma pequena praia. A ponta formada pela parte inicial do enrocamento funciona como um pequeno molhe perpendicular à linha de costa, acumulando sedimentos.

O que ocorre nesse ponto é semelhante ao que ocorreu na área dos 11 molhes construídos entre o Pirambu e a foz do Rio Ceará em Fortaleza, na década de 1970 e início de 1980, indicando



que os poucos sedimentos que transitam pela corrente de deriva litorânea podem ser aprisionados, recuperando a praia e protegendo o continente. Esse é o modelo de proteção que poderia ter sido replicado ao longo do litoral de Caucaia.

Na sequência do tempo e à medida que a erosão caminha para leste na década de 1990, os proprietários de imóveis ao longo da orla tentam proteger seus patrimônios construindo com recursos próprios, ou pressionando o poder público para construir com recursos públicos, estruturas de proteção costeira.

Na sequência do tempo e à medida que a erosão caminha para leste na década de 1990, os proprietários de imóveis ao longo da orla tentam proteger seus patrimônios construindo com recursos próprios, ou pressionando o poder público para construir com recursos públicos, estruturas de proteção costeira.

Deste modo, foram feitas 10 intervenções entre as praias de Iparana e Icaraí, todas após a construção do enrocamento na Colônia de Férias do SESC. Foram nove as estruturas do tipo enrocamento e um Bagwall.

Os nove enrocamentos têm extensões diferentes, sendo o menor com apenas 70 metros, e os dois maiores, na Praia do Icaraí, com 330 metros, e na Praia do Pacheco, com 270 metros. No total, somando a extensão de todos os enrocamentos, somam 1.430 metros de artificialização do litoral com rochas graníticas. Todos esses enrocamentos protegem o litoral da erosão, mas, sem exceção, perde-se também a área de praia.

A outra obra costeira na Praia do Icaraí foi a construção, em 2010, pela Prefeitura Municipal, de um modelo de proteção denominado de Bagwall, que consiste na construção de estruturas de concreto em forma de escada entre o continente e a linha de preamar, para amortecer o impacto das ondas e conter o recuo da linha de costa.

Apesar dos avisos de especialistas das universidades locais de que essa opção de proteção não era a adequada para a Praia do Icaraí, o poder público construiu 835 metros de Bagwall nessa praia (Souza, 2011) e, como era de se esperar, a estrutura não funcionou de forma eficiente. Esse modelo de proteção costeira (Bagwall) tem apresentado bons resultados em áreas protegidas de ondas, como baías e enseadas, ambientes bem diferentes da Praia do Icaraí.

Observa-se que apesar de existir o bom exemplo das estruturas de proteção costeira de Fortaleza, que funcionam eficientemente como mecanismos de proteção costeira, e apesar ainda



do alerta dos especialistas de que o Bagwall não funcionaria, essas estruturas continuaram sendo construídas, e ainda estão sendo erguidas na atualidade.

Segundo reportagem do Jornal Diário do Nordeste, de 21 de agosto de 2017, a Prefeitura de Caucaia pretende continuar utilizando os Bagwalls, planejando construir essas estruturas em pontos das Praias de Iparana, Cumbuco e Taíba. A julgar pela experiência das estruturas já implantadas, provavelmente estas também não vão funcionar de eficientemente.

Continuando a análise diacrônica, chegamos à década de 2000, especificamente entre 2000 e 2001, período da construção do aterro da Praia de Iracema, em Fortaleza, e pode-se observar que o molhe construído nessa praia em 1969, mais de 30 anos antes, não conseguiu reter sedimentos em sua parte leste, portanto não está aprisionando areias que poderiam estar fazendo falta nas praias de Caucaia, situadas a oeste.

A construção do aterro foi uma decisão da municipalidade de Fortaleza de investir na recuperação de uma praia que já teve mais de 150 metros de extensão latitudinal na década de 1940, devolvendo à cidade um espaço de uso público, que se tornou uma referência como local de grandes manifestações de várias naturezas.

A ligação entre o aterro da Praia de Iracema e a erosão na Praia do Icarai é apenas uma coincidência de datas.

A Praia do Icarai já vinha recuando e perdendo sedimentos desde a década de 1980, entretanto, o recuo da linha de costa consumiu primeiro a faixa de praia, mas não havia ainda atingido as estruturas urbanas, fato que só vai ocorrer a partir do ano 2000, mesmo ano da construção do aterro.

Com o ataque erosivo sobre estruturas urbanas, ruas, residências, redes de serviços públicos etc. que foram destruídos, fato que despertou a atenção do público e da mídia que passaram a perceber a erosão costeira, que antes fazia apenas diminuir a área de praia. O alerta foi dado e a relação entre os dois fenômenos foi feita de forma instantânea, entretanto completamente equivocada.

Morais (2001) e Vasconcelos et al. (2007) estudaram a variação da linha de costa no litoral de Caucaia entre 1968 e 1996 e concluíram que esse trecho do litoral recuou entre 150 e 400 metros nesse período. Na Praia do Icarai, a erosão costeira consumiu 350 metros de praia em apenas 28 anos, ou seja, quatro anos antes da construção do aterro da Praia de Iracema, a Praia do Icarai já



estava sob os efeitos de fortes processos erosivos. Fazendo o cálculo da média de recuo da linha de costa da Praia do Icaraí para o período de 1968 a 1996, obtém-se uma taxa média de 12,5 metros/ano.

Vale ressaltar que, como foi demonstrado ao longo desse Parecer, a erosão é diacrônica, com processos erosivos no Icaraí se intensificando a partir do final da década de 1980 e, principalmente no início da década de 1990, ou seja, do período de 1968 até a metade da década de 1980, a erosão foi muito pequena, quase imperceptível.

Pode-se então afirmar que o recuo de 350 metros da linha de costa entre 1968 e 1996 ocorreu mais intensamente a partir da metade da década de 1980, com uma velocidade bem superior à que foi calculada para o período de 28 anos de análise.

A Figura 28, apresentada a seguir, por si só, seria suficiente para acabar com o mito popular que liga a erosão da Praia do Icaraí à construção do aterro da Praia de Iracema.

Essa figura mostra em sua parte superior o litoral de Caucaia em 1968 e em sua parte inferior o mesmo trecho do litoral em 1996. A linha vermelha projetada sobre a imagem de 1996, na parte inferior da figura, é a linha de costa em 1968.

O recuo do litoral nessa área foi muito rápido, sendo uma consequência direta do desequilíbrio do balanço sedimentar negativo entre deposição e retirada de areias pela corrente de deriva litorânea.

A causa principal desse déficit sedimentar é o aprisionamento das areias no complexo portuário do Mucuripe, incluindo a retenção na Praia do Serviluz, nos bancos submarinos, na Praia Mansa e na bacia de evolução portuária.

Em uma análise mais precisa, pode-se dizer que o aterro da Praia de Iracema não é o responsável pelo agravamento da erosão costeira em Caucaia; ao contrário, essa obra recebeu areias dragadas dos bancos submarinos, repatriando sedimentos perdidos para esses bancos costeiros.

Qualquer volume de sedimentos que por acaso sejam retirados do aterro pela ação das ondas, irá alimentar as praias adjacentes, portanto, um efeito benéfico, embora temporário e com um volume que não irá resolver os problemas erosivos do litoral de Fortaleza e de Caucaia.

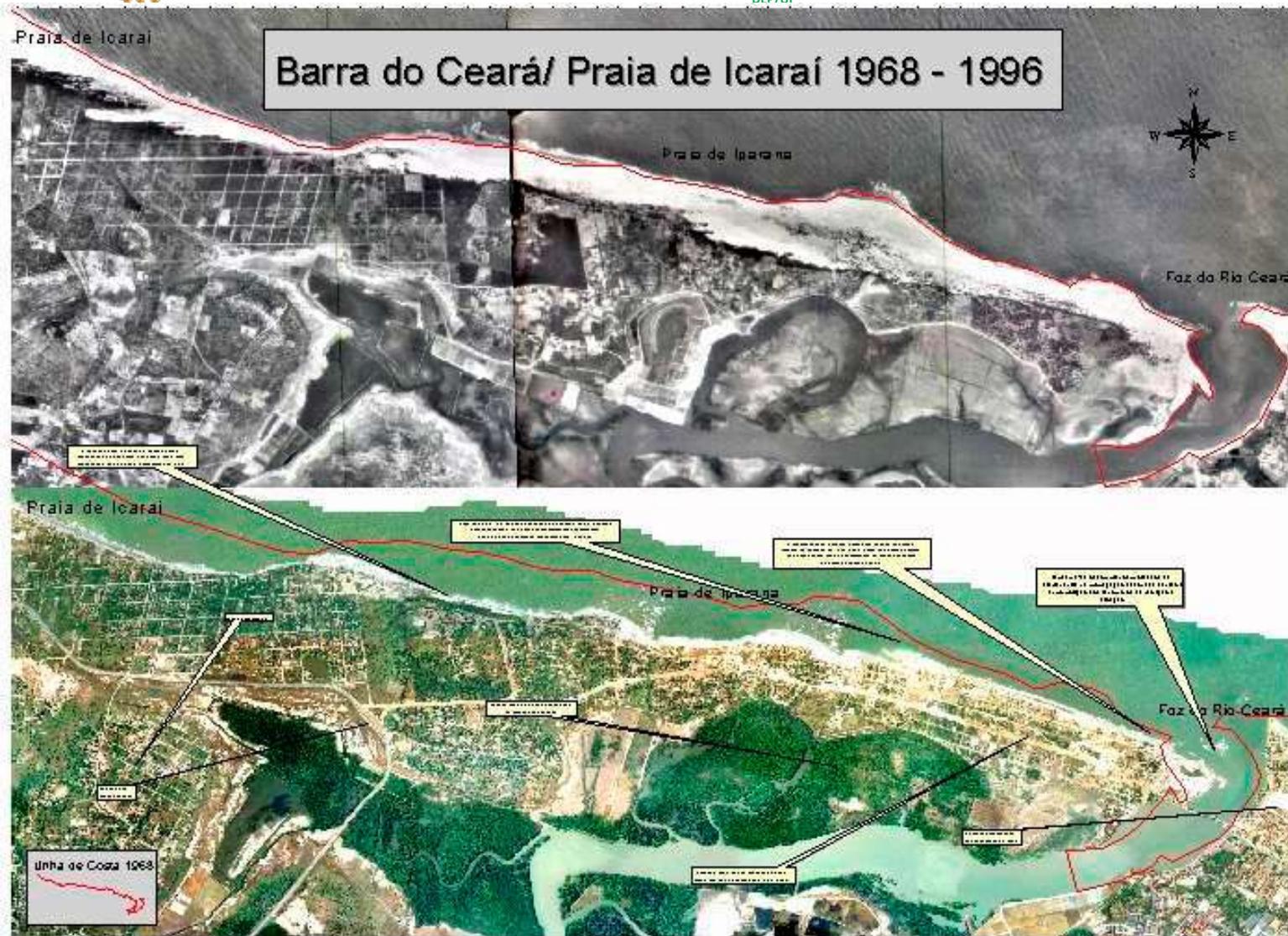


Figura 28: Comparativo da linha de costa dos anos de 1968 e 1996 do litoral de Caucaia entre a foz do Rio Ceará e a Praia do Icarai. Fonte: Moraes, 2001.



3.2 - Objetivo

O início do projeto foi precedido pela assinatura de um memorando de entendimento com a prefeitura de Caucaia e o INPH (Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias), onde discutiu-se uma solução para lidar com o problema da erosão costeira a leste do Rio Ceará.

Um estudo preliminar foi feito pelo INPH sobre um sistema de quebra-mar com os seguintes objetivos:

- Reavaliar a eficácia do sistema de quebra-mar;
- Estudar a possibilidade de implementar o sistema de quebra-mar como sistema de compensação/aprimoramento ambiental/econômico.

O estudo para revisar a eficácia do sistema do quebra-mar foi confiado ao Departamento Ciências para o Meio Ambiente da Universidade de Nápoles Parténope e foi realizado pelos professores Giovanni Sgubin e Stefano Pierini, sendo coordenado pelo professor Mario Vultaggio.

O objetivo do estudo foi descobrir, através de modelagem numérica, os efeitos da introdução de uma série de estruturas de fixação da linha de praia na região de Caucaia. Nos últimos anos, esta região foi atingida por uma forte erosão.

No estudo atual assumiu-se que nenhum sedimento entra na área do projeto vindo de Leste, devido ao bloqueio de sedimentos em Mucuripe e numa série de outras estruturas costeiras, localizadas entre Mucuripe e a foz do Rio Ceará. Assim sendo, a proteção da linha de costa foi projetada de modo a manter certa largura mínima de praia.

Para o estudo foi utilizado o Modelo de Princeton Ocean (POM), um dos modelos mais difundidos de correntes marítimas gerais na comunidade marinha que foi implementado em dois campos diferentes de cálculo e em diferentes cenários, com e sem quebra-mar.

Os resultados mostraram como a inclusão de 11 estruturas de fixação da linha de praia poderia afetar a corrente de água geral pela costa. Em particular, foi salientado, como a configuração senoidal ("S") tem o potencial para gerar uma célula de recirculação marítima (fraca) entre dois quebra-mares adjacentes, que hipoteticamente, deve impedir a perda de sedimentos da costa (Figura 29).

Os estudos mostraram que ocorrem fortes variações sazonais na direção das ondas que chegam ao litoral de Caucaia. No verão as ondas são dominadas pelas ondulações de Nordeste, que se originam no Hemisfério Norte. Durante o inverno são dominantes as vagas, de geração local, vindas de direções Leste. Essas variações nas condições de ondas causam alterações na

posição da linha de costa, que foram consideradas no arranjo do esquema de proteção da linha de costa, o qual consiste na implantação de estruturas tais como espigões ou promontórios. Logo, comprimento e o espaçamento longitudinal dessas estruturas foram escolhidos de modo que as variações naturais na posição da linha de costa possam ser absorvidas, sem causar danos às residências ou outras infraestruturas costeiras.

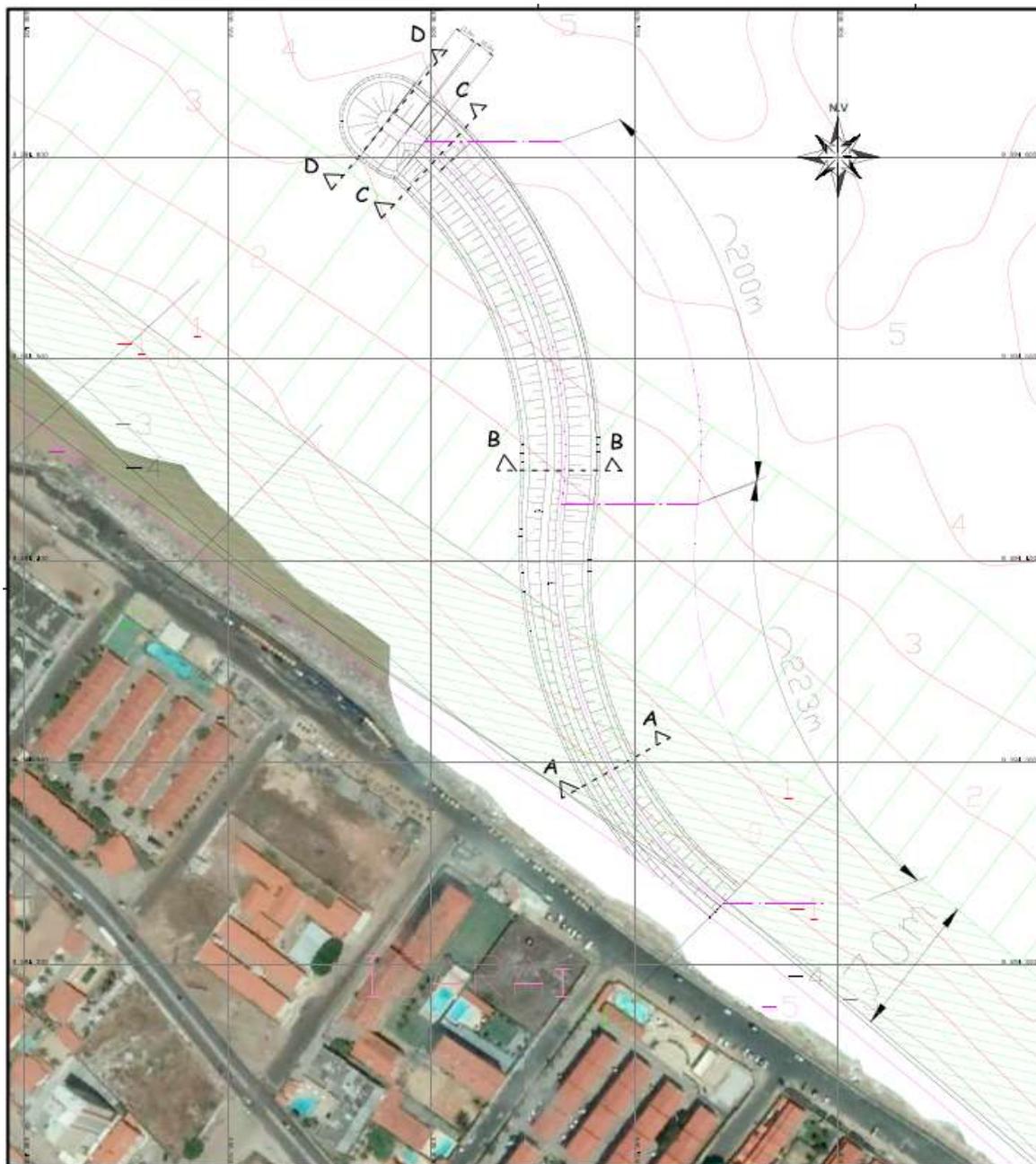


Figura 29: Configuração senoidal ("S") dos espigões a serem implantados.



Na avaliação da estabilidade da linha de costa dois tópicos foram levados em consideração, a Estabilidade do perfil e a Estabilidade no plano. Visto que durante as ressacas ocorre uma forte erosão da linha de costa num curto período de tempo e que durante períodos de calmaria a areia é gradualmente transportada de volta à praia, as variações da linha de costa devido aos mecanismos de transporte transversal de sedimento foram consideradas no arranjo do esquema de proteção da linha de costa, sendo a estabilidade no plano e em perfil amplamente avaliada.

Os resultados obtidos nas análises da estabilidade no plano e em perfil, indicaram que um esquema adequado de proteção da linha de costa pode ser criado, consistindo de estruturas de proteção costeira, combinadas com engordamento artificial da faixa de praia. Sendo previsto que nenhuma areia será removida da célula de sedimento formada, contudo, o monitoramento do recuo temporário da linha de costa será indispensável à manutenção do patrimônio público e privado.

No caso do litoral de Caucaia assumiu-se que os processos da linha de costa atuam em diferentes escalas de tempo e não interagem diretamente entre si, podendo ser analisados separadamente. Podem causar erosão da linha de costa em escalas de tempo variando de tempestades isoladas até décadas e cada processo morfodinâmico contribui para o recuo total da linha de costa, logo, considerando a inexistência do Projeto, tal erosão da praia continuaria a ocorrer de forma perene e com destruição permanente da costa do município.

Quanto a localização do projeto, seu objetivo é contemplar os seguintes aspectos socioambientais:

- A área protegida pelos espigões corresponde ao local de maior ação do mar sobre a faixa litorânea do município de Caucaia, onde existe considerável ocupação antrópica, especialmente na praia do Icaraí, na qual existe risco direto de desmoronamento de edificações, que poderá causar perda de vidas humanas e prejuízos materiais de enorme magnitude;
- Nas praias do Pacheco e da Tabuba, embora a ocupação antrópica seja menor que no Icaraí, também existe o risco de desmoronamento de edificações, perda de vidas humanas e prejuízos materiais, o que junto causa maior degradação ambiental, especialmente nas regiões de ocorrência de falésias e na faixa de praia com rochas, com perda do potencial turístico e consequente impacto na geração de emprego e renda da população local.



3.3 - Justificativa e Alternativas

As praias do litoral brasileiro, associadas com outros ecossistemas, formam cenários de grande beleza natural que representam uma forte atração para atividades econômicas (SILVA, 1996; SILVA et al., 2003). Atualmente o litoral é objeto de pressões urbana e turística, sendo que o fluxo de pessoas intensificou uma ocupação desordenada das áreas costeiras, pela implantação de infraestruturas viárias, comerciais e de lazer, frequentemente avançando em direção ao mar.

Essas atividades aceleram a expansão urbana irregular e todos os problemas sociais e ambientais dela decorrentes, como o lançamento de esgotos domésticos, e efluentes industriais, a exclusão das comunidades tradicionais, e a ocupação de áreas públicas e de ecossistemas naturalmente frágeis.

O desenvolvimento e a urbanização das áreas costeiras sem um adequado planejamento podem ocasionar um aumento no risco para a comunidade e as propriedades locais, decorrentes, principalmente, de processos naturais como a erosão costeira (WHITE, 1978).

A percepção de que o litoral é um ambiente sujeito a mudanças se estabelece à medida que aumenta a ocupação da orla marítima, de modo que efeitos erosivos ignorados antes da ocupação por não causarem prejuízos passam a ser vistos como grande fator de risco, implicando em questões econômicas e sociais (ALBINO, et al. 2006).

Para a gestão ambiental da orla é de grande importância a determinação de sua sensibilidade à erosão, o que permite uma indicação do quanto esse ambiente é susceptível à perda da sua faixa arenosa. A erosão costeira constitui um problema ambiental e social em áreas urbanas quando ameaça as construções que impedem o livre recuo da linha de costa, passando a representar assim um risco à infraestrutura costeira e reduzindo a capacidade recreacional da praia (BIRD, 1985; PILKEY, 1991).

Medidas que visam a preservar e recuperar os ambientes de praia e dunas reduzem os danos causados pelos processos erosivos, ao passo que a sua vegetação desempenha a função de fixar a areia, evitando seu transporte.

De acordo com Souza (2009), um dos grandes desafios da Gestão Costeira é como lidar com a questão da erosão costeira, que inclui a erosão das praias e demais ambientes naturais e antrópicos existentes na linha de costa, e é um dos principais problemas da ZC no Brasil e em todo o mundo.



As políticas de planejamento e ordenamento territorial pouco têm incorporado os conhecimentos técnico científicos disponíveis sobre as praias e a erosão costeira. Disso resulta, muitas vezes, no desperdício de recursos públicos e privados com obras de engenharia costeira que acabam não cumprindo seu papel, acelerando a erosão ou transferindo-a para outros pontos da costa, e aumentando o risco e a vulnerabilidade de pessoas e bens ao processo.

Souza (2009) enfatiza que uma das lacunas que devem ser preenchidas na GIZC brasileira é a criação de normativas para as praias no que tange à prevenção e à mitigação da erosão costeira.

Isto nos remete diretamente às intervenções na linha de costa, muitas delas realizadas sob a égide de “soluções” de mitigação e obras de “proteção” costeira, mas que acabam potencializando os efeitos e impactos sistêmicos que se estendem por áreas maiores que seus objetos de proteção, ou prolongam e magnificam os danos da erosão costeira (Farinaccio, 2008; Souza, 2009).

Na verdade, essas soluções deveriam convergir para formar um leque de alternativas que englobassem não somente obras de proteção costeira, mas também medidas de reordenamento da orla e planejamento em médio e longo prazos. Neste sentido, uma importante lacuna é a inexistência de normativas e manuais técnicos que elenquem, em conjunto, a dissertação dos processos que envolvem a construção de obras costeiras, entre eles: licenciamento, fiscalização, construção de diretrizes para a consecução das intervenções e monitoramento dessas obras e seus respectivos impactos.

No presente contexto como um dos principais problemas ambientais e sociais do litoral brasileiro, a erosão costeira é responsável por danos em diversos setores desta porção do território. Desta forma, os impactos negativos nessas atividades vão desde a perda do valor imobiliário das edificações, comprometimento do potencial turístico, gastos para recuperação dos locais impactados, até impactos como a redução da largura de praias e desequilíbrio de habitats naturais como manguezais, dunas e restingas (Farinaccio, 2008; Souza, 2009).

Nesse sentido, os impactos da erosão costeira sobre a linha de costa podem ser tanto físicos como ecossistêmicos e sociais, sendo que em linhas de costa densamente ocupadas esses danos são potencializados (Farinaccio, 2008).

Nos impactos físicos, construções de estruturas na faixa de praia alteram os estoques de areia disponíveis, o que induz a alterações na estrutura da praia. Onde se retira areia, que outrora



amortizava a força das ondas, para substituí-la por construções rígidas, surgem condições potenciais para se instalar a erosão.

Segundo Nordstrom (2010) as areias disponíveis em uma praia variam ao longo do ano, de acordo com as alternâncias entre tempo bom (quando geralmente ocorre o engordamento da praia) e tempestade (quando geralmente ocorre a erosão). Entre esses períodos, a vegetação retém a areia em períodos de acreção da praia e disponibiliza a areia em períodos erosivos, criando um sistema em equilíbrio (Nordstrom, 2010).

Por todos esses impactos, a recorrência e relevância econômica e social do fenômeno na Zona Costeira brasileira fez com que a erosão costeira fosse elencada no rol de Desastres Naturais (CENAD, 2012) reconhecidos pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). O que demonstra também a preocupação da sociedade e do poder público para a busca de soluções e medidas para enfrentar/combater a erosão costeira.

A importância das obras de defesa costeira para proteger os serviços ambientais destas áreas, promovendo benefícios econômico, social e cultural para as comunidades. Porém, Fisner (2008) alerta para a necessidade de, não só avaliar e monitor continuamente as intervenções realizadas em áreas costeiras, como também, realizar estudos sobre a percepção do usuário com relação aos impactos originados a partir dessas obras. O conhecimento de como o usuário percebe e reage a estas intervenções pode auxiliar na elaboração de ações que venham a adequar, manter, ou mesmo aprimorar a eficiência destas intervenções. O estudo da percepção ambiental é de fundamental importância para a compreensão das inter-relações entre o homem e o meio, valores e expectativas da sociedade na busca por qualidade da paisagem e do meio ambiente.

Soluções e medidas que podem ser tomadas não só por particulares atingidos por esse desastre natural, mas também pelas três escalas de poder: municipal, estadual e federal, devem convergir para formar um leque de alternativas que englobam desde obras costeiras, a reordenamento das ocupações e construções litorâneas, alternativas que por si só também têm seus impactos, seja no âmbito econômico e social, seja no âmbito ambiental.

Gilbert e Vellinga (1990) apresentaram cinco alternativas para mitigar danos costeiros frente às mudanças do clima (eventos de grandes tempestades, aumento do nível do mar): adaptação, retração, proteção com estruturas fixas, proteção com alimentação praial e a alternativa de fazer nada (Figura 30).

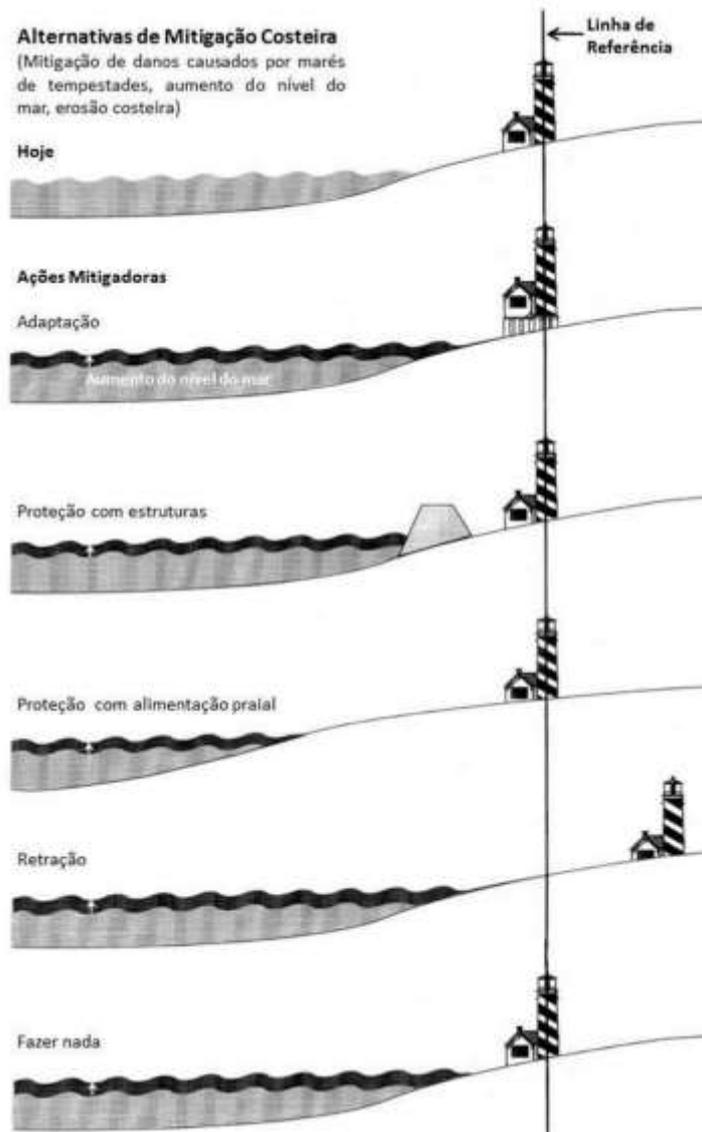


Figura 30: Alternativas de mitigação costeira.
Fonte: Adaptado de USACE (2002b, adaptado de Gilbert e Vellinga, 1990)

A adaptação costeira pode se dar através, por exemplo, da elevação de estruturas, de restrições de zoneamento, de avisos de tempestade e, se for o caso, do planejamento para situações emergenciais (ex.: remoções de pessoas em casos de inundação). A retração é a mudança permanente e/ou o abandono da infraestrutura costeira para acomodação em um novo local, a qual pode ser feita de maneira preventiva. Ambas são ações consideradas não estruturais de prevenção à erosão costeira.

A alternativa de proteção utilizando estruturas fixas (obras de reflexão ou retenção de sedimentos) como muros de proteção, quebra-mares, espigões e molhes faz com que haja um maior

controle sobre o transporte sedimentar costeiro, visando à diminuição da taxa de erosão local por retenção de sedimentos. Já a proteção e/ou recuperação através da alimentação praial é caracterizada como a adição de sedimentos sob o perfil de praia submerso e subaéreo e/ou nas dunas para reconstrução destes, além de ser utilizado para manter o balanço de sedimentos na região. Estas duas alternativas são consideradas como ações estruturais de proteção da costa e, se associadas, podem potencializar a solução para o problema de erosão costeira.

Por fim, a opção de fazer nada permite que a erosão continue e os danos causados apenas sejam contabilizados. Esta ação é apenas indicada quando as ações estruturais e não estruturais forem consideradas inviáveis ou não forem viáveis economicamente (USACE, 2002).

Contudo, o paradigma é que um sistema que se aproxima do estado original de uma praia, antes da degradação induzida por impactos humanos, deve também incorporar, pelos projetos de engenharia, funções morfológicas e ecológicas que se baseiam nos princípios da forma e função que imitam a natureza (Nordstrom, 2000; Waterman, 2010), ou seja, deve criar ou restaurar a zonation morfológica e biológica previamente existente. Neste sentido, Klein et al. (2005), modificado de Nordstrom (2000), apresentam um modelo conceitual simplificado de ações preventivas e mitigadoras que refletem na recuperação do sistema praial ao longo do tempo (Figura 31). Os autores contam como historicamente se dá a implementação de ações de mitigação, sendo a recuperação a intervenção mais avançada dessas ações e a prevenção uma ação ainda recente.



Figura 31: Modelo conceitual de estratégias preventivas e mitigadoras de acordo com o paradigma proposto por Klein et al. (2005), modificado de Nordstrom (2000).

Fonte: Adaptado de Klein et al. (2005)



Neste modelo conceitual (ver Figura 31) são apresentadas medidas mitigadoras divididas em duas principais categorias: (1) Proteção costeira utilizando estruturas fixas ou material sedimentar para defesa de benfeitorias contra o ataque direto de ondas; (2) Recuperação do sistema praial o mais próximo de suas características originais, com a zonação morfológica e biológica reestabelecidas. Muitas vezes ações mitigadoras são necessárias em praias impactadas pelo desenvolvimento urbano, especialmente em locais onde este desenvolvimento não é supervisionado ou é ilegal (KLEIN et al., 2009). E dentre as opções disponíveis, o aumento da largura da praia através de repetitivos episódios de alimentação praial é a estratégia apresentada que fornece maior benefício para a estabilização da linha de costa.

No Brasil, muitas ações corretivas, ao longo do litoral, tendem a focar exclusivamente na estratégia mitigadora que proporciona apenas proteção imediata (Klein et al., 2009; MMA, 2006). Uma abordagem mais eficaz seria aplicar uma recuperação baseada na ciência, à qual é mais duradoura e econômica, em vez de recorrer a soluções políticas que irão falhar devido à falta de percepção e apreciação de esforços anteriores bem-sucedidos em outros lugares (Klein et al., 2005). Outro fator importante, é que praias em processo erosivo natural ou devido à ação antrópica, mesmo após uma intervenção, irão continuar em processo erosivo (balanço sedimentar negativo), pois não há como controlar a ação de tempestades ou elevação do nível do mar. Ou seja, sempre estará sendo feito um projeto que visará mitigar o processo erosivo, por isso o método “Construindo com a Natureza” (Building with Nature) (Waterman, 2010) é o considerado mais efetivo. Neste modelo, compreende-se que os processos erosivos são contínuos e não ocorrem de uma hora para outra, e que é possível fazer um planejamento estabelecendo uma linha da qual a praia não deve mais recuar (largura mínima). Quando chegar nesta posição, obrigatoriamente deve-se fazer um novo projeto de proteção ou de recuperação costeira.

Já as medidas com áreas de retração e adaptação descritas anteriormente são aqui consideradas medidas preventivas, ou seja, devem ser implementadas antes que seja necessária a realização de uma medida de mitigação.

Ações denominada de estruturais são medidas físicas (ex.: obras de defesa na costa) contra a erosão costeira que têm o papel de agir na ação das ondas e no transporte de sedimentos favorecendo a estabilização ou a progradação da linha de costa através da reflexão das ondas e retenção e/ou adição de sedimentos (Alfredini, 2005; Klein et al., 2005).



As obras de proteção e recuperação costeira são utilizadas para proteger ou recuperar os sistemas naturais (falésias, dunas, mangues e praias; gerando zonação morfológica e biótica) ou para proteger elementos humanos (construções, infraestrutura etc.) do litoral (USACE, 2002). O tamanho, a forma, a orientação, o tipo de material utilizado, a idade e o estado de reparo dessas obras tendem, porém, a afetar a capacidade dos processos naturais, paisagens e habitats de evoluírem (Nordstrom, 2014).

Modelos tradicionais de classificação de obras costeiras tipicamente consideram apenas o tipo ou o peso (densidade) do material com uma referência mínima do desempenho estrutural (Klein et al., 2009). Entretanto, é oportuno assumir que as estruturas costeiras foram originalmente desenhadas com base em observações empíricas de feições naturais em ambientes costeiros e que os projetos de engenharia tentam imitar a natureza (ex.: quebra-mares atuando como ilhas) (Klein et al., 2005). Assim, com base em similaridades ambientais e no desempenho das estruturas, Klein et al. (2005) propuseram uma classificação funcional que organiza as estruturas costeiras em termos de: (1) Reflexão e/ou dissipação de energia das ondas; (2) Armadilha de sedimentos; e (3) Adição de sedimentos (Tabela 1).

Processo/ Tipo estrutural	Função	Similaridade ambiental	Efeito no balanço sedimentar
1. Reflexão e/ou dissipação de ondas 1.1 Muro vertical 1.2 Enrocamento 1.3 Quebra-mar	Proteção de estradas, casas, passarelas etc., contra a ação das ondas, refletindo ou dissipando a energia das ondas.	Costões rochosos, afloramentos rochosos, ilhas.	Negativo como resultado da turbulência da onda e interação e reflexão da onda na base da estrutura. Escavamento da base das estruturas. Rebaixamento do perfil praial.
2. Armadilha de sedimentos 2.1 Espigão 2.2 Quebra-mar 2.3 Rebaixamento do lençol freático 2.4 Cercas ou plantio de vegetação	Reter sedimentos que estão disponíveis para o transporte longitudinal ou transversal na porção submersa e subaérea da praia.	Promontórios, ilhas, vegetação, deposição de sedimentos na face praial.	Positivo a barlar da estrutura, mas pode ser negativo a sotamar da estrutura.
3. Adição de sedimentos 3.1 Alimentação praial 3.2 Transposição sedimentar 3.2.1 Bypassing 3.2.2 Backpassing 3.2.3 Overpassing	Adicionar ou manter sedimentos dentro da célula costeira.	Transporte de sedimentos longitudinal e transversal à praia.	Mantém em balanço a erosão na célula costeira, negativo na área da jazida e positivo a sotamar.

Tabela 1: Classificação das estruturas costeiras em termos de função.
 Fonte: Klein et al. (2005)



Da perspectiva de paisagem, projetos de alimentação praial são as melhores soluções para mitigar o problema da erosão, criar espaço recreacional (Finkl; Walker; 2005) e recriar zonação morfológica e biológica (Nordstrom, 2008), além de ser a técnica menos intrusiva dentre as opções de obras de engenharia costeira (Dean; Dalrymple, 2004).

Por ser a única alternativa que introduz areia ao sistema, ou seja, incidindo diretamente no déficit sedimentar, esta é a solução mais eficaz, benigna e aceitável para a mitigação da erosão praial, pois restaura a faixa de areia sem trazer impactos diretos para as áreas adjacentes (Dean; Dalrymple, 2004).

A alimentação praial, também conceituada de “Construindo com a Natureza” (Building with nature) amplamente introduzido na literatura pela escola Holandesa de engenharia costeira (Waterman, 2010).

A alimentação praial consiste na adição de material arenoso ao longo da costa para estabelecer e, subsequentemente, manter uma largura da praia desejada, utilizando material adequado obtido de áreas de empréstimo (jazidas), com o objetivo de resolver um déficit contínuo de sedimentos manifestado pela retração da linha de costa (Dean, 2002). Esta adição de sedimentos é primeiramente utilizada para proteção costeira, por exemplo, para proteger estradas e casas contra a inundação costeira e a ação das ondas, mas também tem função recreativa e estética (USACE, 2003) ou de recuperação da zona morfológica e biótica da praia (Nordstrom, 2008), ou seja, reconstrução do perfil previamente existente. Funciona como um tampão à ação de ondas de tempestades e contra a inundação.

De forma técnica, deve ser planejado o perfil praial almejado com a alimentação artificial e a frequência da manutenção deste; o ciclo de vida útil da obra; as taxas de erosão pré e pós-projeto; o perfil de equilíbrio pós-projeto; o volume e largura da praia pós-projeto; a compatibilidade do tamanho de grão; o possível reestabelecimento das dunas quando da existência prévia; a determinação de possíveis jazidas para usos repetitivos; o local da obra; e os impactos nas áreas adjacentes do projeto (Delft Hydraulics, 1987). Segundo Dean (2002), são três os fatores primordiais que definem o desempenho geral de uma obra de alimentação praial: o histórico da variação da linha de costa, o conhecimento sobre as características do sedimento nativo e da possível jazida e o clima de ondas do local.



3.4 - Áreas de Influências

No Estudo de Impacto Ambiental - EIA, a definição das áreas de Influência direta e indireta tem como objetivo a determinação dos possíveis impactos ambientais nessas áreas, que podem ser benéficos ou adversos, decorrentes das obras de recuperação do litoral de Caucaia. A mesma definição é requerida pela legislação ambiental pertinente, que orienta este Estudo Ambiental.

A Prefeitura Municipal de Caucaia, através da Secretaria Municipal de Infraestrutura - SEINFRA, vem investindo no desenvolvimento do município e dos bairros, a fim de possibilitar um crescimento planejado para os mesmos, garantindo uma melhoria contínua na qualidade de vida de seus habitantes, com isso, estão beneficiando essa população com uma obra de recuperação do litoral de Caucaia, entre as Praias do Pacheco e da Tabuba.

É necessário que as obras pretendidas, com o aterro hidráulico e as estruturas de espigões, acompanhem as evoluções tecnológicas, de materiais construtivos, de conceito e de estruturas organizacionais do trabalho, bem como os movimentos dentro da malha urbana da área de influência direta, para que possam atender da melhor forma seus usuários.

Para o Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, foi definida a área que engloba o empreendimento como Área Diretamente Afetada – ADA, que é formada pela orla marítima dos bairros da Praia do Pacheco, Icaraí e Praia da Tabuba e as vias de acessos direto aos locais das obras e canteiros, como a Avenida Central e outros acessos (ruas existentes e trilhas a serem pavimentadas) que serão necessários à sua execução. Também se considera ADA a jazida na plataforma continental que será utilizada para o aterro hidráulico das praias e a faixa contígua a linha de costa até 500m adentro no mar (envolvendo os 11 espigões) que representam áreas aonde serão desenvolvidos os serviços de construção dos aterros e dos espigões.

Quanto aos bairros, o bairro da Praia do Pacheco possui 55 ruas e vias, fazendo limites com os bairros de Iparana a Leste e do Icaraí a Oeste. O limite Leste se origina no encontro da Avenida Ulisses Magalhães, seguindo na direção norte até encontrar com o mar. O limite Sul, segue da Avenida Ulisses Magalhães, sentido Oeste, até a Avenida Central (CE - 090), seguindo por esta até a Rua Davi Couto e pela mesma, seguindo em direção norte até o litoral, sendo o limite Oeste, limitando com o bairro do Icaraí. Seguindo em sentido leste pelo litoral (limite Norte), criando o polígono que determina o Bairro do Pacheco.

O bairro do Icaraí possui 186 ruas e vias, fazendo limites com os bairros do Pacheco à Leste e da Praia da Tabuba à Oeste. O limite Leste se origina no encontro da Rua Davi Couto com o mar, seguindo na direção norte, onde se passa a chamar de Rua Juraci Sampaio Pontes (CE-117) até o encontro com a Rua Felizardo Frederico. O limite Sul, inicia na Rua Felizardo Frederico até encontrar a Rua Santa Tereza Cristina, seguindo por esta até seu encontro com a Rua Tabelião



Petrônio Paula Sales até o seu encontro com a Rua Ana Amélia Bezerra de Meneses, seguindo até o encontro com a Rua Francisco Domingos, seguindo por esta até a estrada da Barra Nova. O limite Oeste inicia na Rua São Francisco seguindo em sentido norte até a Rua Ana Amélia Bezerra de Meneses, até seu encontro com a Lagoa do Poço e seguindo pelo Riacho do Juá até o litoral, limitando-se com o bairro da Praia da Tabuba. Seguindo em sentido leste pelo litoral (limite Norte), criando o polígono que determina o Bairro do Icaraí.

O bairro da Tabuba possui 71 ruas e vias, fazendo limites com os bairros do Icaraí a Leste e do Cumbuco à Oeste. O limite Leste se origina no litoral seguindo pelo Riacho do Juá até seu encontro com a Lagoa do Poço. O limite Sul começa na Lagoa do Poço seguindo até a Lagoa Tabuba Kite Lagoon, seguindo em sentido Oeste até a Rua do Garrote e desta até a Rua Alto do Garrote, seguindo até a Rua Nossa Senhora do Perpétuo Socorro e desta até a Rua São João Del Rei. O limite Oeste, inicia na Rua São João Del Rei, em sentido norte até alcançar o litoral, limitando com o bairro do Cumbuco. Seguindo em sentido leste pelo litoral (limite Norte), criando o polígono que determina o Bairro da Tabuba.

A Área de Influência Direta - AID, está representada pelo polígono que: começa no final do bairro Cumbuco pela Avenida Oeste 4ª Etapa, sendo este o limite Oeste; seguindo em direção ao Norte numa faixa contígua à linha de costa até 500m adentro no mar (limite Norte); seguindo sentido Leste até o SESC de Iparana, na Avenida José de Alencar (limite Leste) e tendo como referência do seu limite Sul a Rodovia CE – 090, que representa a estrada de acesso aos bairros Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco.

A Área de Influência Indireta – AII dos meios Físico e Biológico ser a área formada pelos limites do município de Caucaia a Leste e a Oeste, pela rodovia CE – 085 em seu limite Sul e pelos 500m marítimos no seu limite Norte.

Quanto as áreas de influência do Meio Socioeconômico, sua Área de Influência Indireta – AII corresponde a totalidade do município de Caucaia, enquanto sua Área de Influência Direta – AID corresponde ao mesmo território abrangido pela AII dos meios Físico e Biológico. Quanto Área Diretamente Afetada – ADA pelas obras do Meio Socioeconômico, vai corresponder a AID dos meios Físico e Biológico, que abrange todos bairros da orla, numa faixa que vai desde a CE-090 até uma linha longitudinal a costa situada 500m adentro do mar.

Esse critério foi adotado, pois se considerou o projeto como instrumento de operacionalização dos usuários, que promove a integração dessa área do Projeto com os bairros acima citados e principalmente com as cidades de Caucaia e Fortaleza, que utilizam este espaço urbano para o lazer.

A seguir se apresenta os mapas com a definição cartográfica das Áreas de Influências do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.

MAPA DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA - MEIOS FÍSICO E BIÓTICO



Figura 32: Mapa com as áreas de Influência do Meio Físico e Biótico.

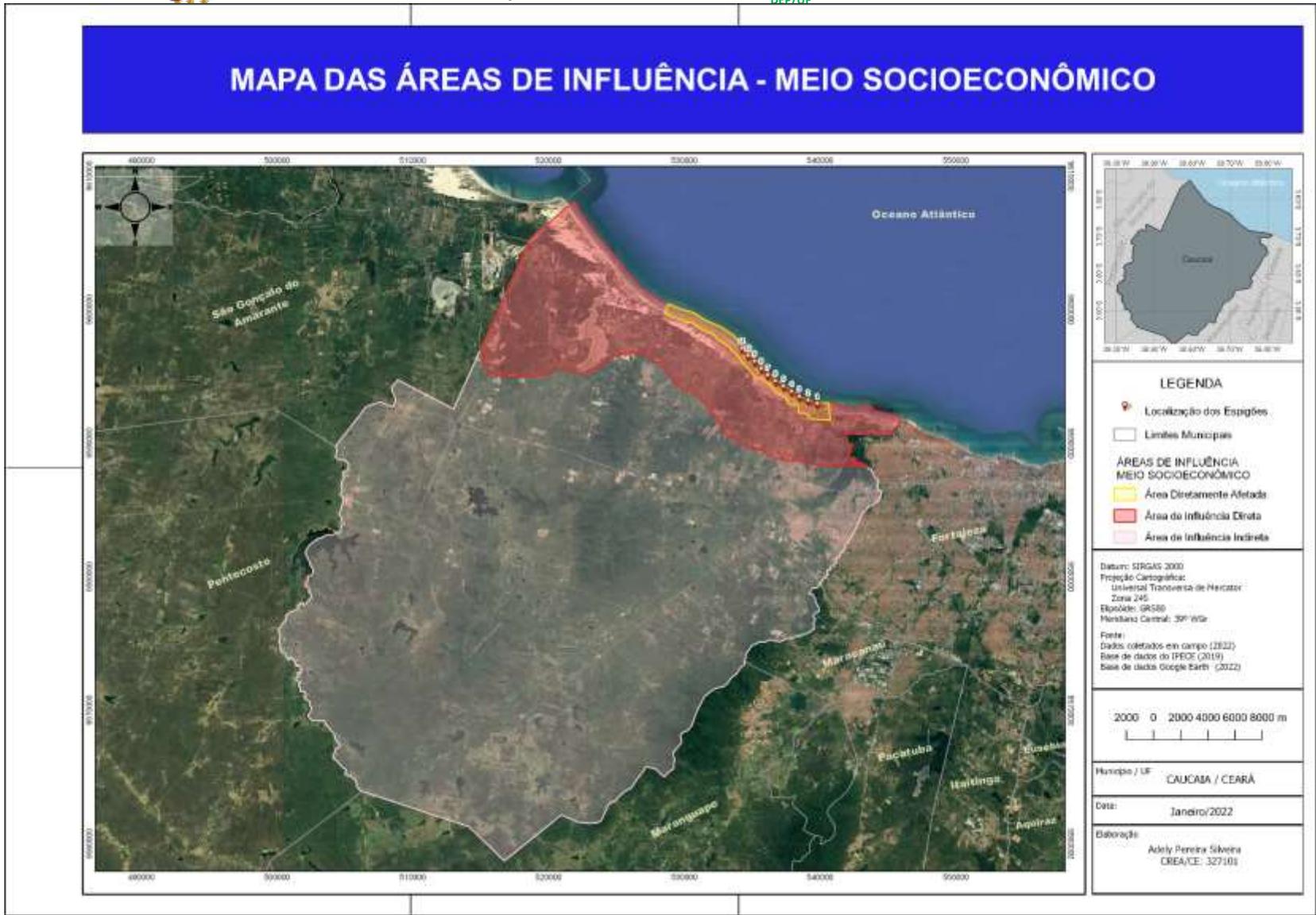


Figura 33: Mapa com as áreas de Influência do Meio Socioeconômico.



3.5 - Descrição do Projeto

Na avaliação da estabilidade da linha de costa dois tópicos foram levados em consideração, a Estabilidade do perfil e a Estabilidade no plano.

Esses tópicos podem causar erosão da linha de costa em escalas de tempo variando de tempestades isoladas até décadas. Cada processo morfodinâmico contribui para o recuo total da linha de costa, considerado como passível de ocorrer durante a sua vida.

No caso do litoral de Caucaia – CE assumiu-se que os processos da linha de costa que atuam em diferentes escalas de tempo não interagem diretamente entre si e, deste modo, podem ser analisados separadamente.

Na avaliação da estabilidade da linha de costa dois tópicos foram levados em consideração, a Estabilidade do perfil e a Estabilidade no plano. Visto que durante as ressacas ocorre uma forte erosão da linha de costa num curto período de tempo e que durante períodos de calmaria a areia é gradualmente transportada de volta à praia, as variações da linha de costa devido aos mecanismos de transporte transversal de sedimento foram consideradas no arranjo do esquema de proteção da linha de costa, sendo a estabilidade no plano e em perfil amplamente avaliada.

Os resultados obtidos nas análises da estabilidade no plano e em perfil, indicaram que um esquema adequado de proteção da linha de costa pode ser criado, consistindo de estruturas de proteção costeira, combinadas com engordamento artificial da faixa de praia.

Dessa forma é previsto que nenhuma areia será removida da célula de sedimento formada, contudo, o monitoramento do recuo temporário da linha de costa é de grande importância para manutenção do patrimônio público e privado existente ao longo das praias da área de influência do Projeto.

No caso do litoral de Caucaia/CE assumiu-se que os processos da linha de costa que atuam em diferentes escalas de tempo não interagem diretamente entre si e, deste modo, podem ser analisados separadamente. Podem causar erosão da linha de costa em escalas de tempo variando de tempestades isoladas até décadas.

Cada processo morfodinâmico contribui para o recuo total da linha de costa, logo, considerando a inexistência do Projeto, tal erosão da praia continuaria a ocorrer de forma perene e com destruição permanente da costa.



Estabilidade do perfil

A estabilidade do perfil aborda a resposta morfológica do perfil transversal de praia a mudanças nas condições hidrodinâmicas (i.e. ondas e níveis de água). Durante períodos de ressaca a areia é removida da linha de costa e depositada mais ao largo. Durante períodos com clima mais ameno a areia é gradualmente transportada de volta à praia, pela ação das ondas.

A dinâmica do perfil transversal é importante para estimar o recuo máximo da linha de costa durante as tempestades. No estudo atual a dinâmica do perfil transversal ao longo da área do projeto foi analisada em escalas de tempo variando de tempestades isoladas a estações do ano. Também foi avaliado o efeito do aumento do nível do mar de longo prazo sobre a dinâmica da linha de costa.

A estabilidade do perfil foi analisada modelando-se matematicamente a resposta do perfil transversal de praia às variações temporais das ondas e dos níveis de água. As simulações foram realizadas usando-se um modelo simples e robusto. O modelo está baseado na hipótese de que a forma de equilíbrio do perfil é determinada principalmente pelas características do sedimento e pelo nível de água. A resposta do perfil a mudanças no nível de água é determinada pelas condições de ondas e a duração do evento de tempestade.

Estabilidade no plano

A estabilidade da praia no plano basicamente indica se as correntes litorâneas podem gerar ou não uma perda líquida de sedimento ao longo da faixa de litoral estudada. A morfologia costeira na área do projeto é fortemente afetada pelos grandes ângulos de incidência das ondas. Sob tais condições ocorrem instabilidades na linha de costa, que se refletem num padrão migratório de recuo e avanço da linha de costa, em escalas de tempo de anos a décadas (Uguccioni et al., 2006).

O grande banco de areia submerso, localizado a leste da área do projeto, em Mucuripe, no município de Fortaleza, vem sofrendo migração para Oeste, ver Figura 34. À medida que o banco de areia migra o sedimento fica acumulado na sua extremidade e não é, ou é apenas parcialmente, transportado para mais longe ao longo da costa. Esse processo cria déficit de sedimento ao longo da faixa litorânea adjacente (i.e. onde o projeto está localizado).

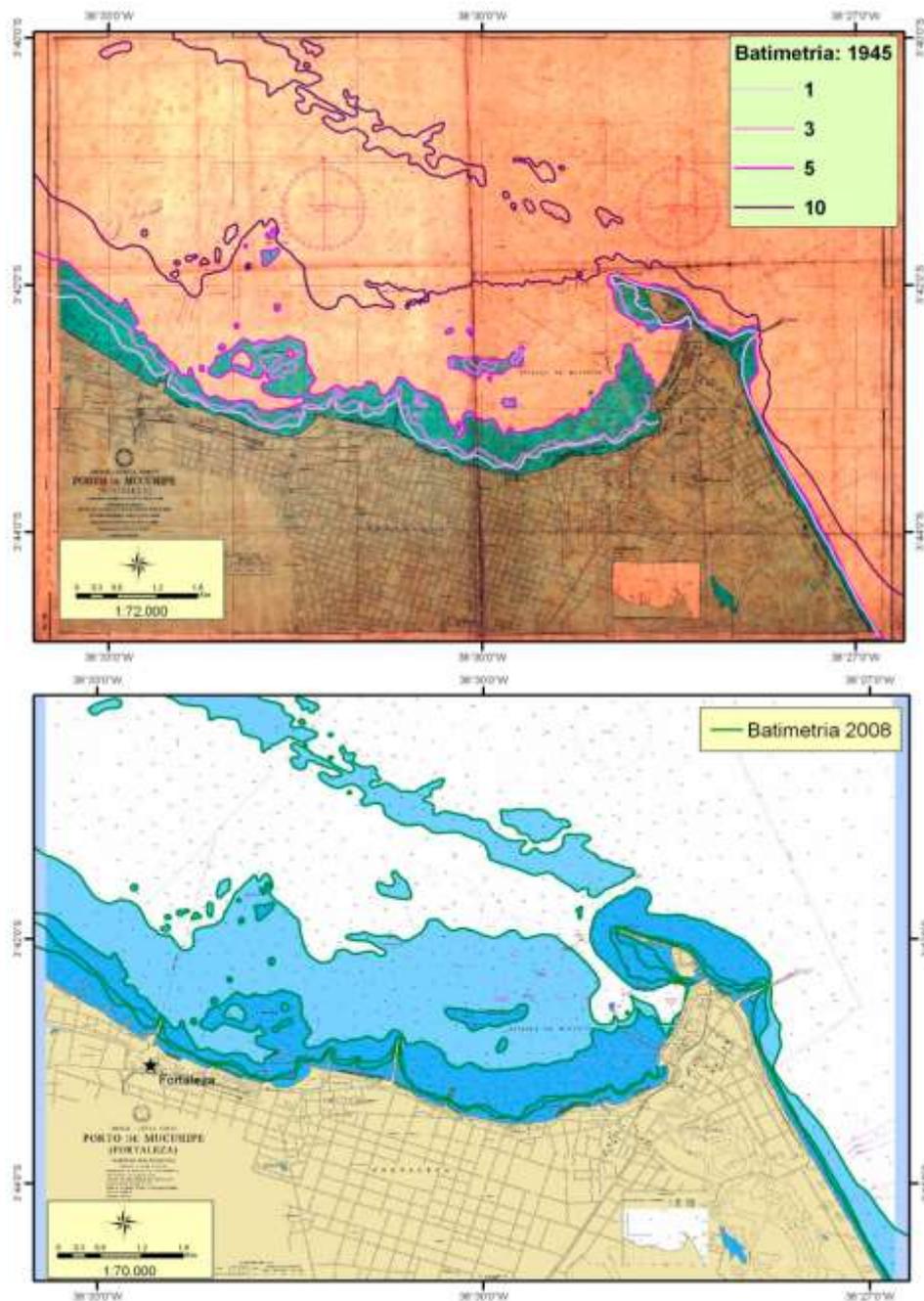


Figura 34: Evolução do banco arenoso a Oeste do Porto de Mucuripe

A presença do banco de areia irá alterar as condições de ondas em torno do banco de areia e na praia a oeste dele. É provável que essas alterações nas condições de ondas causem um gradiente local no transporte litorâneo de sedimentos que é, pelo menos parcialmente, responsável pelo recuo observado na linha de costa de Caucaia. As condições de ondas próximas ao banco de areia, as suas consequências sobre o transporte litorâneo e a evolução da linha de costa a oeste dele são aqui analisadas através de modelagem matemática.

3.5.1 - Condições das Ondas ao Largo

Os dados de ondas em águas profundas foram obtidos do modelo de onda global GROW, operado pelo Ocean Weather (OWI). Nesse modelo as condições de ondas são simuladas com base na variação dos campos de ventos e da pressão atmosférica.

As ondas oceânicas foram extraídas no ponto da grade do modelo localizado nas coordenadas geográficas Lat. 3.125°S e Log. 38.75°W (Figura 31). Eles cobriram o período de 1/janeiro/1970 a 31/dezembro/2008, com os parâmetros de onda sendo fornecidos a intervalos de três horas.



Figura 35: Posição na grade do modelo GROW do ponto em águas profundas (3.125°S, 38.75°W) e do local do projeto

Na Figura 36 está mostrada a rosa de ondas em águas profundas. A análise estatística mostra que as direções de ondas dominantes são NE e Este, correspondendo a ondulações e vagas, respectivamente. A análise também mostra que a maior parcela da energia de onda em águas profundas corresponde a ondas com alturas significativas entre 1.5 e 2.5m. Além disso, observa-se que só uma pequena parcela da energia total das ondas em águas profundas está representada por ondas maiores do que 2.5 m.

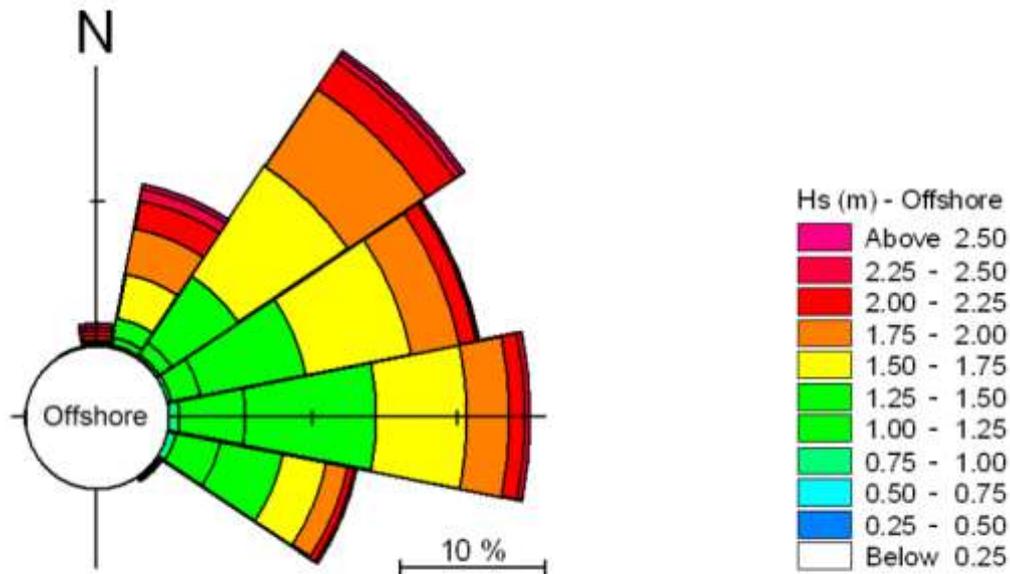


Figura 36: Rosa de ondas em águas profundas (Fonte: OWI)

3.5.2 - Variação temporal dos parâmetros das ondas oceânicas

De outros estudos realizados pelo INPH / DHI na costa brasileira sabe-se que ocorrem variações temporais nas condições de ondas em escalas de tempo que são importantes para o projeto atual. Para ilustrar tais variações no tempo foram calculados alguns parâmetros representativos de onda para cada ano ao longo do período de cobertura dos dados. A altura média de onda H_R , o período de onda T_R e a direção de onda α_R foram calculados como:

$$H_R = \sqrt{\overline{H_S^2}} \quad (3.1)$$

$$T_R = \frac{\overline{TH_S^2}}{\overline{H_S^2}} \quad (3.2)$$

$$\alpha_R = \frac{\overline{\alpha H_S^2}}{\overline{H_S^2}} \quad (3.3)$$

O período representativo de onda e a direção representativa de onda foram, deste modo, calculados como valores médios ponderados pela energia de onda. A variação temporal calculada para a altura representativa de onda, H_R , está mostrada na Figura 37.

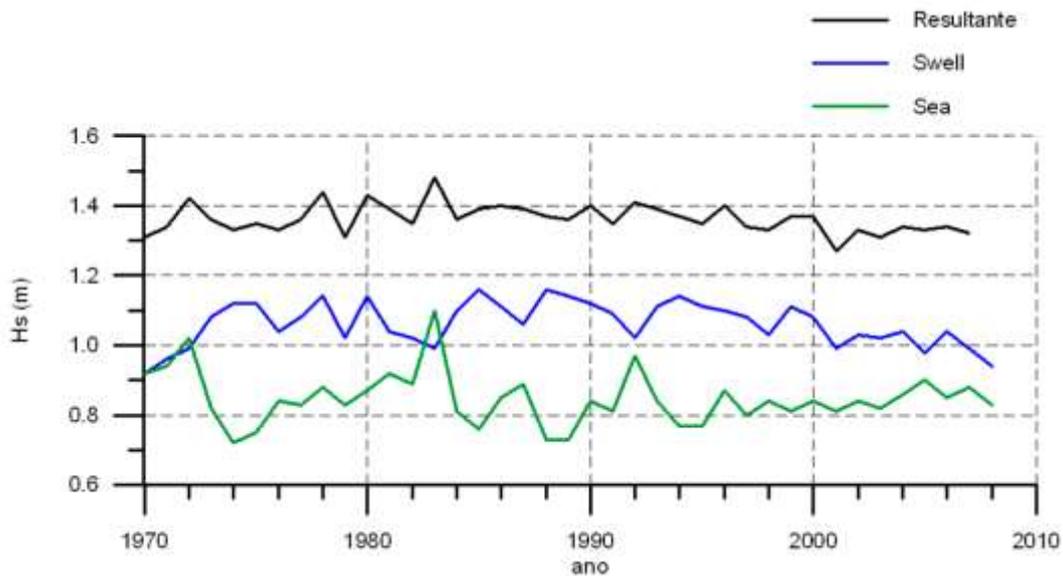


Figura 37: Média da altura significativa das ondas para o período 1970-2008.

O período de cobertura dos dados de ondas (38 anos) é muito curto para possibilitar qualquer conclusão firme sobre tendências de mudanças permanentes na altura significativa de onda, mas algumas flutuações em escalas de tempo de 5 a 7 anos podem ser claramente observadas. As flutuações observadas na altura significativa das ondas em águas profundas são da ordem de 0.3m.

O período médio representativo de onda, T_R , está mostrado na Figura 38. As variações temporais do período representativo de onda são pequenas, com amplitudes menores do que 0.5s, e não se espera um impacto significativo na área do projeto.

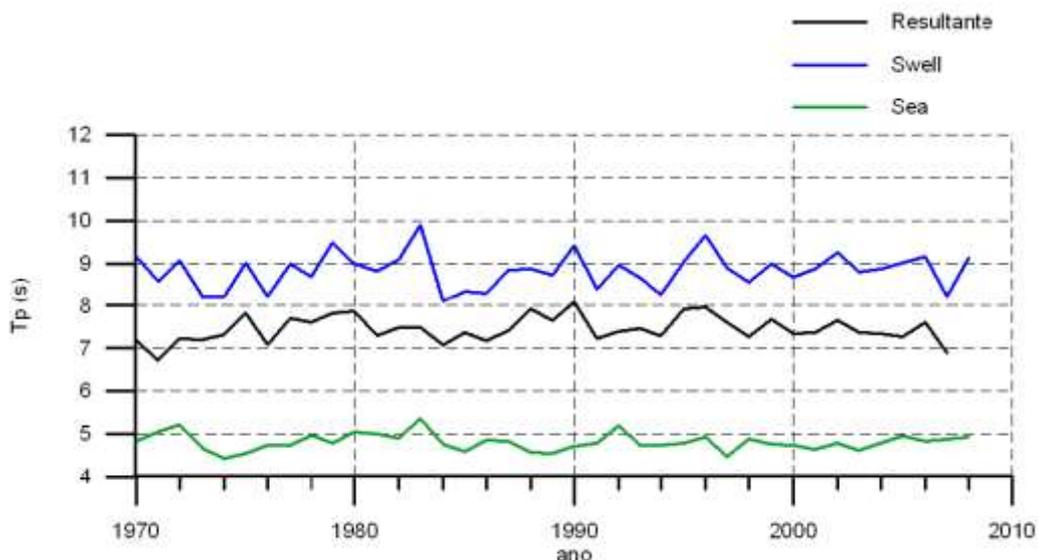


Figura 38: Média dos períodos médios de ondas para o período 1970-2008.

A variação temporal da direção representativa de onda, α_R , está mostrada na Figura 39. A análise indica flutuações significantes na direção da onda em águas profundas.

As flutuações têm amplitudes de ± 5 a 10 graus. Além das flutuações, a direção média da onda em águas profundas parece ter girado no sentido horário de aproximadamente 15 graus durante a última década.

Deve-se observar que essas direções de ondas correspondem a águas profundas. Perto da costa as flutuações podem ser diferentes, devido aos efeitos causados pelos mecanismos de transformação das ondas, tais como a refração.

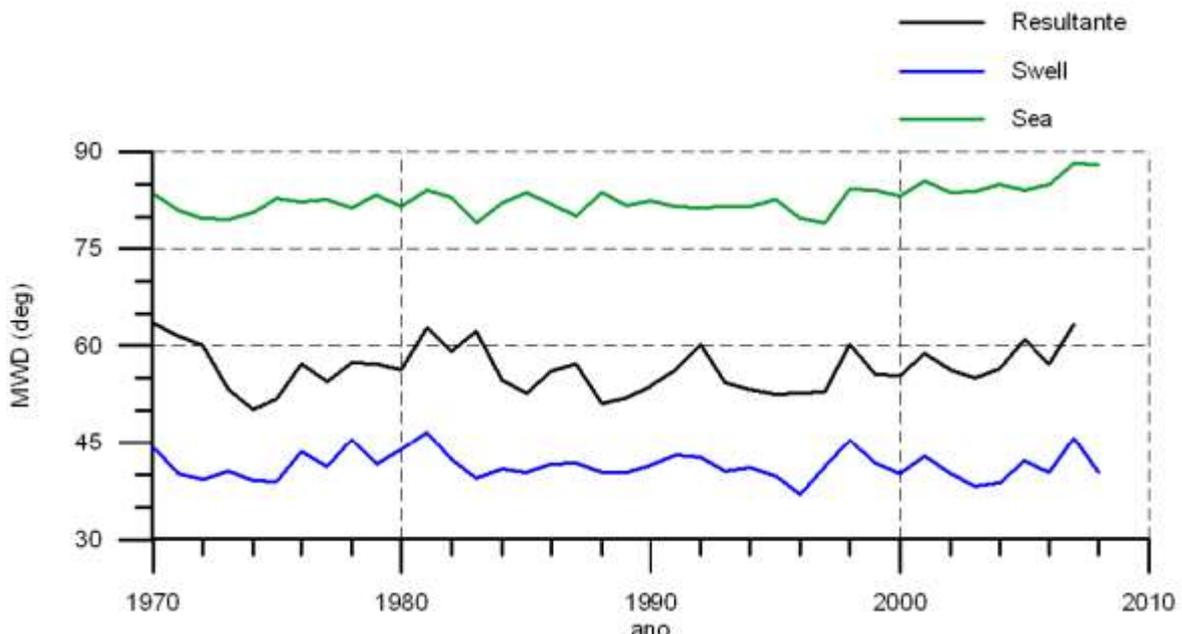


Figura 39: Média da direção anual das ondas para o período 1970 – 2008.

Com base em estudos anteriores, realizados na costa do Brasil, acredita-se que as mudanças observadas são, pelo menos parcialmente, devidas a variações periódicas nas condições de ondas. Tais variações aparecem em escalas de tempo de anos até décadas e estão relacionadas a fenômenos que causam variações nas condições climáticas, tais como El Niño e La Niña.

O efeito de mudança climática causado pelo efeito estufa não pode ser confirmado nem excluído com base nesta análise. O efeito da mudança gradual na direção de onda é importante, principalmente para a estabilidade no plano das praias localizadas na área do projeto.

Foram observadas flutuações semelhantes, em escalas de tempo menores.

3.5.3 - Variação Sazonal

As Figuras 40 a 41 mostram a média mensal de altura significativa de onda, período de pico e direção. As alturas médias das ondas variaram de aproximadamente 1.6m de dezembro a fevereiro, e até aproximadamente 1.2m de maio a setembro.

De modo semelhante, o período médio de onda variou de 8.5s a 6.5s. Variações sazonais muito nítidas podem ser observadas na direção das ondas em águas profundas. Nos meses de verão a direção média da onda é NNE. No inverno a direção média é Leste.

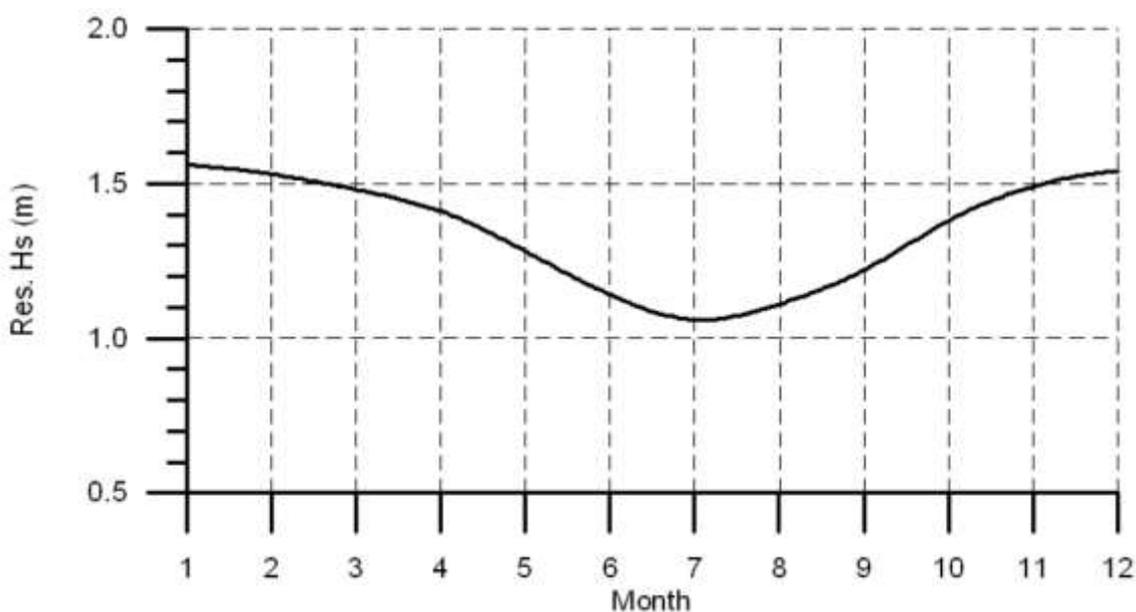


Figura 40: Variação mensal da altura significativa média de onda.

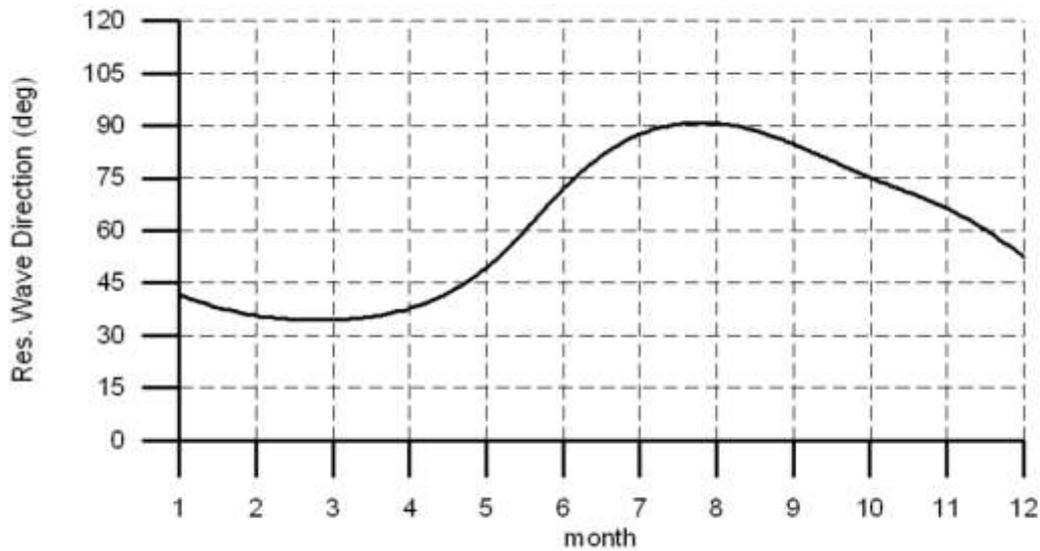


Figura 41: Variação mensal da direção média de onda.

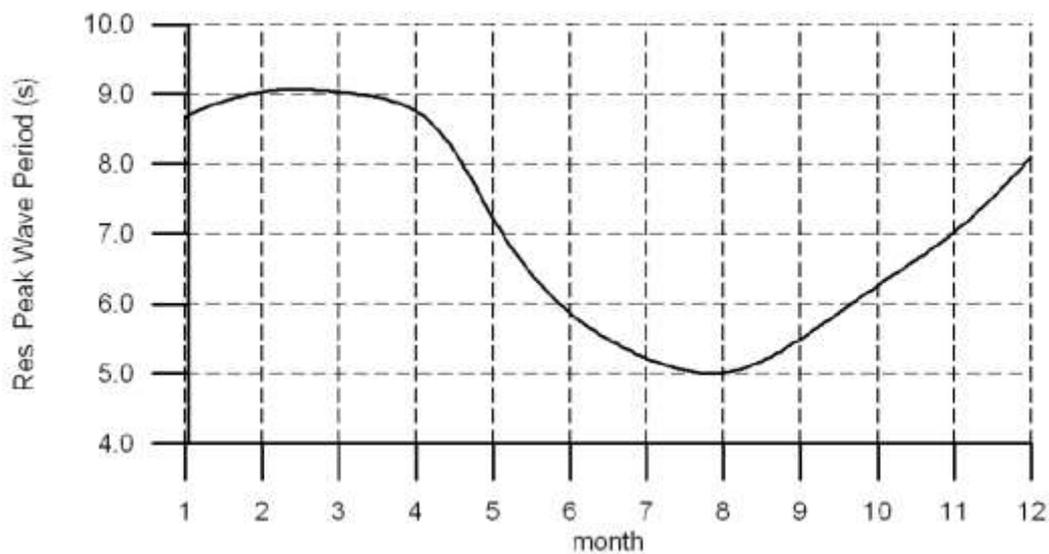


Figura 42: Variação mensal do período médio de pico de onda.

3.5.4 - Estudo de Transformação das Ondas

A validade dos dados de ondas do GROW está restrita a águas profundas. Para poder acessar as condições de ondas no litoral de Caucaia foi realizado um estudo de transformação das ondas, usando o modelo de onda espectral do DHI MIKE 21 SW, o qual é o estado da arte para a modelagem da propagação de ondas em oceanos e áreas costeiras. O objetivo do estudo foi o de obter o clima de ondas em vários locais perto da linha de costa.

O modelo de transformação das ondas do DHI inclui todos os mecanismos físicos que são importantes para a aplicação atual, tais como refração, empinamento, dissipação da energia devido à fricção no fundo e à arrebentação, e o crescimento pelo vento. Mais informações sobre os modelos do DHI podem ser obtidas no manual do programa (Ref /1 /) ou em www.dhigroup.com.

3.5.4.1 - Montagem do Modelo

A Figura 43 mostra a batimetria usada no modelo de transformação das ondas. O modelo cobriu uma área de aproximadamente 400 km x 350 km, tendo sido utilizadas cerca de 12,000 células computacionais. Os dados batimétricos foram obtidos das cartas náuticas e dos levantamentos batimétricos realizados na área do projeto (Relatório INPH 015/2009 - Levantamento Batimétrico, Perfis de Praia e Análise Granulométrica na Linha de Costa da Região de Caucaia visando a Elaboração de Projeto Costeiro de Recuperação das Praias de Icaraí, Iparana e Cumbuco).

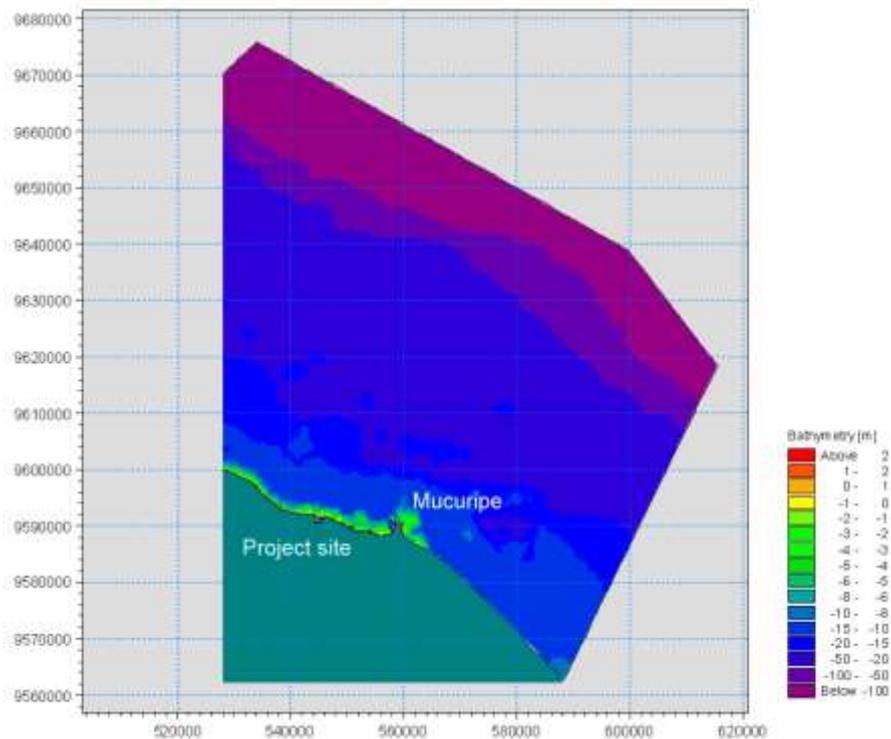


Figura 43: Extensão do modelo e a batimetria

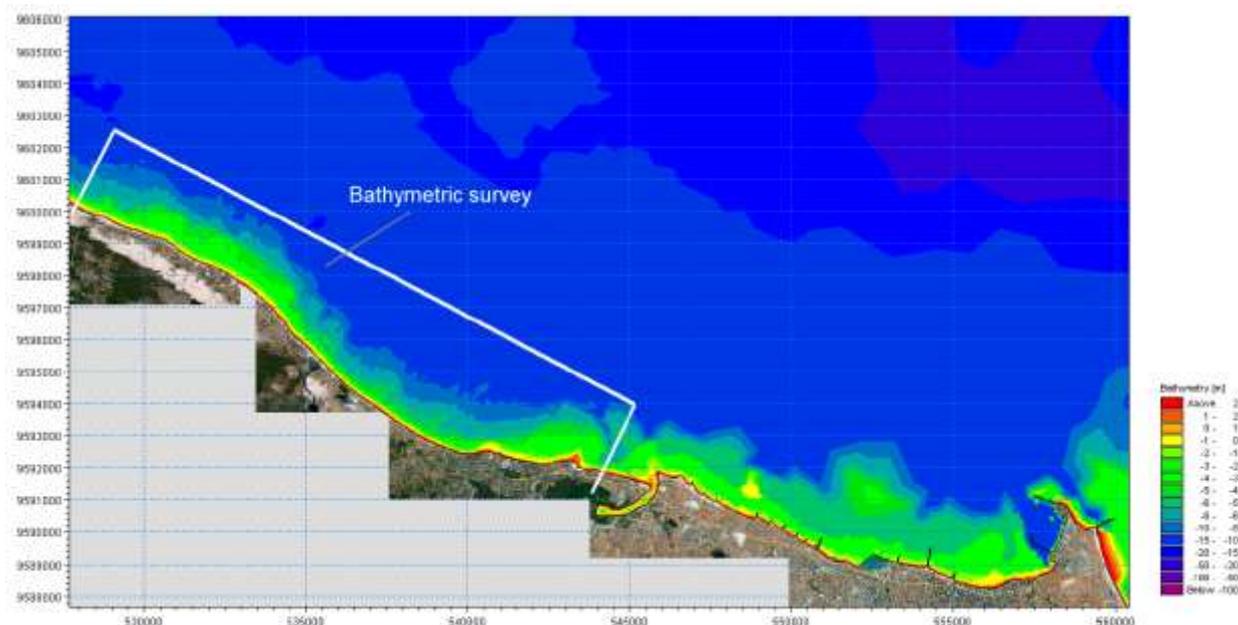


Figura 44: Detalhe da batimetria do modelo em torno da área do projeto. As linhas brancas indicam a área coberta pelo levantamento batimétrico.

Para a determinação de uma nova batimetria da área, também foram realizados perfis. Os perfis foram nomeados de Oeste para Leste, ou seja, o Perfil 1 é localizado mais a Oeste e o Perfil 60 o mais à Leste. O espaçamento utilizado entre as seções foi de 100m para apresentação dos resultados, porém o Modelo Digital do Terreno foi montado com a junção dos dois levantamentos, sendo possível o acesso aos dados planialtimétricos de toda a malha.

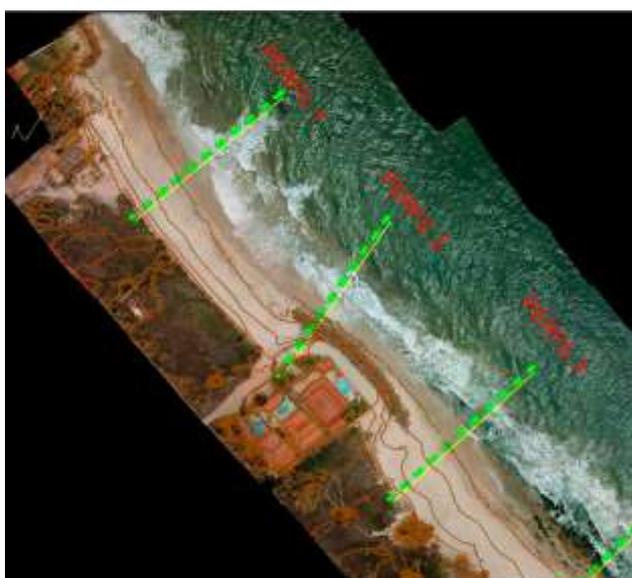


Figura 45: Detalhe dos perfis 1 e 2.

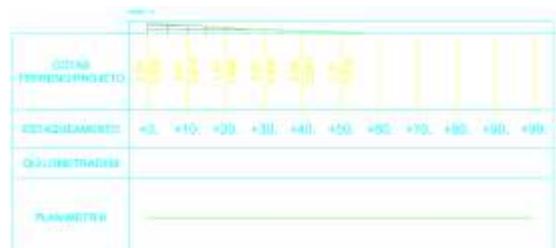
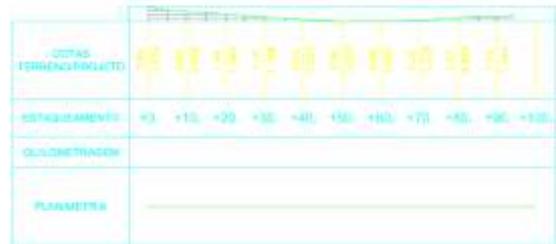
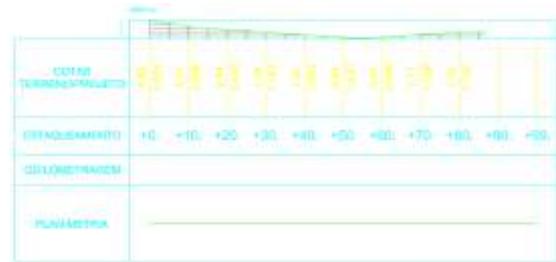
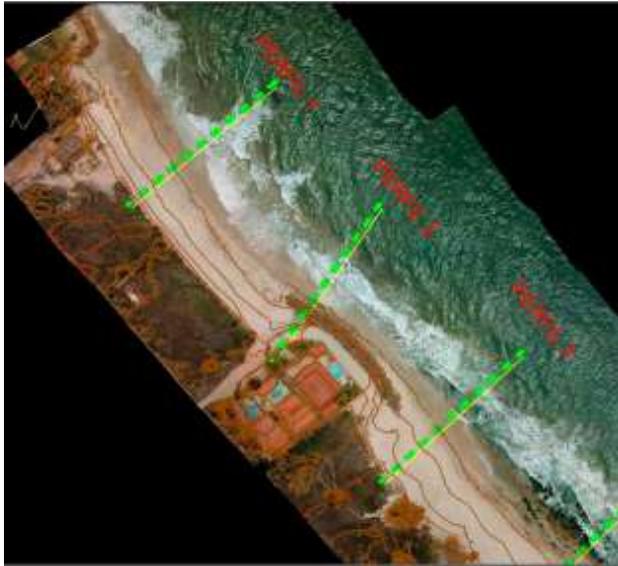


Figura 46: Detalhe dos perfis 3 a 12.

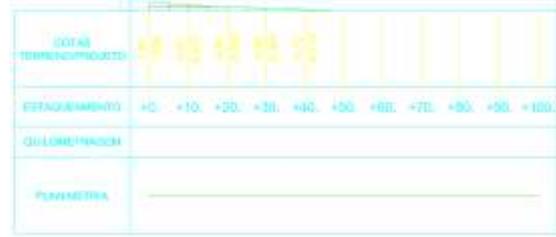
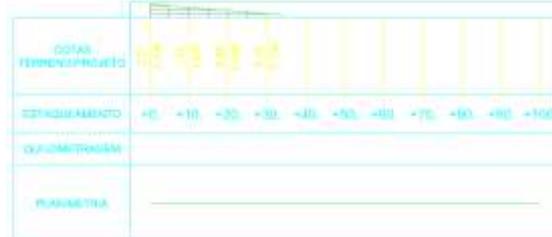
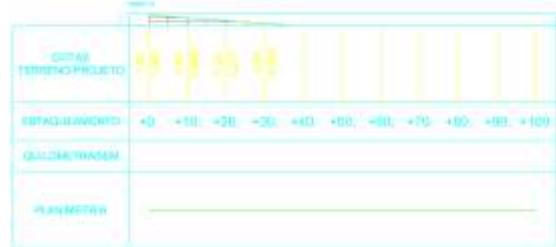
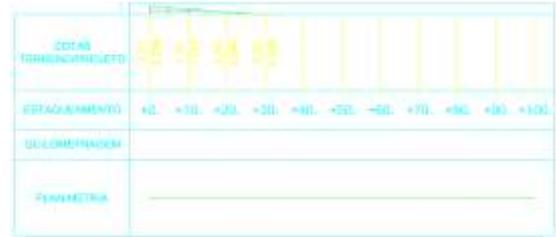
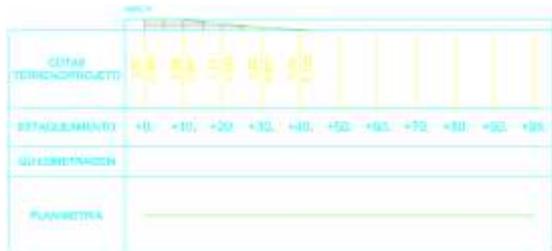
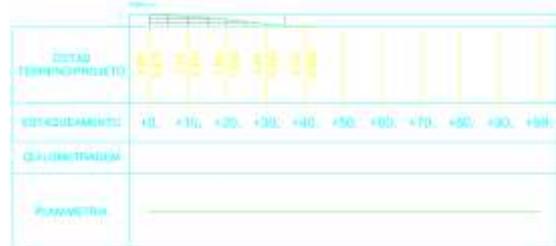
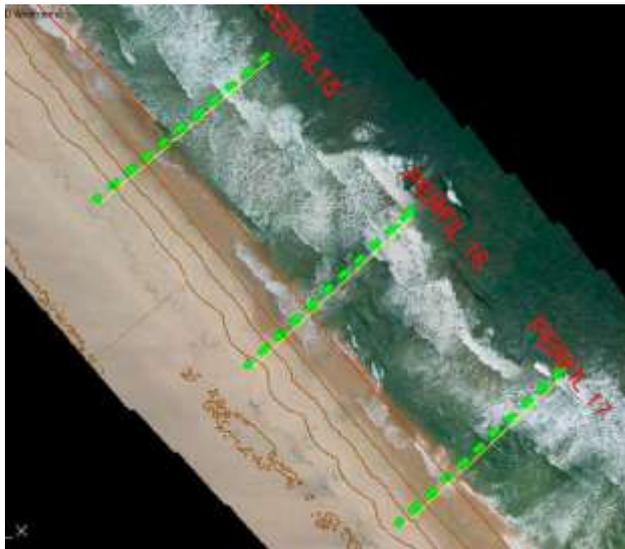


Figura 47: Detalhe dos perfis 13 a 22.

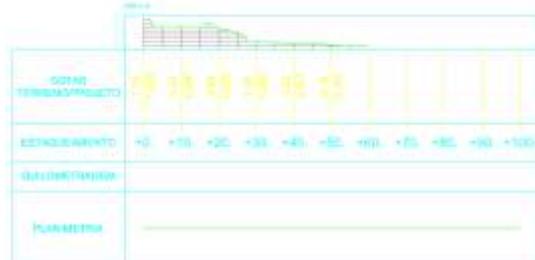
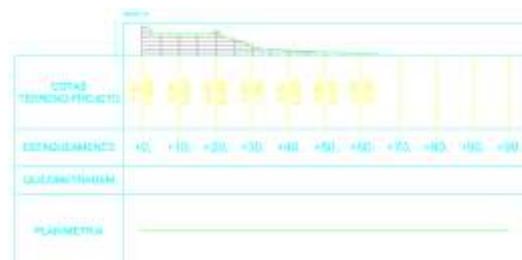
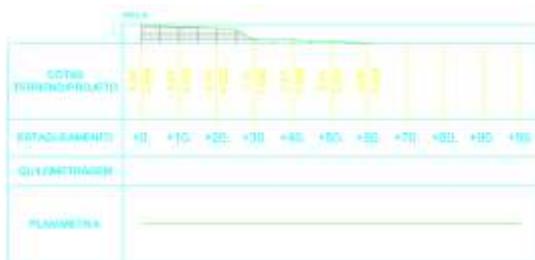
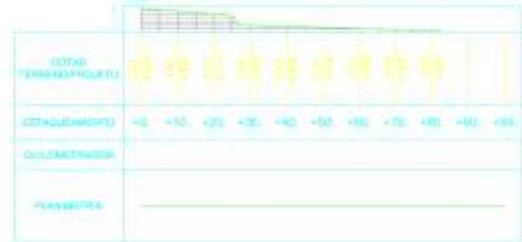
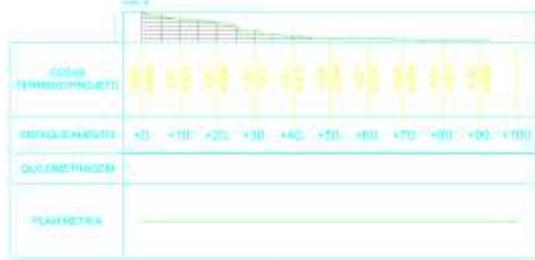
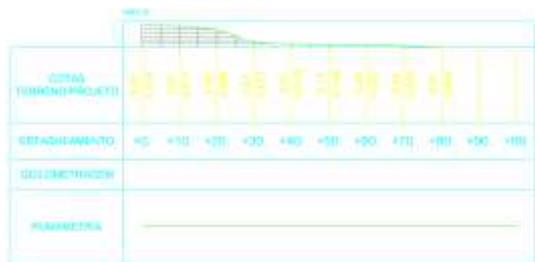
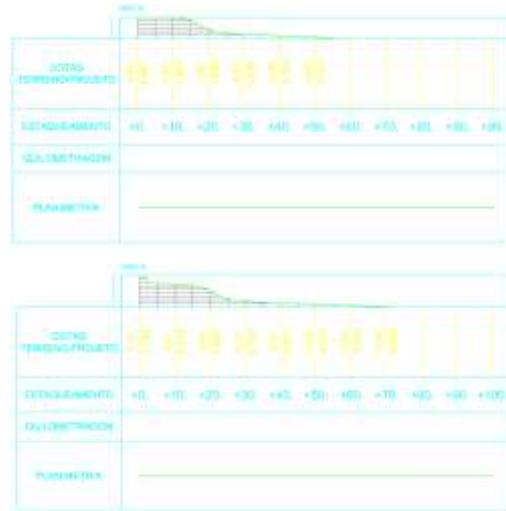
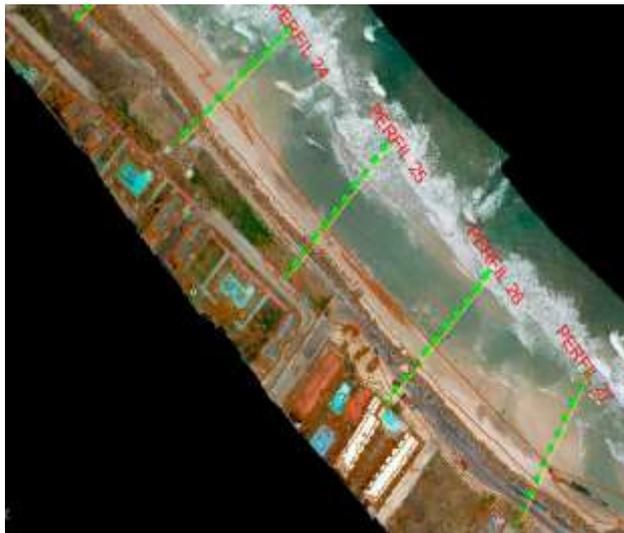


Figura 48: Detalhe dos perfis 23 a 32.

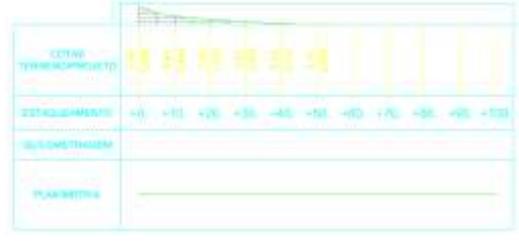
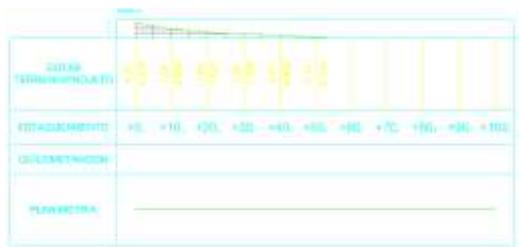
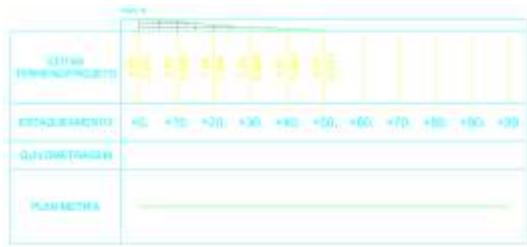
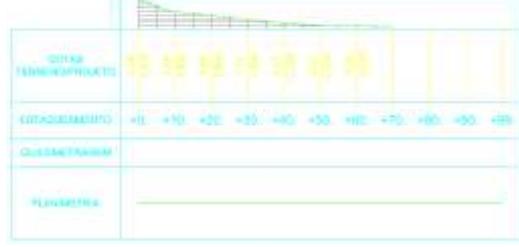
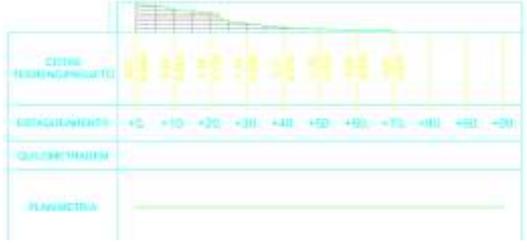
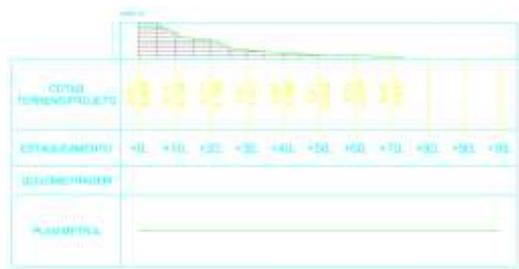
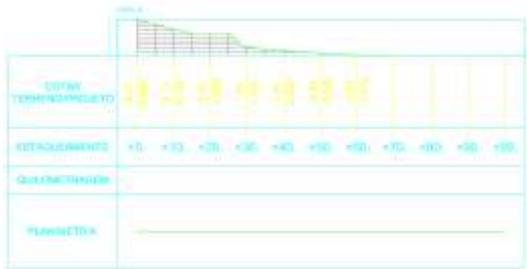
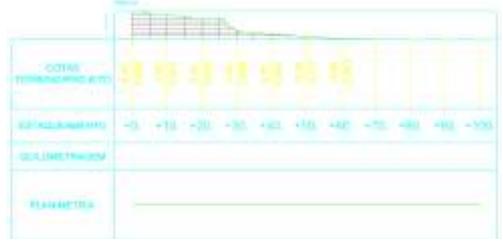
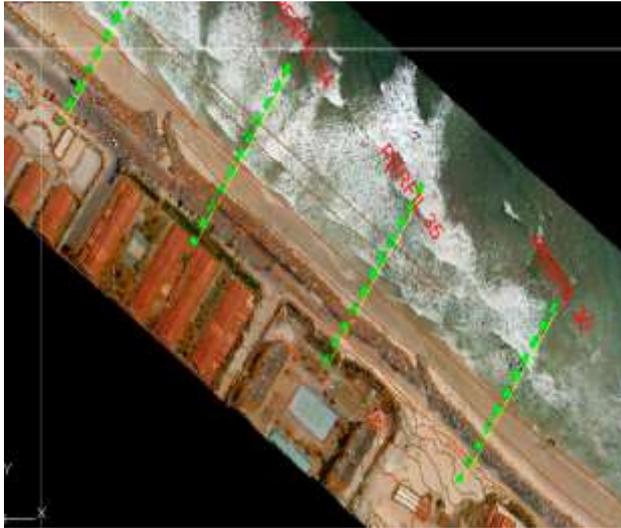


Figura 49: Detalhe dos perfis 33 a 42.

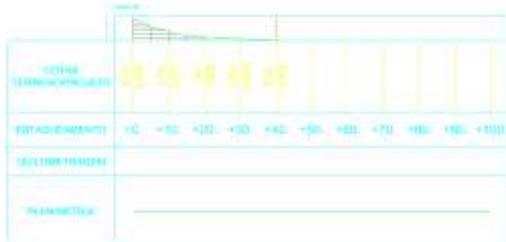
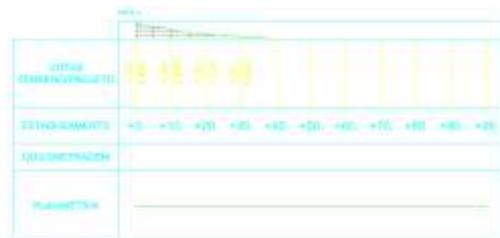
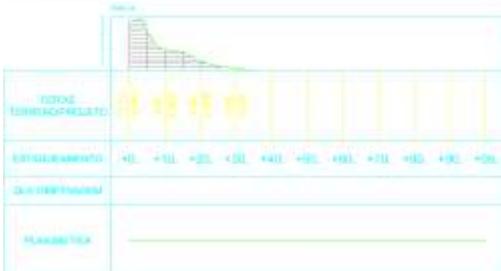
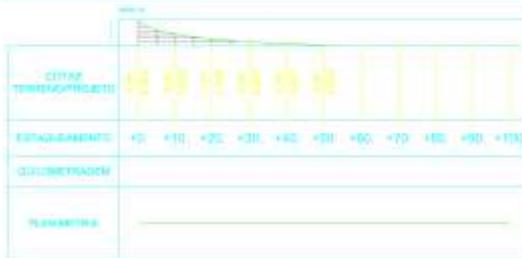
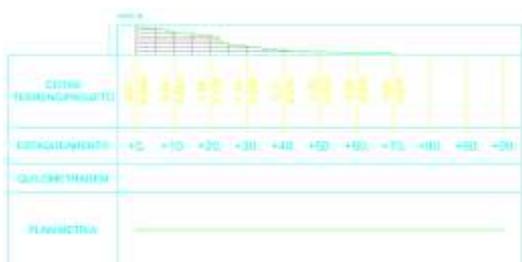
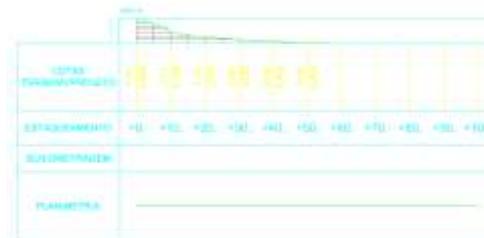
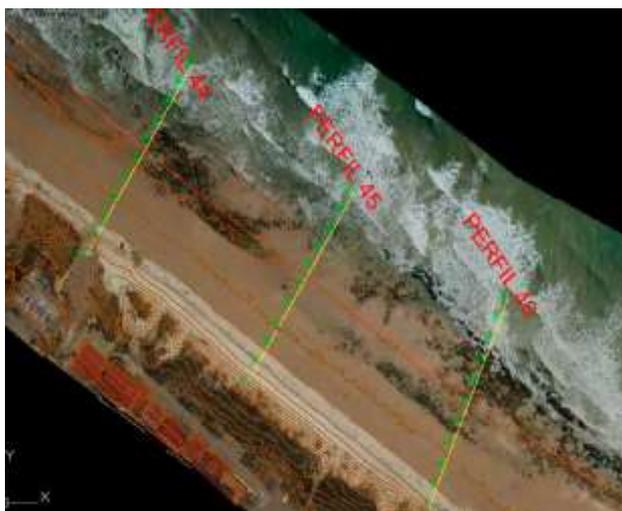


Figura 50: Detalhe dos perfis 43 a 52.

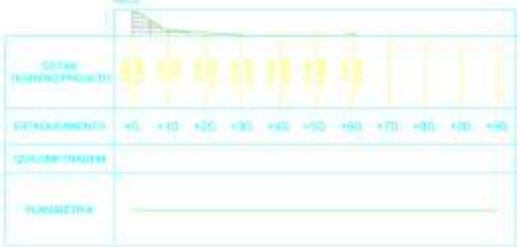
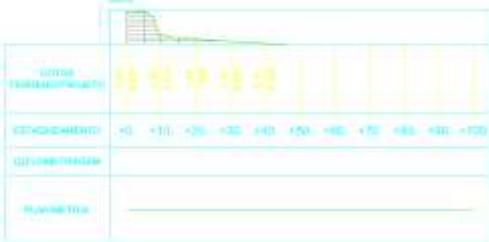
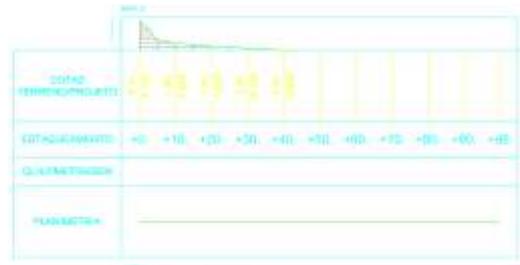
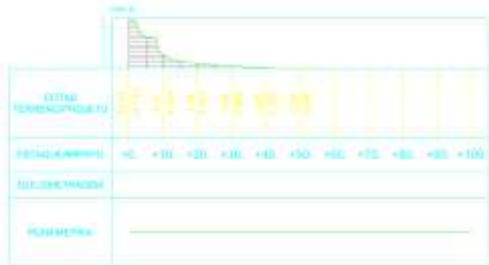
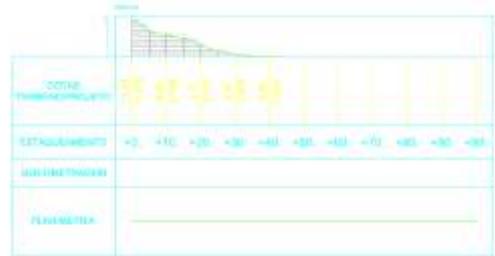
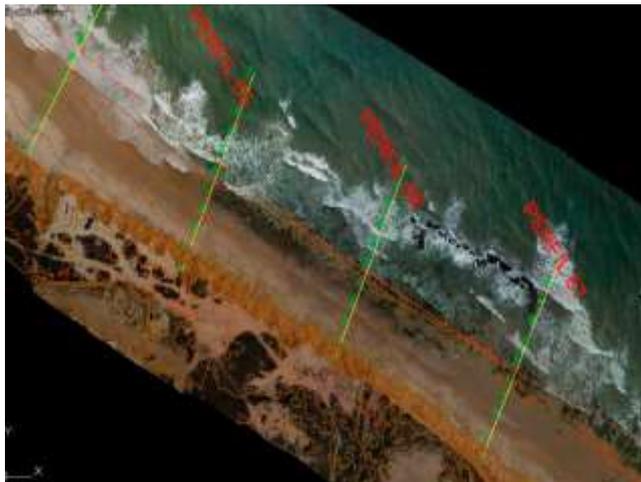


Figura 51: Detalhe dos perfis 53 a 60.



Na fronteira do modelo situada em águas profundas as condições de ondas foram especificadas conforme obtidas dos dados do GROW. O clima de ondas no litoral foi estabelecido transformando toda a série temporal de parâmetros das ondas em águas profundas para a zona perto da costa. As componentes de vagas (sea) e ondulações (swell) foram transformadas separadamente no modelo. Nos locais de extração dos resultados do modelo a onda resultante foi calculada pela superposição das componentes transformadas de vagas e ondulações. A altura da onda resultante foi calculada da soma das contribuições de vagas e ondulações para a energia de onda total:

$$H_{s,res} = \sqrt{H_{s,sea}^2 + H_{s,swell}^2} \quad (4.1)$$

O período resultante foi calculado como um valor médio das componentes de vagas e ondulações, ponderado usando as suas respectivas contribuições para a energia de onda total:

$$T_{z,res} = \frac{T_{z,sea} H_{s,sea}^2 + T_{z,swell} H_{s,swell}^2}{H_{s,sea}^2 + H_{s,swell}^2} \quad (4.2)$$

Finalmente, a direção de onda resultante foi calculada de modo semelhante, através de:

$$\tan \alpha_{res} = \frac{\sin \alpha_{sea} H_{s,sea}^2 + \sin \alpha_{swell} H_{s,swell}^2}{\cos \alpha_{sea} H_{s,sea}^2 + \cos \alpha_{swell} H_{s,swell}^2} \quad (4.3)$$

Deve-se observar que a direção de onda calculada tem apenas uma importância física limitada em casos com ocorrência simultânea de vagas e ondulações, onde a energia transportada por ambas as componentes é mais ou menos igual. Na definição dos eventos representativos de ondas é, então, recomendado usar a direção de ondas correspondente à componente dominante, ou à componente que tem uma direção que é mais crítica para o projeto.

As simulações de transformação foram realizadas incluindo a arrebentação da onda. Porém, a arrebentação da onda só exerce uma influência secundária sobre as condições das ondas nas profundidades onde essas condições foram extraídas. Foi também incluída a fricção no fundo. Como a zona litorânea em frente à Caucaia é relativamente rasa e caracterizada por uma declividade de fundo suave, quantidades significativas de energia de onda foram perdidas durante a transformação da região de águas profundas para a região litorânea.

Os efeitos de crescimento pelo vento e maré também foram incluídos nas simulações do modelo.

3.5.4.2 - Calibração do Modelo

A calibração do modelo foi feita com os parâmetros de ondas medidos pelo INPH em Pecém no período 1997-2001. Esses dados de ondas foram coletados por um ondógrafo direcional. Vários parâmetros de modelo do MIKE 21 SW foram ajustados, até que fosse obtida uma concordância satisfatória entre os resultados do modelo e as medições no campo. A Figura 52 mostra uma comparação entre as distribuições medidas e simuladas de altura significativa das ondas em Pecém.

Há algumas discrepâncias, mas, em geral, a concordância está satisfatória. Deve-se observar que em Pecém o intervalo de tempo entre duas medições de ondas subsequentes foi definido como uma função da altura de onda.

Durante períodos com ondas altas os dados de ondas foram registrados a intervalos de tempo menores do que durante períodos com ondas mais baixas. Este efeito não foi incluído no histograma mostrado acima. Assim sendo, as ondas maiores estão um pouco superestimadas nos dados medidos no campo.

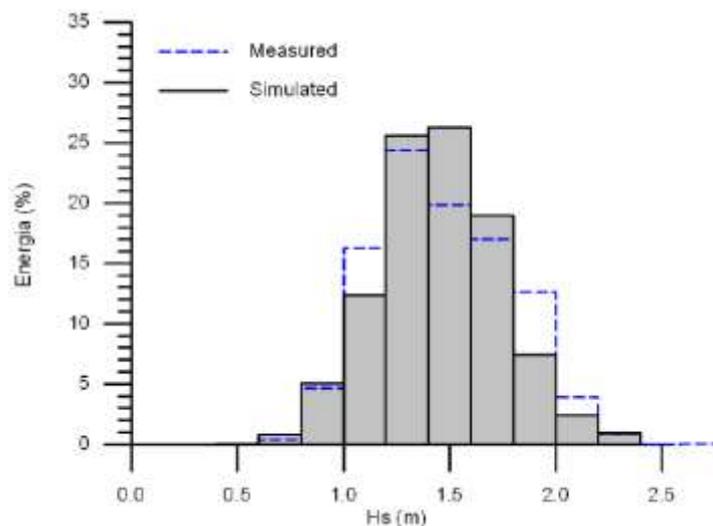


Figura 52: Altura significativa da onda - comparação entre os resultados do modelo e as medições realizadas em Pecém.

Deve-se notar, também, que as condições de ondas usadas no contorno do modelo numérico foram obtidas dos dados do GROW, que são dados fornecidos por um modelo numérico, não medições de campo.

Qualquer discrepância entre os dados usados na fronteira oceânica e os verdadeiros valores na natureza irá se refletir nos resultados do modelo. As condições de ondas ao longo da fronteira inteira do modelo foram assumidas como sendo uniformes.

O modelo calibrado e validado foi aplicado para transformar as séries temporais de parâmetros de ondas em águas profundas, fornecidas pelo GROW, para posições em frente às praias, em profundidades entre 15m e 10m.

3.5.4.3 - Clima Anual das Ondas

A Figura 53 mostra as distribuições de altura significativa de onda, período de pico e direção média de ondas calculadas das séries temporais transformadas para uma posição em frente à área do projeto, numa profundidade de 15m.

Numa base anual, mais energia de onda chega à linha de costa através das ondas com altura significativa entre 1.2 e 1.6m.

Ondas maiores do que 2.0m são raras. Da mesma forma, mais energia de onda é transportada por ondas com períodos de pico entre 4s e 8s. Períodos maiores do que 14s ocorrem raramente. A distribuição de energia de onda por intervalo de direção de onda mostra um máximo para ondas vindo de ENE.

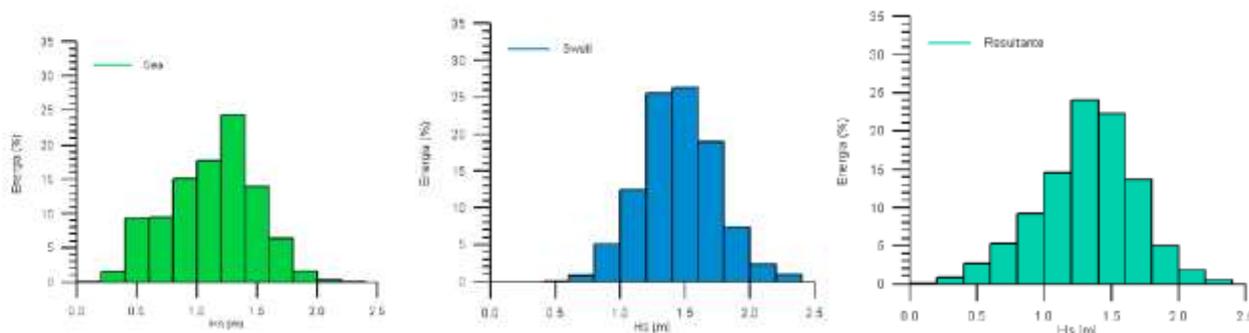


Figura 53: Distribuição média no tempo da energia de onda por intervalo de altura significativa de onda. Vaga (superior, esquerda), ondulação (superior, direita), e onda resultante (inferior).

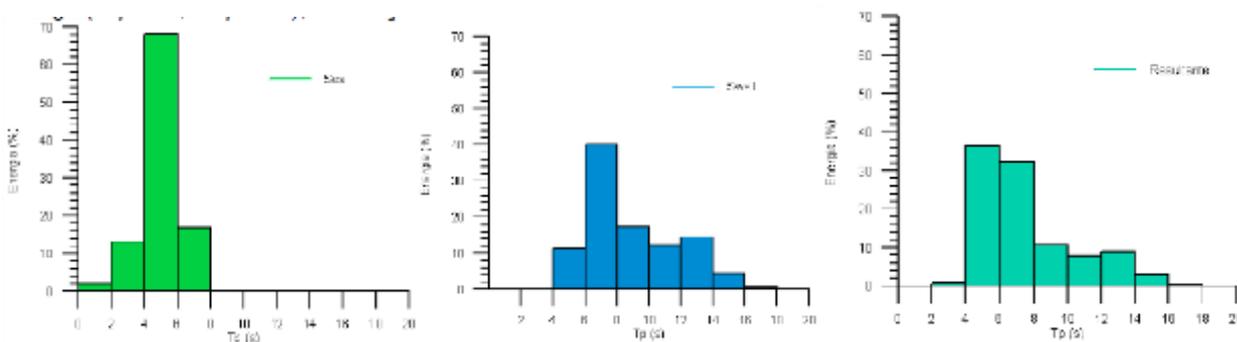


Figura 54: Distribuição média no tempo da energia de onda por intervalo de período de pico. Vaga (superior, esquerda), ondulação (superior, direita), e onda resultante (inferior).

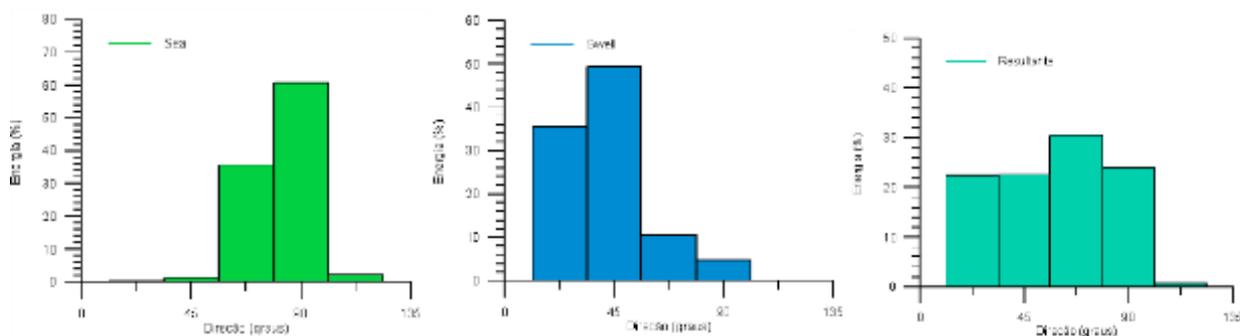


Figura 55: Distribuição média no tempo da energia de onda por intervalo de direção de onda. Vaga (superior, esquerda), ondulação (superior, direita), e onda resultante (inferior)

Na Figura 56 está mostrada a rosa anual de ondas calculada na parte central da área do projeto, numa profundidade de 15m.

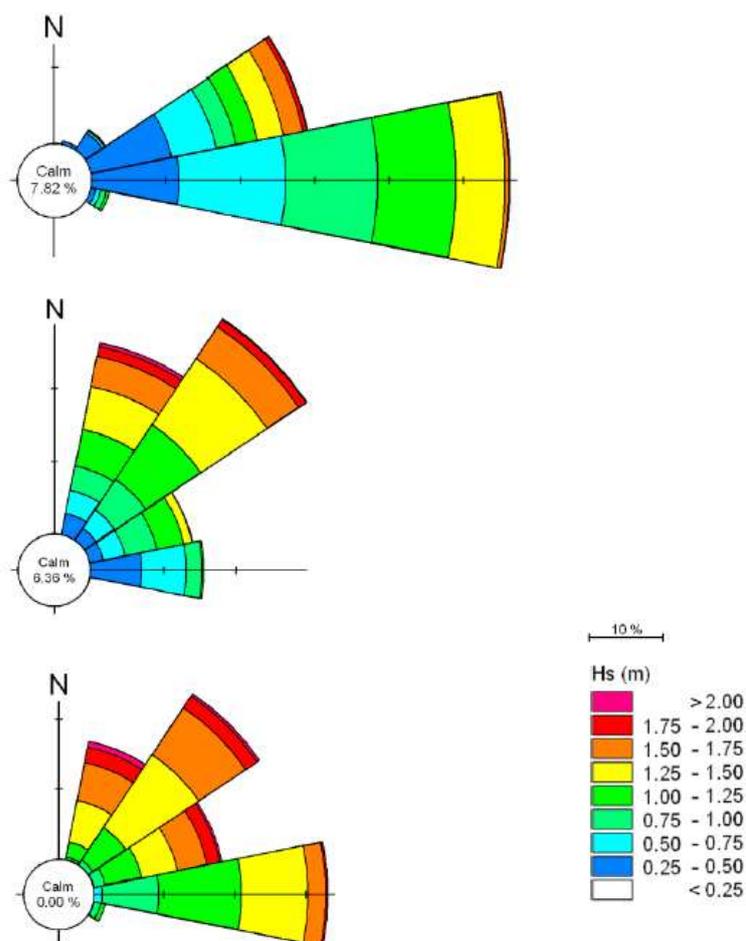


Figura 56: Rosas anuais de ondas em frente ao local do projeto, ao longo da curva batimétrica de 15m. Alto: vagas, centro: ondulação, inferior: onda resultante.

3.5.5 - Transporte Anual Líquido de Sedimentos

Quando as ondas se aproximam da costa com um determinado ângulo são geradas correntes, pelas forças hidrodinâmicas associadas à arrebentação. Essas correntes causam transporte de sedimentos ao longo da praia (deriva Litorânea). A orientação da linha de costa, definida como a orientação da linha perpendicular à costa, varia entre 20°N e 45°N ao longo da área do projeto atual. Levando em conta que a maioria das ondas se aproxima da costa com um ângulo maior do que 45°, isto significa que o transporte é praticamente sempre dirigido para Oeste. O transporte anual líquido de sedimento, ou transporte resultante, é definido como a soma do transporte anual nas direções Oeste e Leste. A orientação de equilíbrio da linha de costa é definida como a orientação onde as magnitudes do transporte na direção Oeste e Este são exatamente iguais (i.e., transporte resultante nulo). Essa orientação é de grande importância para o projeto do novo esquema de proteção costeira.

As estatísticas de ondas obtidas próximas à costa foram utilizadas para estimar o transporte anual de sedimentos ao longo da costa (transporte resultante). Condições de ondas litorâneas foram obtidas em 5 locais ao longo da área do projeto. Os locais estão situados ao longo da batimétrica de 10m e são mostrados na Figura 57.

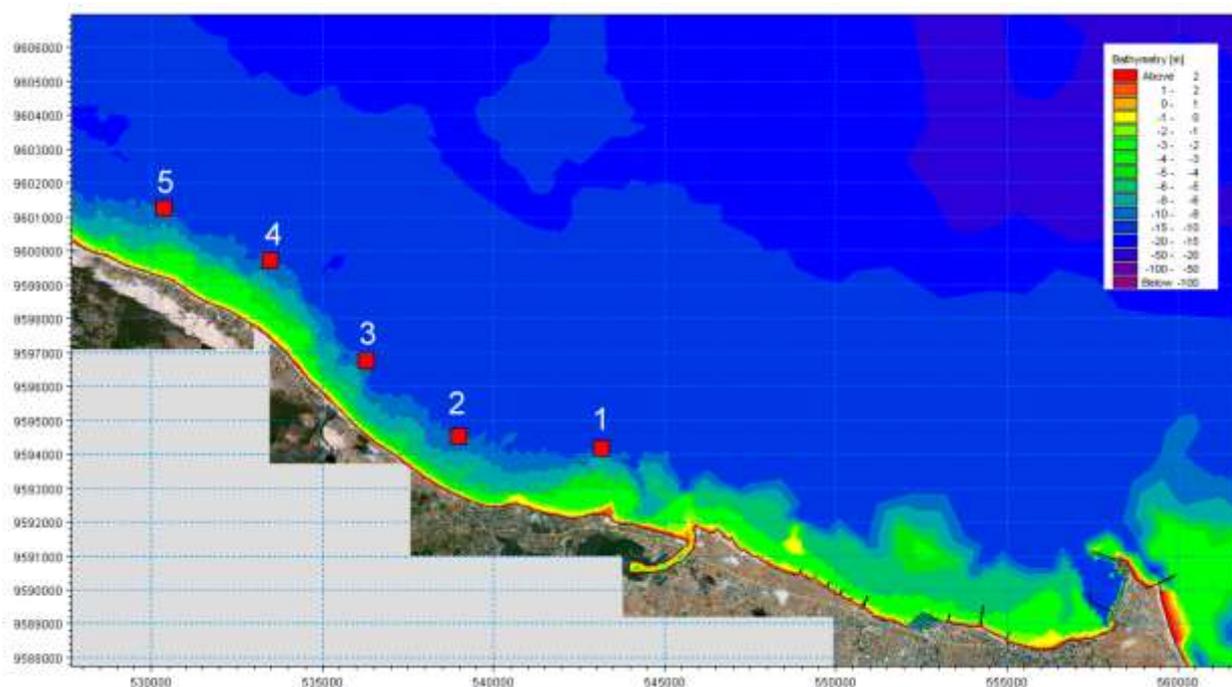


Figura 57: Posições dos 5 perfis costeiros usados na análise do transporte de sedimento.

Os cálculos foram realizados utilizando o modelo de transporte do DHI - LITPACK, que é um modelo matemático avançado para hidrodinâmica costeira e transporte de sedimentos. Informações técnicas sobre o modelo podem ser obtidas em www.dhi.dk, ou podem ser disponibilizadas mediante solicitação.

O modelo de transporte calcula a transformação e a arrebentação da onda ao longo da zona de surfe, as correntes longitudinais geradas pelas ondas e o transporte de sedimentos gerado. O modelo é conhecido como modelo em linha, o que significa que os contornos de profundidade devem ser assumidos como paralelos (suposição de uniformidade ao longo da costa). Essa suposição pode ser feita em uma grande parte da área do projeto. Por isso, pode ser conseguida uma boa indicação da magnitude e direção do transporte de sedimentos anual utilizando esse tipo de modelo.

Foram obtidas seções transversais representativas dos dados batimétricos. Ao longo desses perfis foram calculadas as taxas de transporte anual de sedimentos, utilizando os dados disponíveis de sedimentos e nível d'água. A Figura 58 apresenta as taxas de transporte de sedimentos calculadas transversalmente a um perfil situado na parte central da área do projeto (Posição 3 na Figura 59). Como nenhuma informação batimétrica estava disponível sobre o perfil transversal das praias entre -1m e -4m, assumiu-se nesta área uma declividade linear. Os cálculos foram realizados usando-se os dados de ondas transformados referentes ao período de 1970-2008.

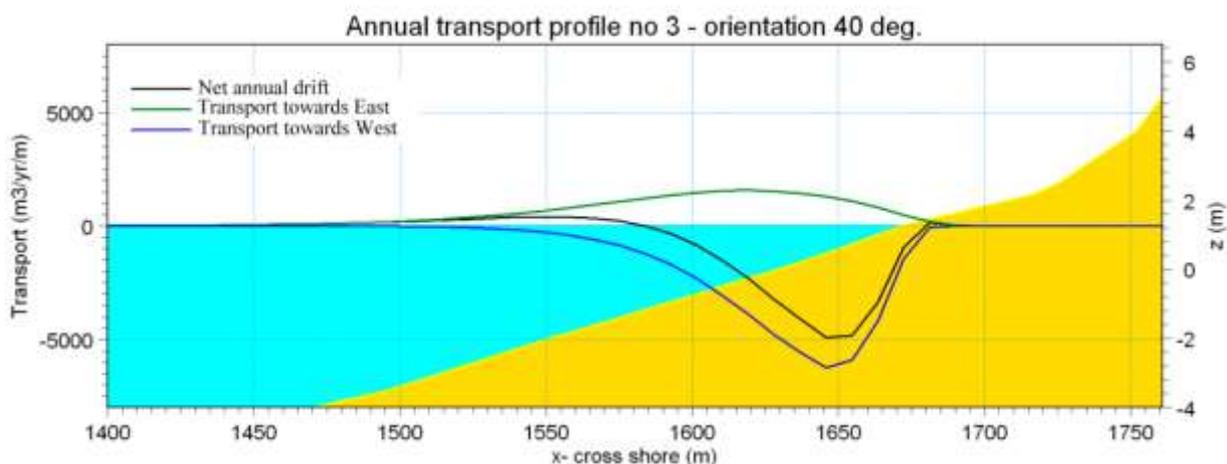


Figura 58: Distribuição transversal à linha de costa do transporte anual de sedimento.

A estabilidade da praia no plano indica basicamente se a orientação atual da linha de costa corresponde ou não à orientação de equilíbrio. Se não estiver alinhada com a orientação de

equilíbrio, a principal questão é determinar as consequências dessa falta de equilíbrio em termos das taxas de transporte de sedimentos e respostas morfológicas. Com a finalidade de estudar as relações entre o transporte de sedimentos e a orientação da linha de costa foram realizadas diversas simulações, variando a orientação da linha de costa. As taxas de transporte de sedimentos em função da orientação da linha de costa estão mostradas na Figura 59.

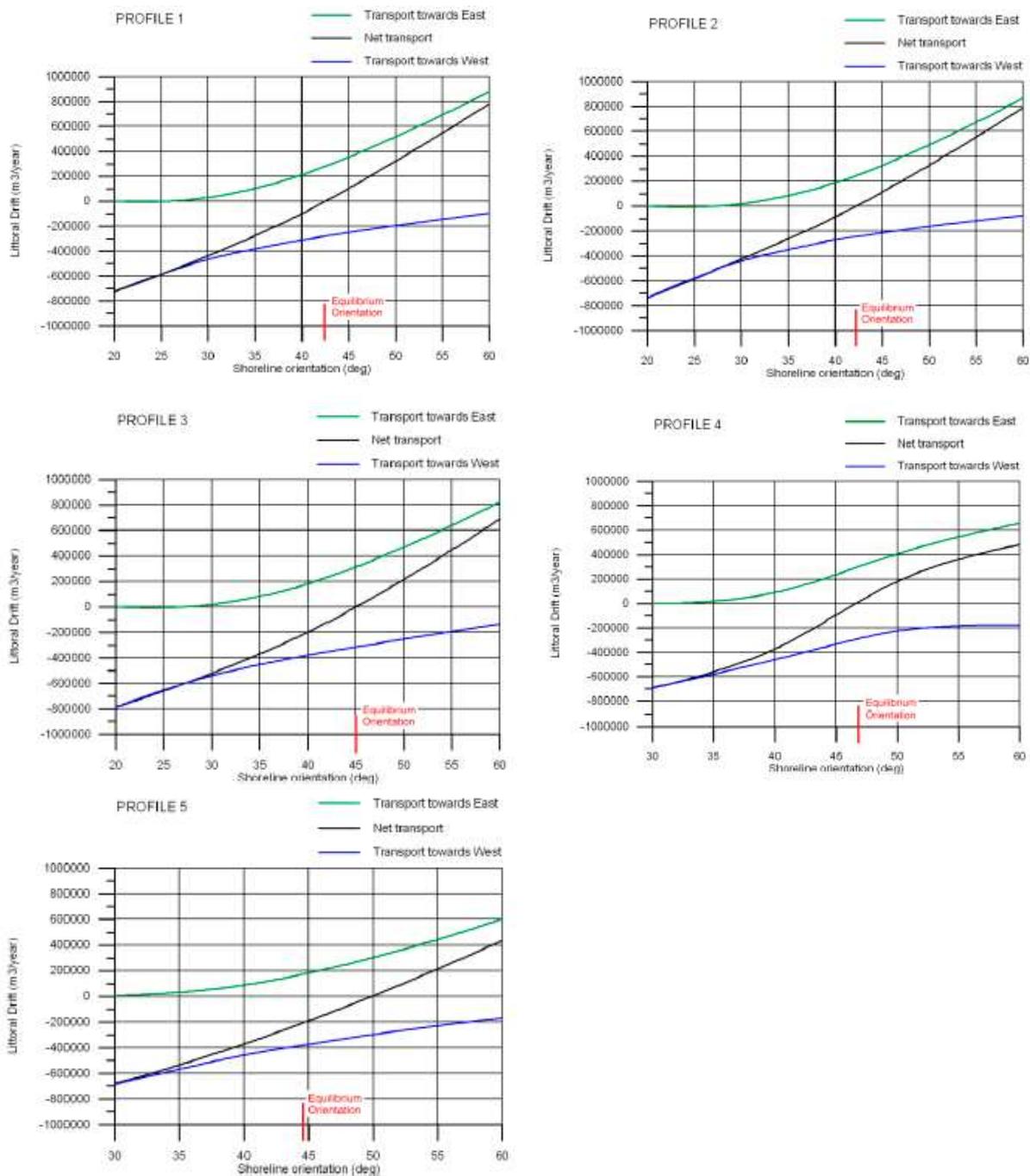


Figura 59: Variação do transporte anual resultante, em função da orientação da linha de costa para os 5 perfis ao longo da área do projeto.



A Tabela 2 mostra, para os 5 perfis transversais selecionados, a orientação de equilíbrio que foi calculada para a linha de costa e a orientação atual da linha de costa, esta última estimada através dos resultados de fotografias aéreas.

Perfil número	Orientação atual (°N)	Orientação de equilíbrio (°N)
1	15	42
2	33	42
3	35	45
4	30	47
5	28	44

Tabela 2 - Orientações atuais e de equilíbrio da linha de costa para os 5 perfis.

Deve-se observar que as taxas calculadas de transporte litorâneo indicam apenas o potencial de transporte, considerando-se uma costa aberta e um perfil de praia constituído inteiramente por areia solta. Ao longo da área do projeto atual algumas partes do perfil transversal de praia estão cobertas por rochas. Na área a Oeste da foz do rio Ceará quase toda a areia desapareceu da praia. Em tais áreas o transporte líquido atual é consideravelmente menor do que o potencial de transporte, devido à falta de areia. Contudo, as taxas do potencial de transporte dão boas indicações sobre a evolução da linha de costa após a implantação de determinadas intervenções, tais como engordamento de praia ou a construção de estruturas costeiras.

As simulações mostraram que o maior desvio entre a orientação atual e a de equilíbrio da linha de costa ocorre na área do Perfil 1, logo a Oeste da foz do Rio Ceará, onde foi observada no campo a erosão de praia mais forte.

As figuras indicam um aumento do transporte litorâneo anual médio da ordem de 40.000 m³/ano por cada grau de desvio em relação à orientação de equilíbrio da linha de costa. Desvios ocorrerão nas proximidades de promontórios e outros obstáculos.

Os parâmetros dominantes para o transporte de sedimentos ao longo da praia são a altura significativa de onda, o período de onda e a direção de onda em relação à orientação da linha de costa. Outros parâmetros hidrodinâmicos, tais como variações no nível d'água e correntes de marés, são de menor importância, comparados ao transporte de sedimento provocado pela onda.

Poderão ocorrer flutuações na orientação da linha de costa durante o ano, causadas por variações sazonais nas condições de ondas. A praia ajusta continuamente a sua orientação e tende a atingir a sua orientação de equilíbrio. Se ocorrerem variações nas condições de ondas, especialmente na direção de onda, então irão ocorrer variações similares na orientação de



equilíbrio da linha de costa. As variações nas condições de ondas irão fazer com que a linha de costa flutue em torno de certa posição média. As simulações de ondas mostraram que a resultante da direção de onda varia de aproximadamente 30°N no período de fevereiro-abril até aproximadamente 90°N no período de julho-setembro. Isto significa que no verão a praia tende para uma orientação de equilíbrio que é bastante diferente da orientação de equilíbrio no inverno.

É muito importante considerar essas variações anuais nas condições de ondas ao projetar o esquema de proteção da linha de costa. As variações nas condições de ondas irão provocar variações similares na orientação da linha de costa localizada numa faixa costeira confinada, tal como entre duas estruturas costeiras. Se o comprimento e o espaçamento longitudinal dessas estruturas não forem escolhidos corretamente, então o esquema de proteção da linha de costa pode causar o efeito oposto, ou seja, erosão localizada de praia, ao invés de avanço ou estabilização. Isto será explicado com mais detalhes na próxima seção.

3.5.6 - Esquema de Proteção da Linha de Costa

As seções anteriores mostraram que ocorrem fortes variações sazonais na direção das ondas que chegam ao litoral de Caucaia. No verão as ondas são dominadas pelas ondulações de Nordeste, que se originam no Hemisfério Norte. Durante o inverno são dominantes as vagas, de geração local, vindas de direções Leste. Essas variações nas condições de ondas causam variações na posição da linha de costa, que devem ser consideradas no arranjo do esquema de proteção da linha de costa. Se o esquema de proteção da linha de costa consistir na implantação de estruturas, tais como espigões ou promontórios, então o comprimento e o espaçamento longitudinal dessas estruturas devem ser escolhidos de modo que as variações naturais na posição da linha de costa possam ser absorvidas, sem causar danos às residências ou outras infraestruturas costeiras.

Se o comprimento da estrutura for muito pequeno, então o sedimento passará pelas estruturas e se perderá da célula de sedimento. O risco de tal perda de sedimento é maior durante o inverno, quando a direção de onda predominante é Leste, conduzindo a uma tendência da linha de costa de girar no sentido horário para atingir uma orientação que corresponde à da direção de onda prevalecente. Se o comprimento da estrutura for muito longo, então irá ocorrer um bloqueio desnecessário da deriva litorânea, conduzindo a erosão da linha de costa mais para Oeste.

No estudo atual assumiu-se que nenhum sedimento entra na área do projeto vindo de Leste, devido ao bloqueio de sedimentos em Mucuripe e numa série de outras estruturas costeiras, localizadas entre Mucuripe e a foz do Rio Ceará. Assim sendo, a proteção da linha de costa deve



ser projetada de modo a manter certa largura mínima de praia. A perda de sedimento para células vizinhas deve ser minimizada. Contudo, se um plano adequado de gerenciamento da linha de costa for implantado no futuro em Fortaleza, e o transporte natural de sedimento para Oeste for restabelecido, então o sistema de proteção da linha de costa ora em estudo deverá estar pronto para se tornar uma parte integrante de tal plano de gerenciamento sustentável da linha de costa. Isto significa que as estruturas devem ser projetadas de modo a capturarem apenas o volume de sedimento necessário para manterem as praias estáveis. O excesso de sedimento que entrar na área do projeto vindo de Leste deverá ser capaz de prosseguir em direção ao litoral à Oeste da área do projeto atual.

Se o espaçamento longitudinal entre as estruturas for muito pequeno, então o custo das estruturas irá aumentar desnecessariamente. Além do mais, a solução irá se tornar esteticamente menos atraente, com um grande número de estruturas densamente espaçadas. O espaçamento longitudinal também não deve ser grande demais. A amplitude das variações da linha de costa está diretamente relacionada ao espaçamento entre duas estruturas. Quanto maior for a distância entre elas, maiores serão as amplitudes das variações sazonais da linha de costa. As variações maiores podem ser compensadas por estruturas mais longas, mas isto iria implicar em aumento do custo de construção das estruturas e do volume de sedimento necessário para seu enchimento. Além da estabilidade das praias no plano, deve ser avaliada, também, a estabilidade do perfil.

Durante as ressacas ocorre uma forte erosão da linha de costa num curto período de tempo. Durante períodos com clima mais ameno a areia é gradualmente transportada de volta à praia. Apesar de nenhuma areia ser removida da célula de sedimento, o recuo temporário da linha de costa é de grande importância, por causa das residências que estão localizadas perto das praias. Assim sendo, as variações da linha de costa devido aos mecanismos de transporte transversal de sedimento devem ser consideradas no arranjo do esquema de proteção da linha de costa. A estabilidade no plano e em perfil será avaliada nas próximas seções.

3.5.6.1 - Estabilidade da praia no plano

Para poder estudar a resposta das praias a intervenções humanas fez-se vários testes em modelos matemáticos, simulando a evolução da linha de costa após a implantação de estruturas costeiras. O comprimento e o espaçamento longitudinal das estruturas foram variados sistematicamente. A modelagem foi realizada usando o sistema do DHI de modelagem de



transporte de sedimento LITPACK. Esse modelo resolve a variação temporal da linha de costa e inclui todos os processos físicos que são dominantes para o propósito atual.

A evolução da linha de costa foi simulada com base nos gradientes longitudinais do transporte litorâneo de sedimento. O efeito das estruturas costeiras foi incluído como um bloqueio (parcial) do transporte de sedimento, considerando-se a função da distribuição transversal do transporte litorâneo, a posição instantânea da linha de costa e o comprimento da estrutura costeira. O efeito da sombra das estruturas sobre a praia também foi incluído no modelo. A evolução da linha de costa foi simulada para um período de 10 anos após a implantação das estruturas. As condições de ondas foram obtidas dos dados disponíveis (1970 - 2008). As variações do nível d'água, devido à maré astronômica, foram incluídas no modelo e foram obtidas das constantes harmônicas fornecidas pelo catálogo da FEMAR Ref.4. As combinações de comprimento das estruturas e de espaçamento longitudinal usadas no estudo de modelagem estão listadas na Tabela.

Comprimento da estrutura	Espaçamento longitudinal					
	300m	400m	500m	600m	700m	800m
140m	X	X	X	X	X	X
180m	X	X	X	X	X	X
220m	X	X	X	X	X	X
260m	X	X	X	X	X	X

Tabela 3: Descrição dos testes realizados de modelagem matemática de evolução da linha de costa.

Os resultados do modelo forneceram a posição média da linha de costa e os recuos e avanços máximos observados durante o período de 10 anos simulado.

As Figuras 60 a 64 mostram as posições máxima, média e mínima que foram simuladas para a linha de costa, em relação a cada espaçamento longitudinal testado entre as estruturas.

Os resultados mostram que para um espaçamento de 300m a resposta da linha de costa à presença das estruturas é muito pequena. O avanço máximo da linha de costa é da ordem de 10m a 15m, dependendo do comprimento da estrutura. O recuo máximo da linha de costa é da ordem de -5m a -10m. As variações na posição da linha de costa aumentam com o espaçamento entre as estruturas. Por exemplo, para um espaçamento de 600m o avanço máximo da linha de costa e – o recuo se tornam 65m e -20m, respectivamente, considerando-se as menores estruturas (140m). Para as maiores estruturas (260m) o avanço máximo da linha de costa e – o recuo se tornam 25m e -12m, respectivamente. Para espaçamentos maiores as variações transversais das praias se tornam maiores. O espaçamento máximo que foi analisado (800m) iria criar variações máximas transversais às praias de 100m a -35m. Para absorver grandes variações na posição da linha de

costa seria necessário um grande volume de areia, para segurar areia suficiente em frente às residências.

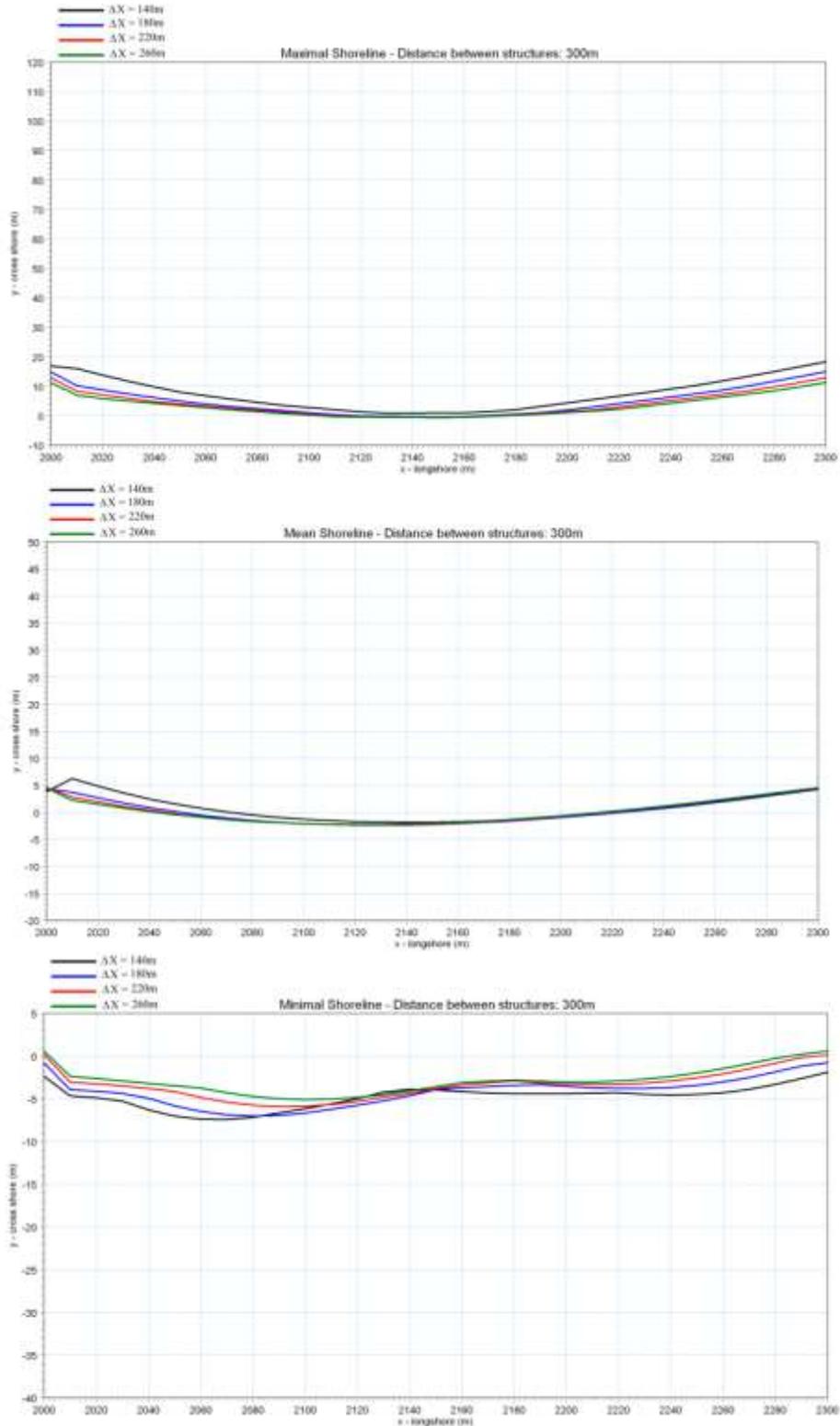


Figura 60: Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 300m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.

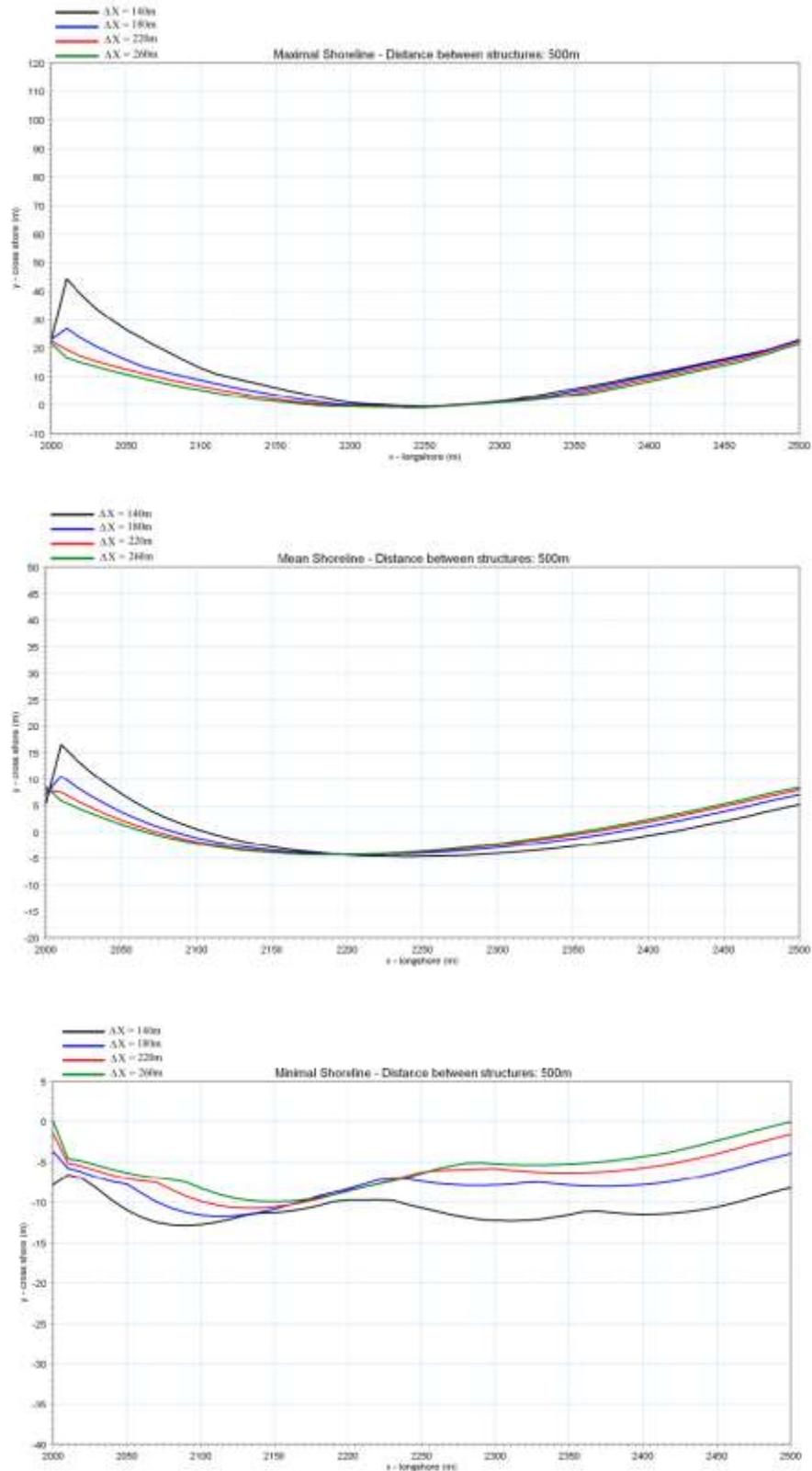


Figura 61: Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 500m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.

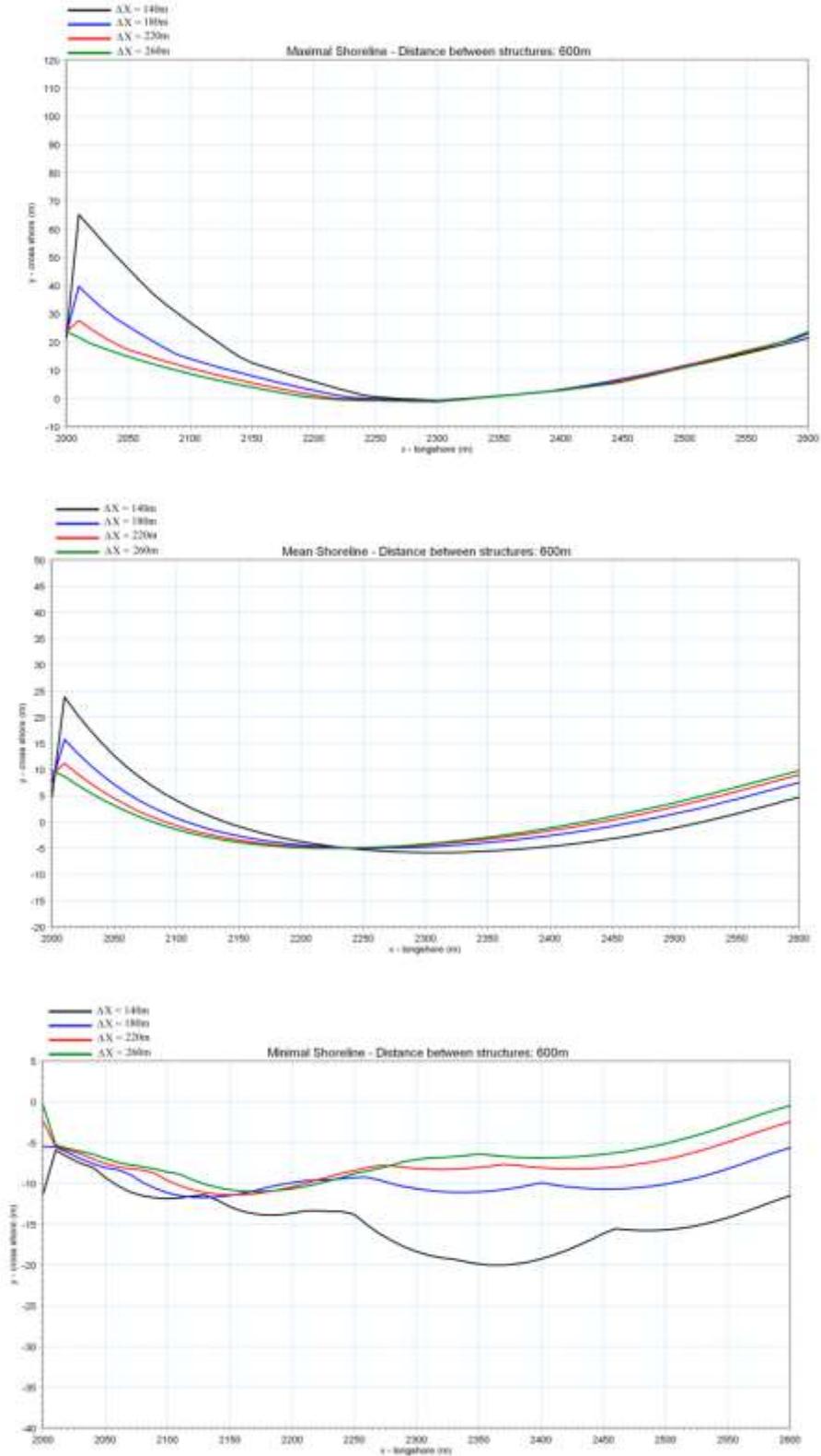


Figura 62: Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 600m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.

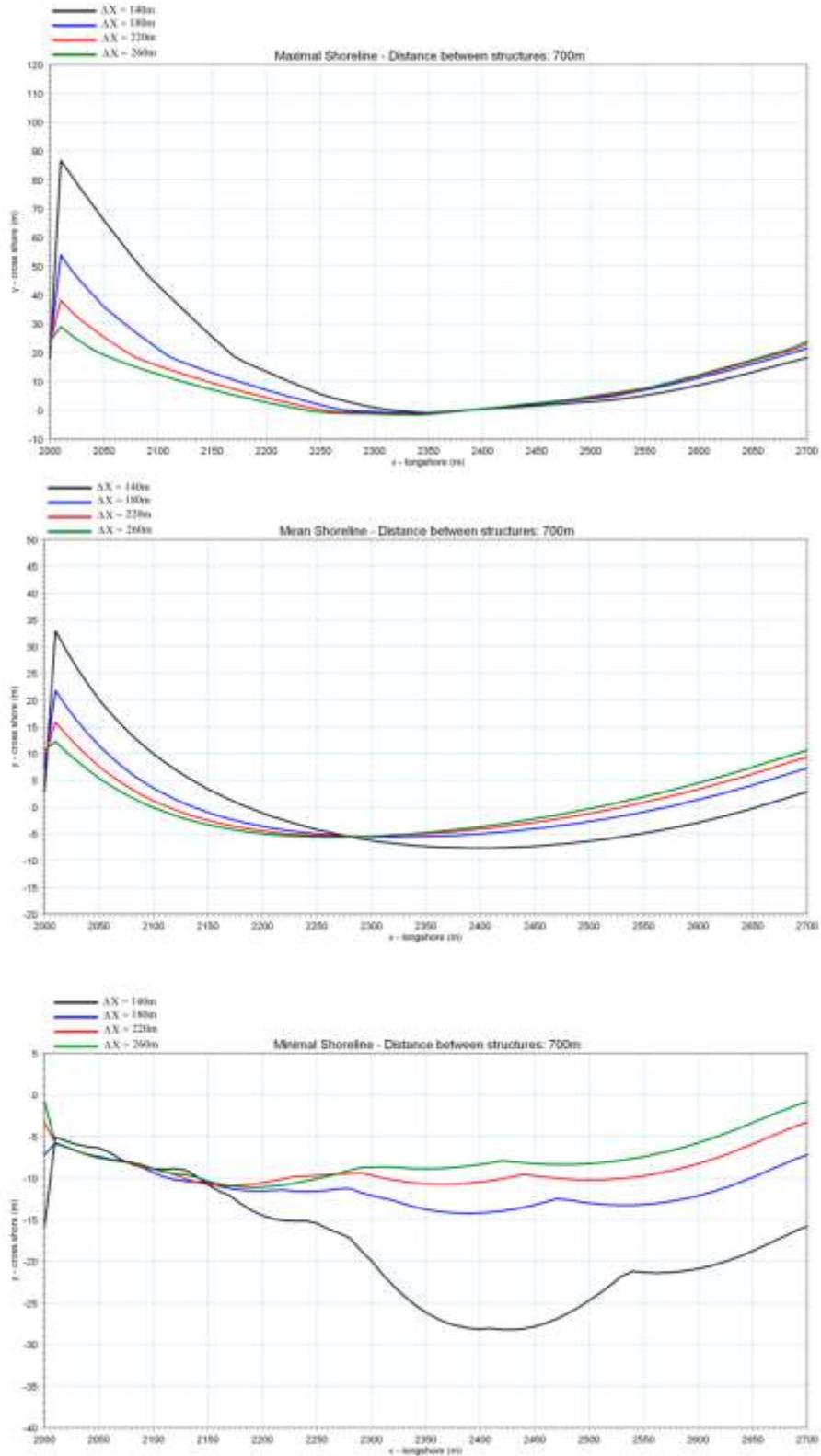


Figura 63: Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 700m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.

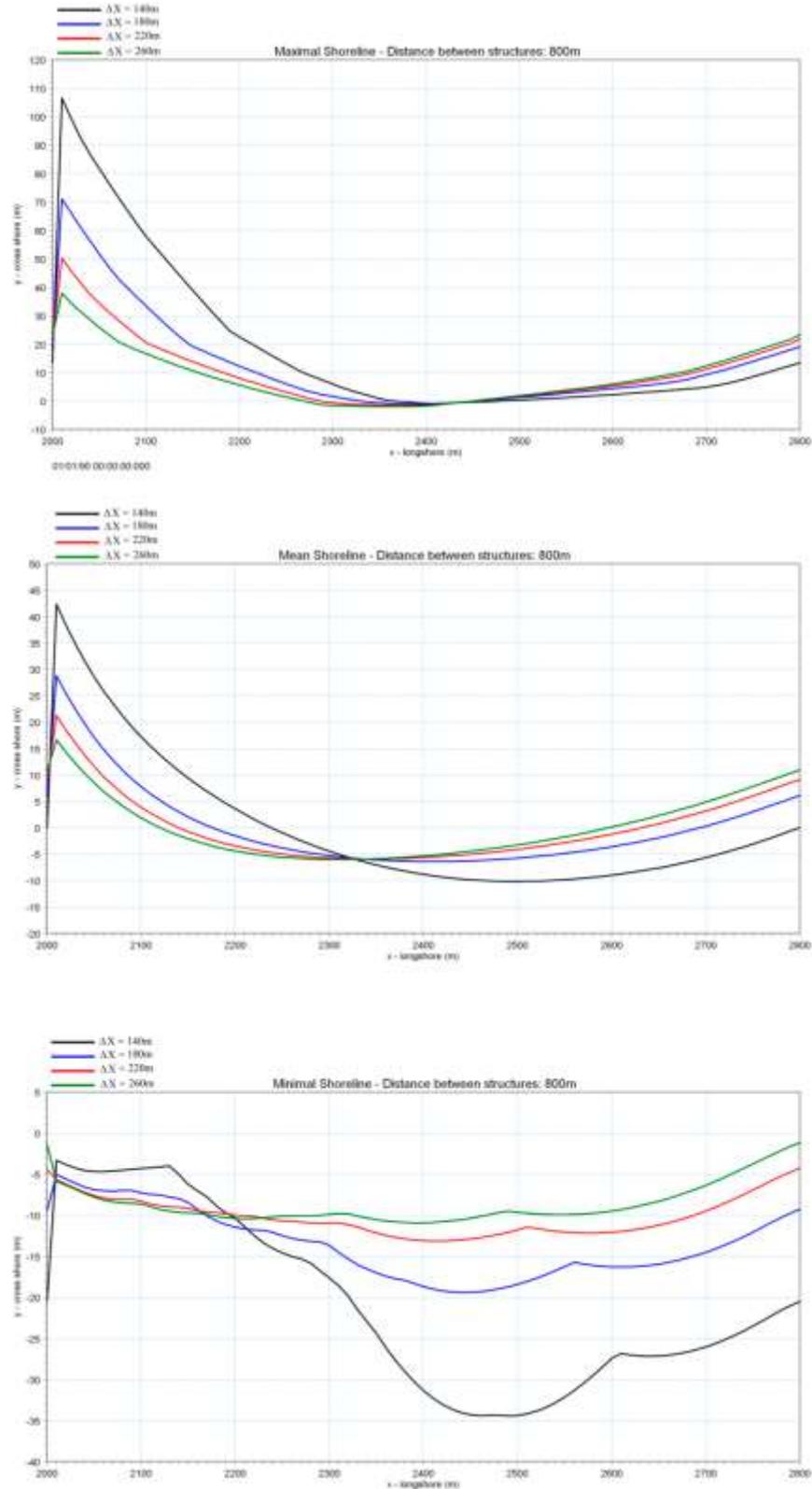


Figura 64: Evolução da linha de costa entre 2 estruturas distantes 800m uma da outra. Alto: Avanço máximo da linha de costa, Centro: Posição média da linha de costa, Inferior: Recuo máximo da linha de costa.



Deve-se observar que a posição da linha de costa mostrada nos desenhos representa a variação da linha de costa devido apenas aos gradientes no transporte longitudinal de sedimento. Durante períodos com elevados níveis d'água (ressacas) o recuo da linha de costa também ocorre devido ao transporte de sedimento transversal à costa.

Durante esses eventos grandes volumes de areia podem ser removidos da parte alta da praia e transportados para o mar. Isto conduz a mudanças bruscas no perfil transversal de praia e resulta em forte erosão de praia. Durante períodos de clima mais ameno, após a ressaca, o sedimento é gradualmente transportado de volta à linha de costa. A erosão da linha de costa devida ao transporte transversal de sedimento é analisada na próxima seção.

3.5.6.2 - Estabilidade do perfil de praia

O perfil de praia sofre constantes adaptações na sua forma, para se adequar às mudanças nas condições hidrodinâmicas. Durante períodos de ressaca o sedimento será removido da linha de costa e depositado ao largo. Durante períodos com clima mais ameno o sedimento é gradualmente transportado de volta à praia, pela ação das ondas. O desenvolvimento do perfil é afetado pelas condições de ondas (altura, período e direção) e pelas variações dos níveis d'água. Durante períodos de níveis d'água relativamente altos, como nas ressacas, a linha de costa irá recuar de modo a atingir a forma do perfil de equilíbrio; durante períodos com níveis d'água mais baixos a linha de costa irá avançar, até que o perfil esteja em equilíbrio com as condições hidrodinâmicas.

A dinâmica do perfil transversal é importante para estimar o recuo máximo da linha de costa durante ressacas. Nesta seção a dinâmica da linha de costa ao longo da área do projeto é avaliada em escalas de tempo que vão de um evento de ressaca a escalas sazonais. Outros processos que afetam a linha de costa, como mudanças de médio prazo nas condições de onda e a elevação do nível do mar de longo prazo, atuam em escalas de tempo que são significativamente maiores e não afetam tão diretamente como as variações de curto prazo aqui consideradas.

O nível d'água representa um papel importante no processo de erosão de praia durante ressacas. O principal efeito de um aumento do nível d'água é que maiores profundidades permitem que ondas maiores atinjam a costa, onde elas quebram e causam erosão. Para o presente projeto as

variações de nível d'água são causadas pelo efeito das marés e ondas. A maré astronômica foi calculada pelas constantes harmônicas de maré, obtidas do catálogo da FEMAR.

Variações de nível causadas por ondas incluem o set-up e o run-up. O set-up é a variação do nível médio do mar causada pela arrebentação das ondas. O run-up é o nível máximo que uma onda individual atinge quando espraia sobre a superfície praial, depois da arrebentação. As variações de nível induzidas pela onda são bem conhecidas e várias expressões podem ser encontradas na literatura. Na presente análise utilizou-se as definições apresentadas no guia dos EUA FEMA. Essas definições são empregadas para avaliar o risco de erosão costeira ao longo da costa da Califórnia e são largamente aceitas.

Os dados de ondas obtidos próximos à costa foram utilizados para calcular as estatísticas de variações de níveis causadas pela ação das ondas.

A Figura 65 apresenta a distribuição estatística dos níveis d'água. A curva azul mostra o nível d'água gerado pela maré astronômica, a linha vermelha o nível d'água induzido pela ação das ondas e a linha verde o nível d'água gerado pela ação combinada de ondas e marés.

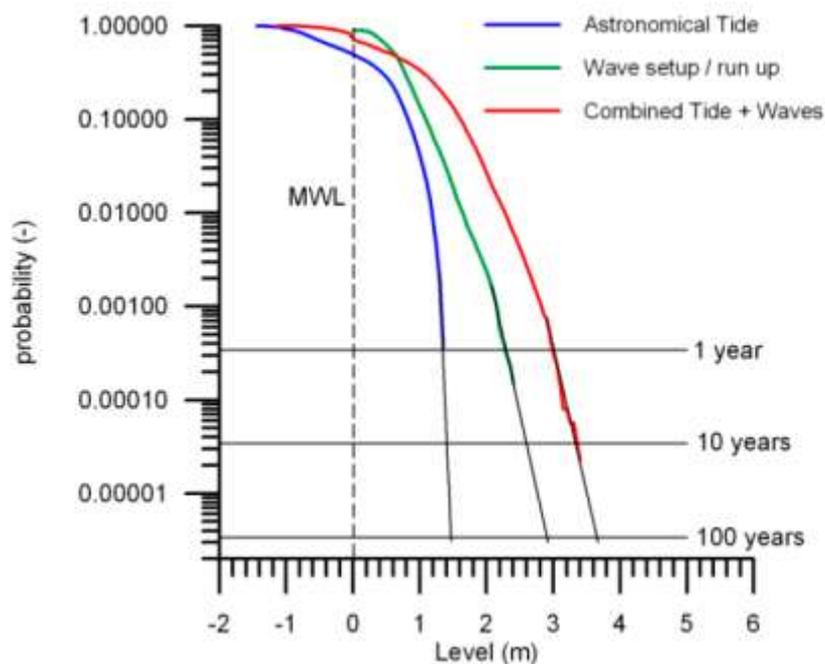


Figura 65: Distribuição estatística dos níveis d'água devido à maré astronômica, ondas e o efeito combinado de maré + ondas.



Da distribuição estatística obteve-se os níveis d'água extremos. Os níveis d'água obtidos para diferentes períodos de recorrência estão listados na Tabela 4.

Período de recorrência (anos)	Maré (m +MWL)	Ondas (m +MWL)	Combinado (m +MWL)
1ano	1.5	2.1	2.9
10 anos	1.6	2.5	3.2
100 anos	1.7	2.9	3.6

Tabela 4: Valores extremos de nível d'água obtidos para vários períodos de recorrência

Deve-se observar que as estatísticas de nível d'água calculadas incluem somente os efeitos de ondas e maré astronômica. Nenhuma informação sobre a maré meteorológica estava disponível para análise. De qualquer forma, baseado nas experiências de estudos feitos em outras localidades da costa do Brasil, prevê-se que a maré meteorológica em Caucaia seja menos importante do que a maré astronômica. Para o projeto das estruturas de proteção costeira é importante considerar, também, os efeitos da maré meteorológica e o aumento do nível do mar de longo prazo.

Durante os últimos anos vêm sendo feitos esforços consideráveis para desenvolver modelos matemáticos que descrevam o comportamento dinâmico dos perfis transversais, Dean (1987) Ref. /5/ e Kriebel e Dean (1993) Ref. /6/. As análises aqui apresentadas estão baseadas no modelo apresentado em Kriebel e Dean (1993). Esse modelo provê soluções em função do tempo para os perfis de praia em resposta a ressacas na forma de uma integral de convolução. O modelo inclui uma função de variação temporal da função de erosão e uma função de resposta exponencial de erosão. A função de erosão inclui dados de ondas e nível d'água para a presente área do projeto. Com o intuito de obter soluções analíticas, Kriebel e Dean (1993) representaram uma ressaca por meio de uma hidrógrafa idealizada. No presente trabalho as equações governantes são resolvidas numericamente, sem que tenha sido feita qualquer simplificação em relação às condições de ondas e de nível d'água.

A base para o método de convolução é a observação de que a resposta da praia para condições de forçante permanente é aproximadamente exponencial no tempo. Assume-se que a equação diferencial linear controlando a resposta do perfil às variações no nível d'água tem a forma:



$$\frac{dR(t)}{dt} + \alpha R(t) = \alpha R_{\infty} f(t)$$

R= a posição da linha de costa e t= tempo. R_{∞} representa o potencial máximo de avanço ou de recuo da linha de costa, se é permitido à praia atingir um novo equilíbrio relativo ao nível d'água e às condições de arrebentação das ondas. O fator α é o parâmetro taxa característico para o sistema, definido como $\alpha = 1/T_s$. A expressão para a escala de tempo característica, T_s , foi definida com base nas medições:

$$T_s = C_1 \frac{H_b^{3/2}}{g^{1/2} A^3} \left(1 + \frac{h_b}{B} + \frac{m x_b}{h_b} \right)^{-1}$$

C_1 = Constante, tomada como $C_1 = 320$, baseada em resultados de laboratório;

H_b = Altura de arrebentação de onda;

g = Aceleração devida à gravidade;

A = Constante do perfil;

h_b = Profundidade de arrebentação da onda;

B = Altura da berma;

m = Inclinação da praia na linha de costa;

x_b = Largura da zona de arrebentação;

A constante do perfil, A , é baseada na suposição de que a forma do perfil transversal pode ser simplificada de acordo com a seguinte expressão:

$$h = AX^{2/3}$$

onde h = profundidade da água, X é a distância transversal da linha d'água. Dean (1987) achou uma expressão empírica para A , totalmente determinada pelas características do sedimento, baseado em medições de campo:

$$A = 0.067ws^{0.44}$$

Onde ws é a velocidade de queda do sedimento (em cm/s). A velocidade de queda do sedimento aumenta com o diâmetro de grão, portanto para a areia grossa calcula-se um alto valor

de A, o que corresponde a um perfil íngreme. Para a areia fina A é pequeno e o perfil será, correspondentemente, plano. A Figura 66 apresenta a forma do perfil transversal para vários diâmetros de grãos.

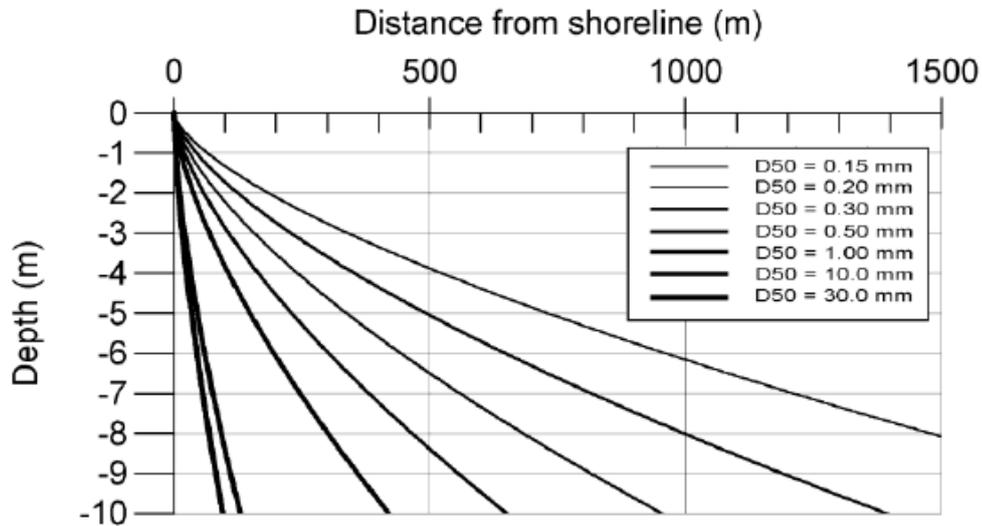


Figura 66: Perfil de equilíbrio para diferentes grãos de sedimento (extraído de Mangor 2004)

O modelo assume a forma do perfil transversal constante, mas a parte ativa do perfil muda de acordo com a elevação do nível d'água. A velocidade de mudança do perfil é determinada pelas condições de ondas. Assumiu-se que não há perda de sedimentos transversalmente à costa, mas que ele é reposicionado, devido às variações nas condições de ondas e nível d'água. O conceito é ilustrado na Figura 67.

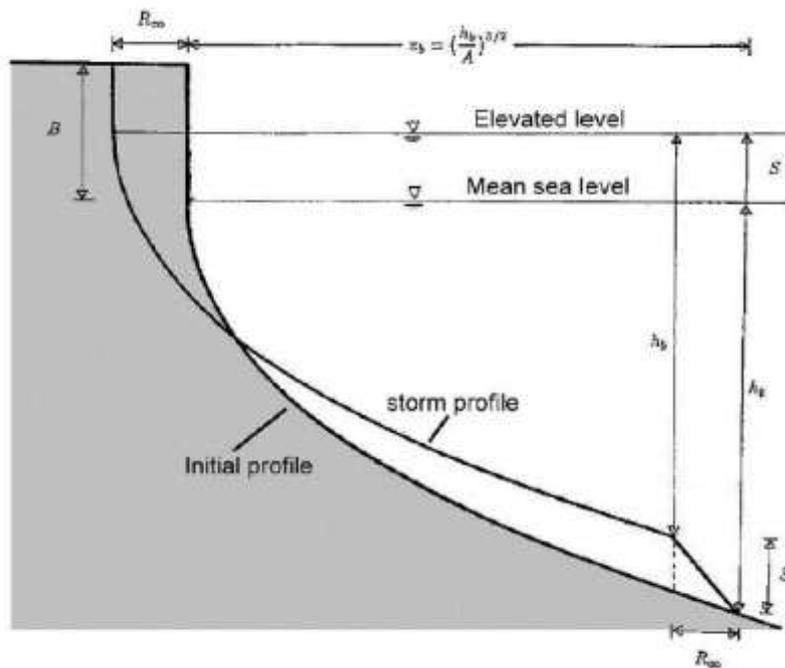


Figura 67: Ilustração do conceito de perfil do modelo.

Das definições acima, a posição de equilíbrio do perfil, a qual será atingida se a atual condição permanecer constante, pode ser obtida como:

$$R_{\infty} = \frac{S \left(x_b - \frac{h_b}{m} \right)}{B + h_b - S/2}$$

Onde S= elevação da superfície da água (devida à maré, ressaca, set-up e run-up da onda).

Nas simulações os parâmetros foram determinados das condições de ondas obtidas próximas à costa. A elevação total do nível d'água consiste de duas componentes: 1) maré astronômica e 2) set-up e run-up da onda, como apresentado na seção anterior. O set-up e o run-up da onda foram estimados conforme Ruggiero et al. (2001) Ref. /7/. A equação 1 foi resolvida numericamente para o período total de 1970-2008, em que se tem dados sincronizados de onda e nível d'água.

É importante ressaltar que essas simulações representam somente o recuo da linha de costa devido puramente aos mecanismos de transporte transversais à costa. Isso implica que nessas simulações o volume de areia é mantido constante. As simulações representam a dinâmica da linha de costa, devido ao reposicionamento da areia, em virtude da ação combinada das ondas e níveis d'água. A perda de sedimentos, devido ao transporte longitudinal, deve ser sobreposta às variações da linha da costa apresentadas na Figura 68.

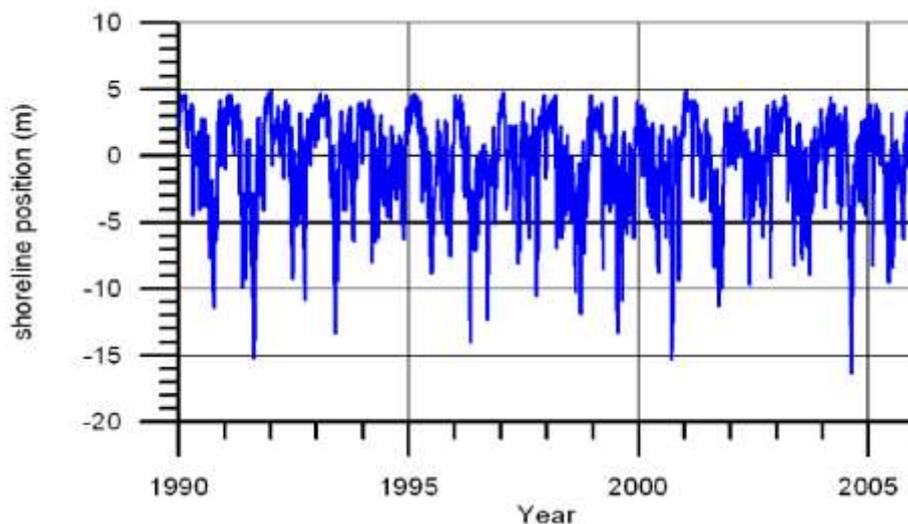


Figura 68: Dinâmica da linha de costa simulada devido à evolução do perfil transversal.

A Figura 69 apresenta o recuo e o avanço da linha de costa devido à ação combinada de ondas e de flutuações do nível d'água. As análises foram realizadas para um perfil praiial típico,

obtido dos dados batimétricos levantados em 2009 pelo INPH. Observou-se que ocorrem frequentemente durante o ano flutuações na linha de costa da ordem de 10m. Foi observada, também, uma variação sazonal. No período entre janeiro e agosto a linha de costa está erodindo, enquanto que no período de setembro a dezembro a linha de costa está engordando.

Estatísticas extremas de flutuações da linha de costa foram obtidas das simulações nos modelos (ver Figura 69). Dessas estatísticas extremas foi obtida a erosão máxima da linha de costa para vários períodos de recorrência. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.

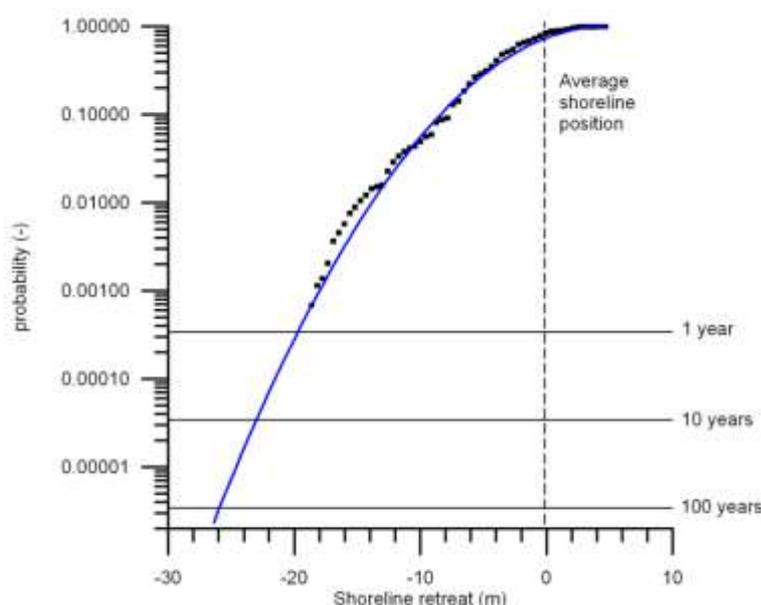


Figura 69: Estatística extrema da dinâmica da linha de costa devido ao desenvolvimento do perfil.

Período de recorrência	Recuo da linha de costa (m)
1ano	19m
10anos	23m
100 anos	26m

Tabela 5: Estimativa do recuo máximo da linha de costa (em metros) para vários períodos de recorrência.

O recuo máximo da linha de costa para um período de retorno de 100 anos foi de aproximadamente 26m. Esse valor deve ser utilizado para o projeto do novo esquema de proteção da linha de costa. Ele indica que no caso de não haver perda de sedimentos de praia, devido ao

transporte longitudinal, a largura da praia deveria ser de, no mínimo, 23m, para evitar danos provenientes do recuo da linha de costa durante eventos extremos.

3.5.6.3 - Arranjo do Esquema de Proteção da Linha de Costa

Os resultados obtidos nas análises da estabilidade no plano e em perfil indicam que um esquema adequado de proteção da linha de costa pode ser criado, o qual consiste de estruturas costeiras, combinadas com engordamento artificial de praia.

As estruturas costeiras são necessárias, para que seja atingida uma configuração de praia estável no plano, a qual seja capaz de absorver as variações sazonais naturais das direções de ondas. A construção de estruturas costeiras permite a criação de várias células de sedimentos menores, nas quais a linha de costa pode atingir uma orientação que esteja em equilíbrio dinâmico com as condições meteomarinhas prevalecentes.

O engordamento artificial de praia é necessário para absorver a mudança de curto prazo do perfil de praia e o recuo da linha de costa que ocorrem durante ressacas.

O esquema selecionado consiste de estruturas curvilíneas, com um comprimento de 220m, medido a partir do nível médio d'água atual. O espaçamento longitudinal entre duas estruturas vizinhas é de 700m (Figura 70).

A Figura 70 mostra um trecho unitário do esquema de proteção da linha de costa recomendado.

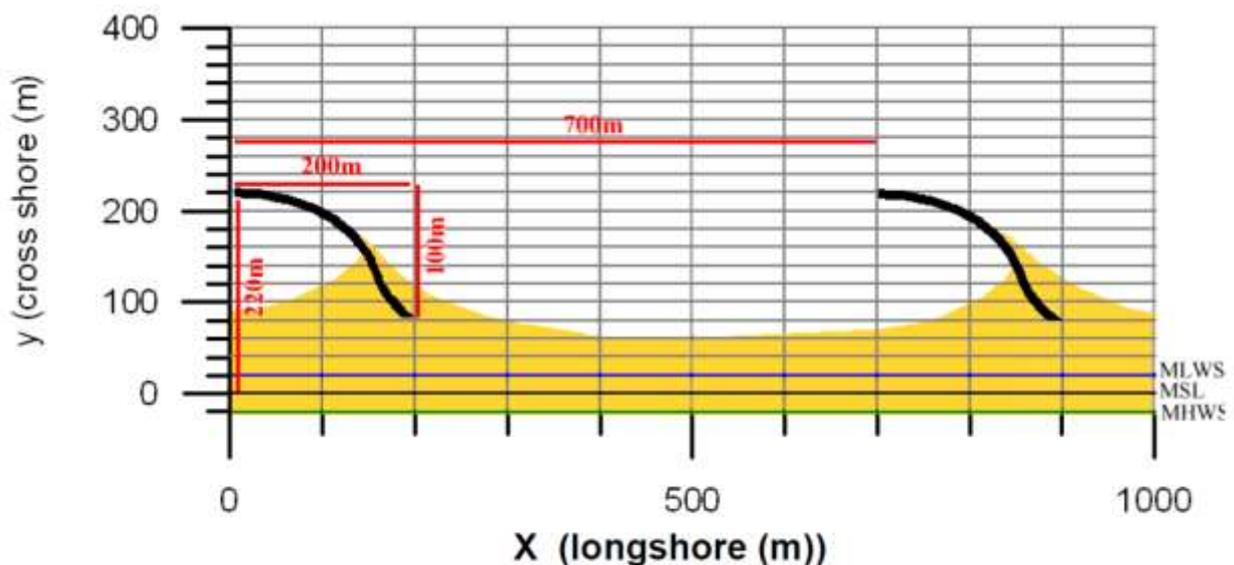


Figura 70: Trecho unitário do esquema de proteção da linha de costa, consistindo de estruturas costeiras curvilíneas, combinadas com engordamento artificial de praia.

As estruturas costeiras têm uma forma curvilínea, que irá ajudar a evitar o risco de correntes transversais, que são perigosas para os banhistas e causam perda de sedimento para águas mais profundas. A forma e a curvatura das estruturas devem ser otimizadas, usando-se uma modelagem avançada 2D. Isto está além do escopo deste trabalho.

A Figura 71 mostra a localização das estruturas costeiras ao longo da área do projeto.

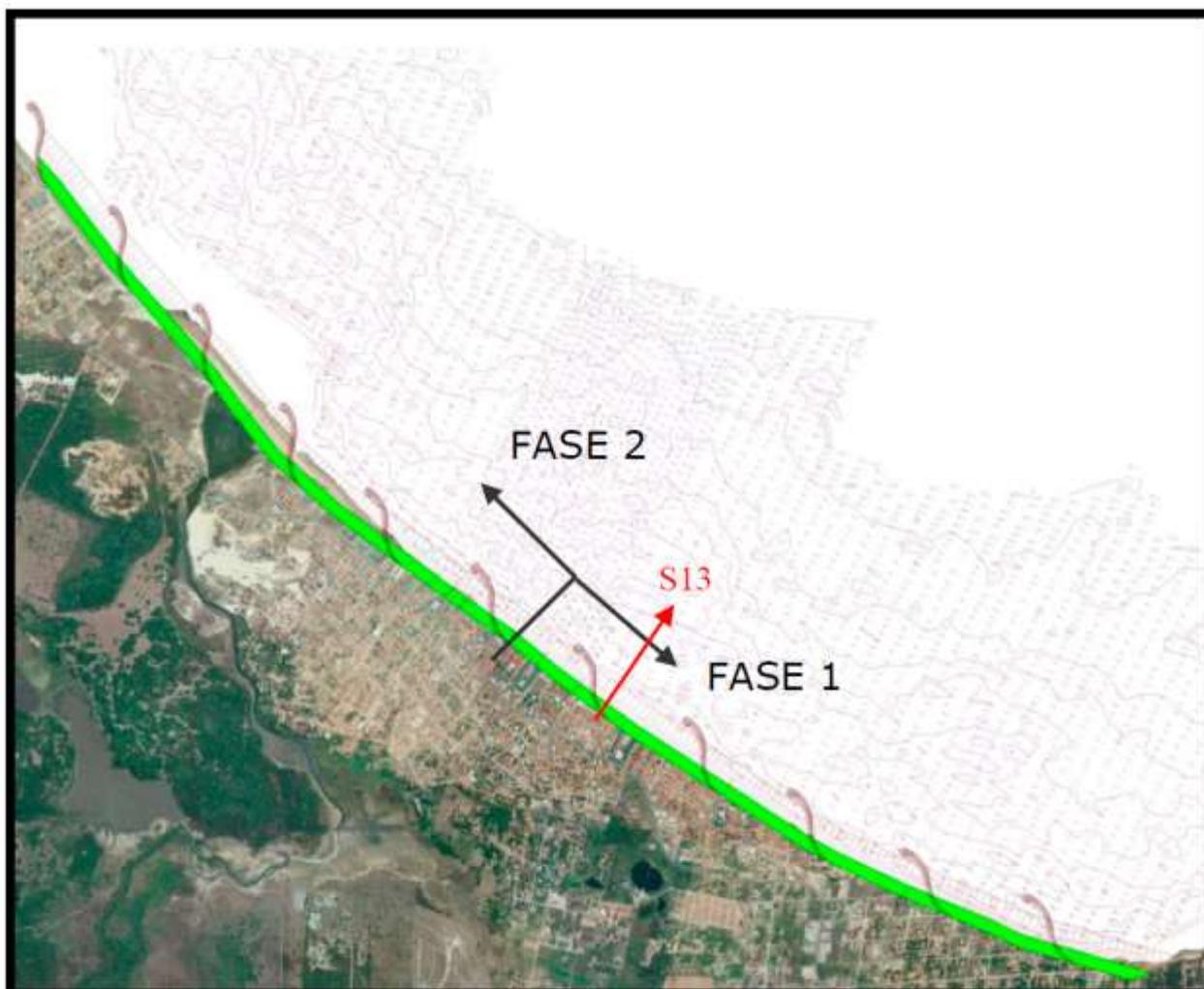


Figura 71: Arranjo preliminar do novo esquema de proteção da linha de costa, mostrando as duas fases construtivas.

A Fase 1, considerada Fase inicial, será implantados os primeiros três enrocamentos, numerados de espigões 3, 5 e 7. A tabela 6, apresenta as coordenadas aproximadas de cada enrocamento na área do projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia – CE.



Ponto	Coordenada (UTM)	
	24 M GS-84	
Espigão 1 (Pacheco)	539.800	9.592.550
Espigão 2 (Pacheco)	539.000	9.592.726
Espigão 3 (Pacheco)	538.478	9.593.045
Espigão 4 (Icaraí)	537.900	9.593.600
Espigão 5 (Icaraí)	537.299	9.539.804
Espigão 6 (Icaraí)	536.750	9.594.250
Espigão 7 (Icaraí)	536.185	9.594.645
Espigão 8 (Icaraí)	535.600	9.595.100
Espigão 9 (Tabuba)	535.180	9.595.700
Espigão 10 (Tabuba)	534.700	9.596.150
Espigão 11 (Tabuba)	534.300	9.596.800

Tabela 6: Coordenadas geográficas da locação das estruturas de enrocamento.

O arranjo do esquema de proteção da linha de costa pode precisar ser ajustado, durante o detalhamento da obra, como parte do projeto executivo.

O arranjo preliminar poderá ser executado em duas fases: a primeira fase, com cerca de 2,1 km de extensão, será constituída por três estruturas costeiras. Estas estruturas estão localizadas na praia de Icaraí, sendo situada nos perfis de praia levantados pelo INPH. As estruturas são numeradas de 3, 5 e 7.

As estruturas costeiras apresentadas para o Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia – CE, apresentam uma forma curvilínea, que irá ajudar a evitar o risco de correntes transversais, que são perigosas para os banhistas e causam perda de sedimento para águas mais profundas, bem como aumenta a sombra de proteção costeira. A forma e a curvatura das estruturas devem ser otimizadas, usando-se uma modelagem avançada 2D, que será apresentado nos projetos executivos.

As figuras 72, 73 e 74 mostram detalhes dessas estruturas.

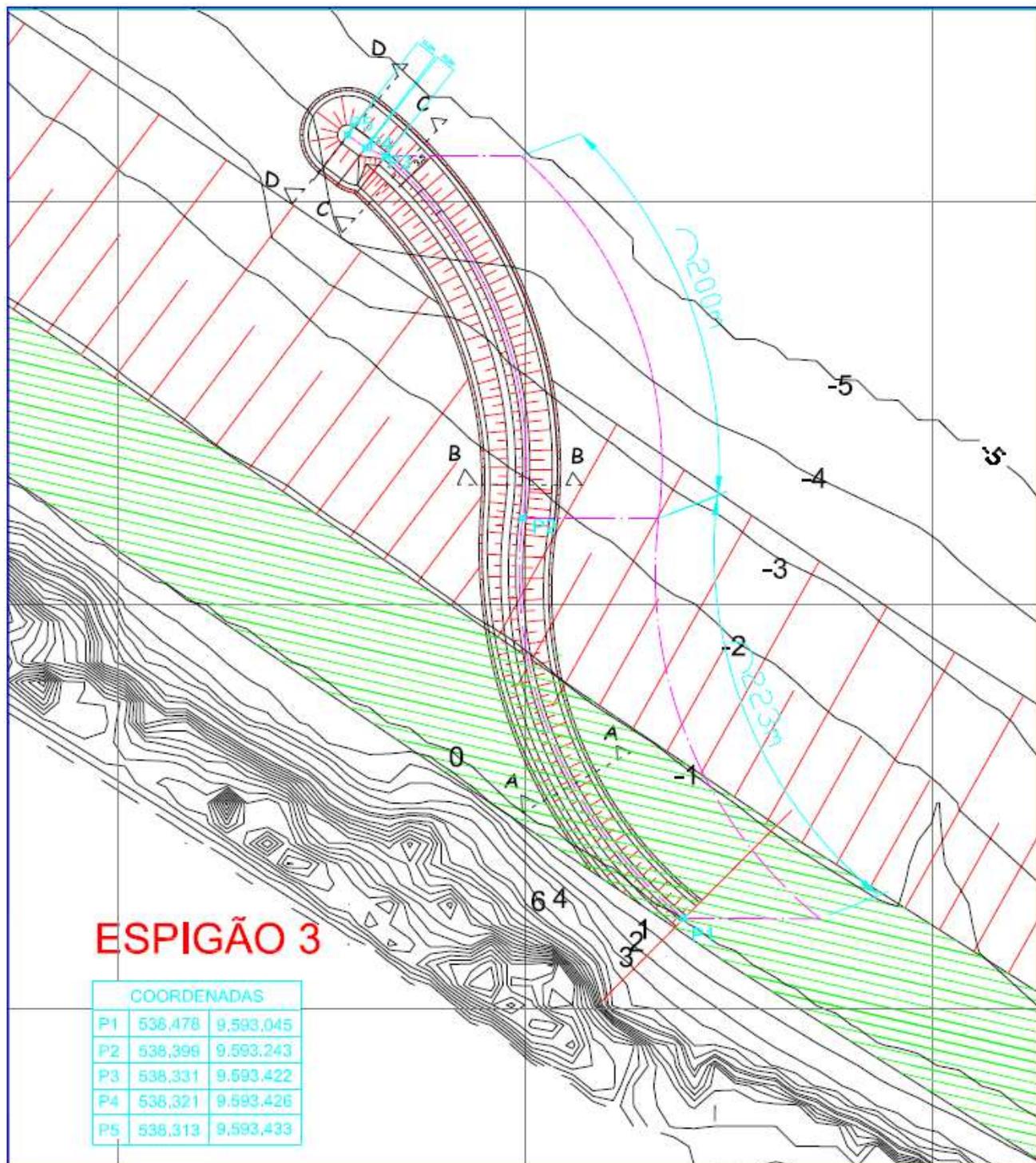


Figura 72: Detalhe do esquema de proteção da linha de costa (Espigão 3).

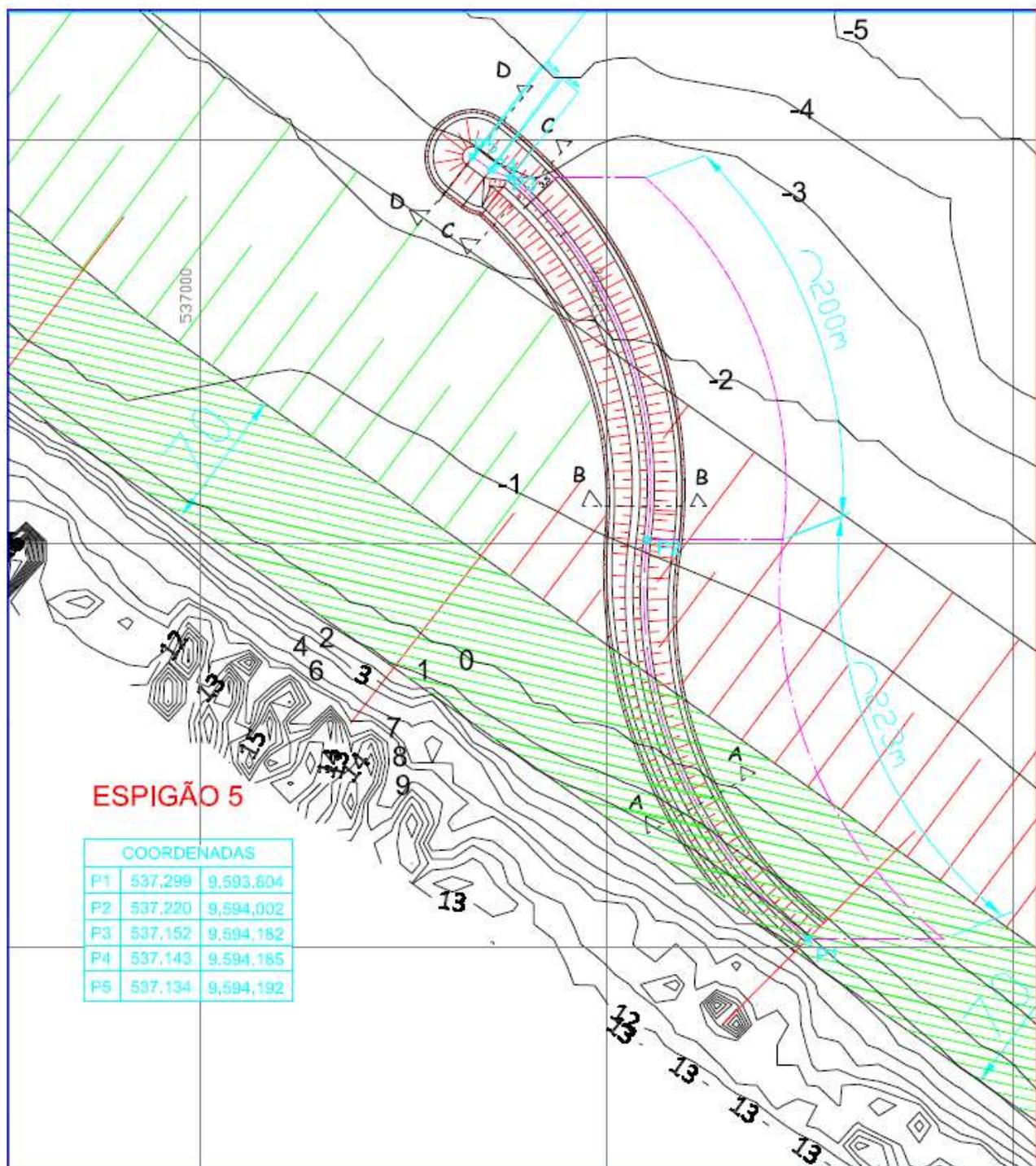


Figura 73: Detalhe do esquema de proteção da linha de costa (Espigão 5).

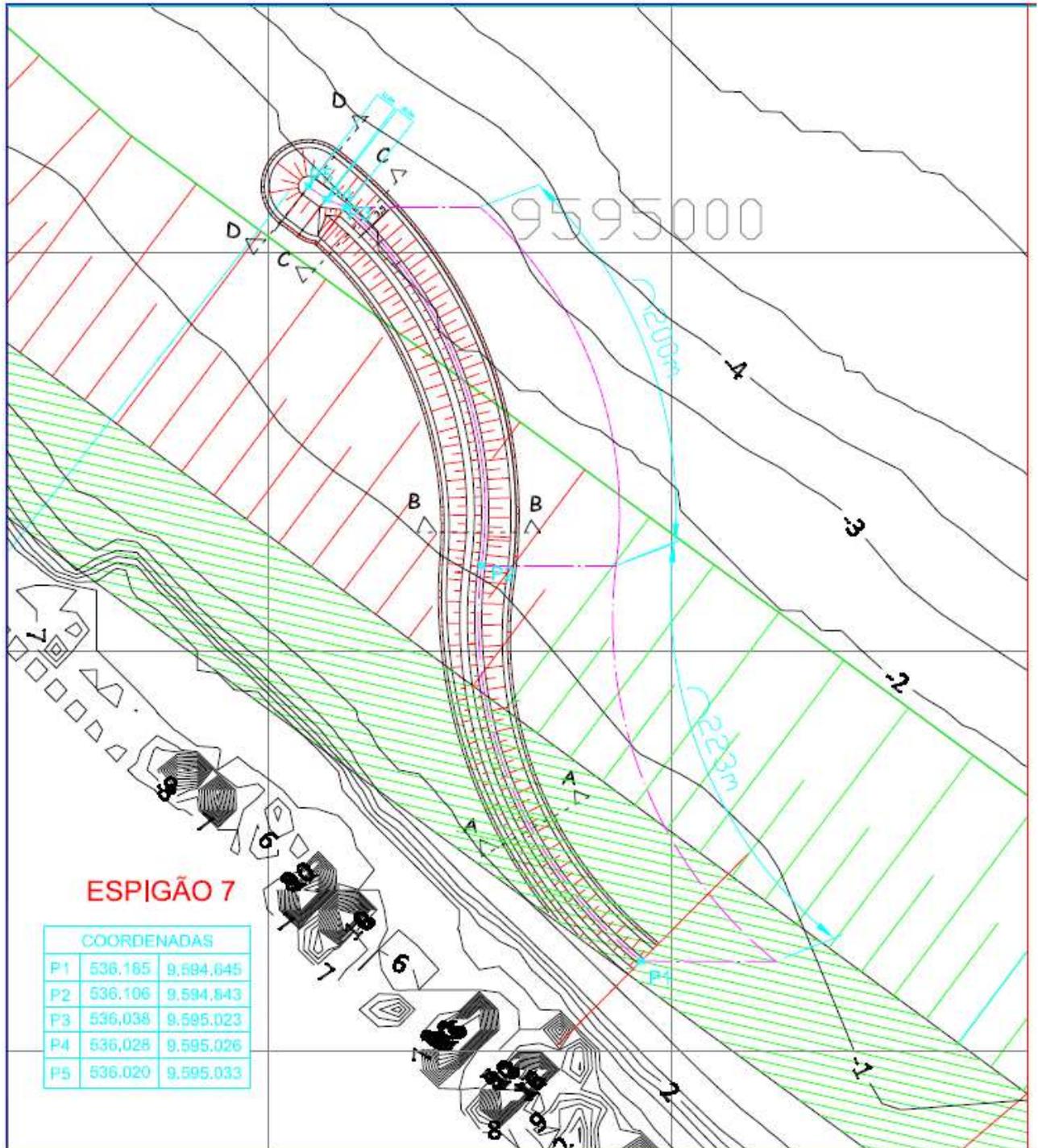


Figura 74: Detalhe do esquema de proteção da linha de costa (Espigão 7).



A segunda fase, contará com cerca de 5 km de extensão, será constituída por oito estruturas costeiras, e destina-se a proteger a faixa do litoral situada a Leste e Oeste desta seção, estendendo-se deste ponto até onde foi observado o limite da ocupação humana na faixa litorânea.

O total de rochas a ser utilizada para a implantação de cada espigão é da ordem de 67.500m³. Na primeira fase serão utilizados aproximadamente 78.408,80m³ no espigão 03, 67.548,00m³ no espigão 05 e 67.548,00m³ no espigão 07. O total de rocha a ser utilizado no projeto de recuperação do litoral de Caucaia - CE, monta o volume aproximado de 891.000,00 m³ de rocha. Para os cálculos se utilizou uma segurança, calculada em 20%, totalizando um volume para cada espigão a ser utilizado no projeto de recuperação o volume de 81.000,00 m³ de rocha.

Tendo em vista que no projeto de recuperação do litoral de Caucaia serão construídos um total de 11 espigões, o volume de rocha a ser utilizado no projeto é da ordem de 891.000,00 m³ de rocha. (utilizou-se o valor de 2,4 m³/t).

VOLUMES TOTAIS DE ENROCAMENTO	
Para cada Espigão	
Até 0,3 toneladas	34.543,25 m ³
De 0,3 e 0,5 toneladas	8.195,25 m ³
De 1,0 a 3,0 toneladas	7.088,00 m ³
De 3,0 a 5,0 toneladas	17.721,50 m ³
Total Geral	67.548,00 m ³
Total + 20%	81.057,60 m ³

Tabela 7: Volumes totais para os enrocamentos no litoral de Caucaia-CE.

A seguir serão apresentadas as seções transversais dos espigões 3, 5 e 7, que compõem a compõem a 1º fase do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.

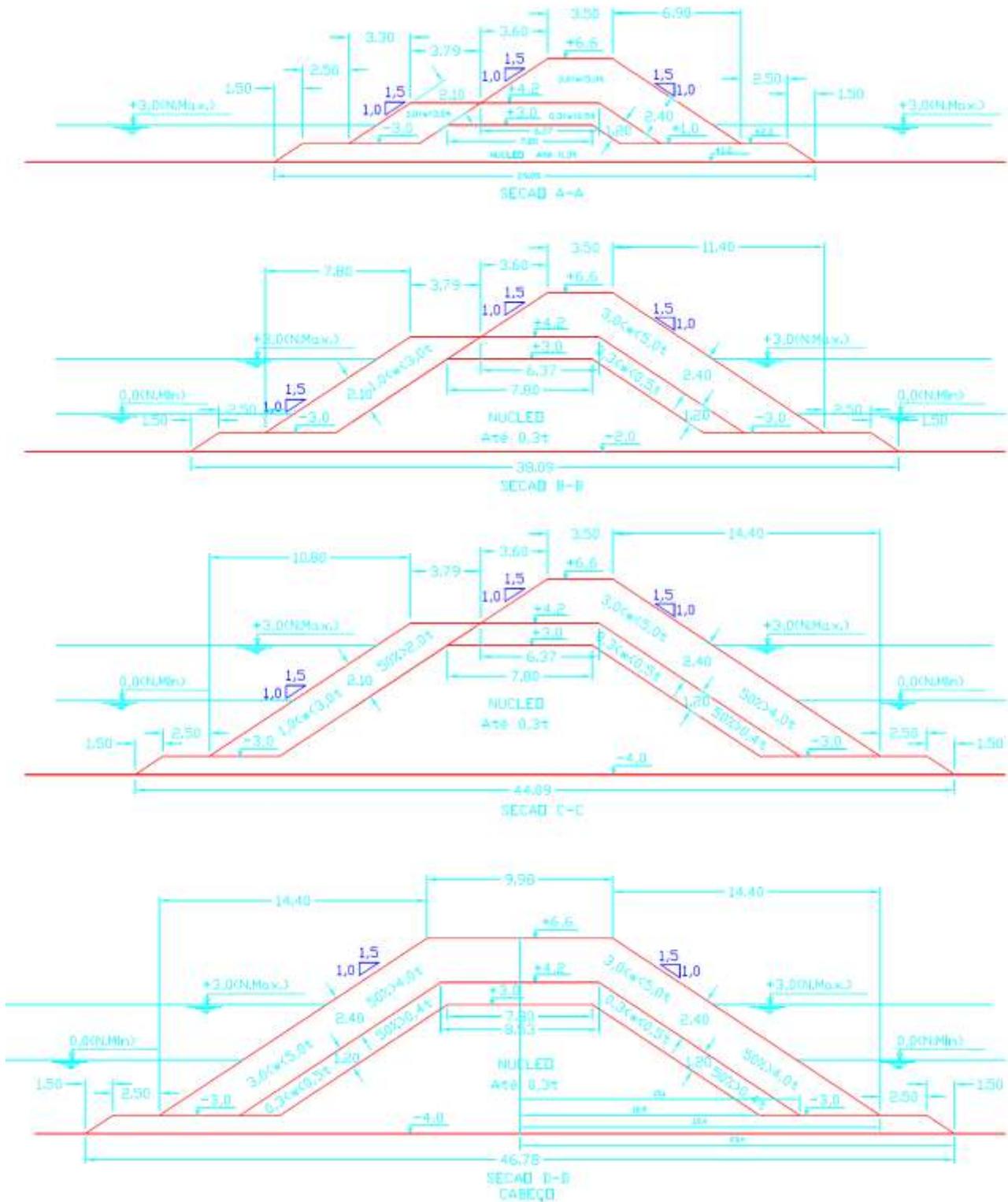


Figura 75: Seção transversal dos espigões em S (Espigão 03), a ser implantados no litoral de Caucaia – CE.

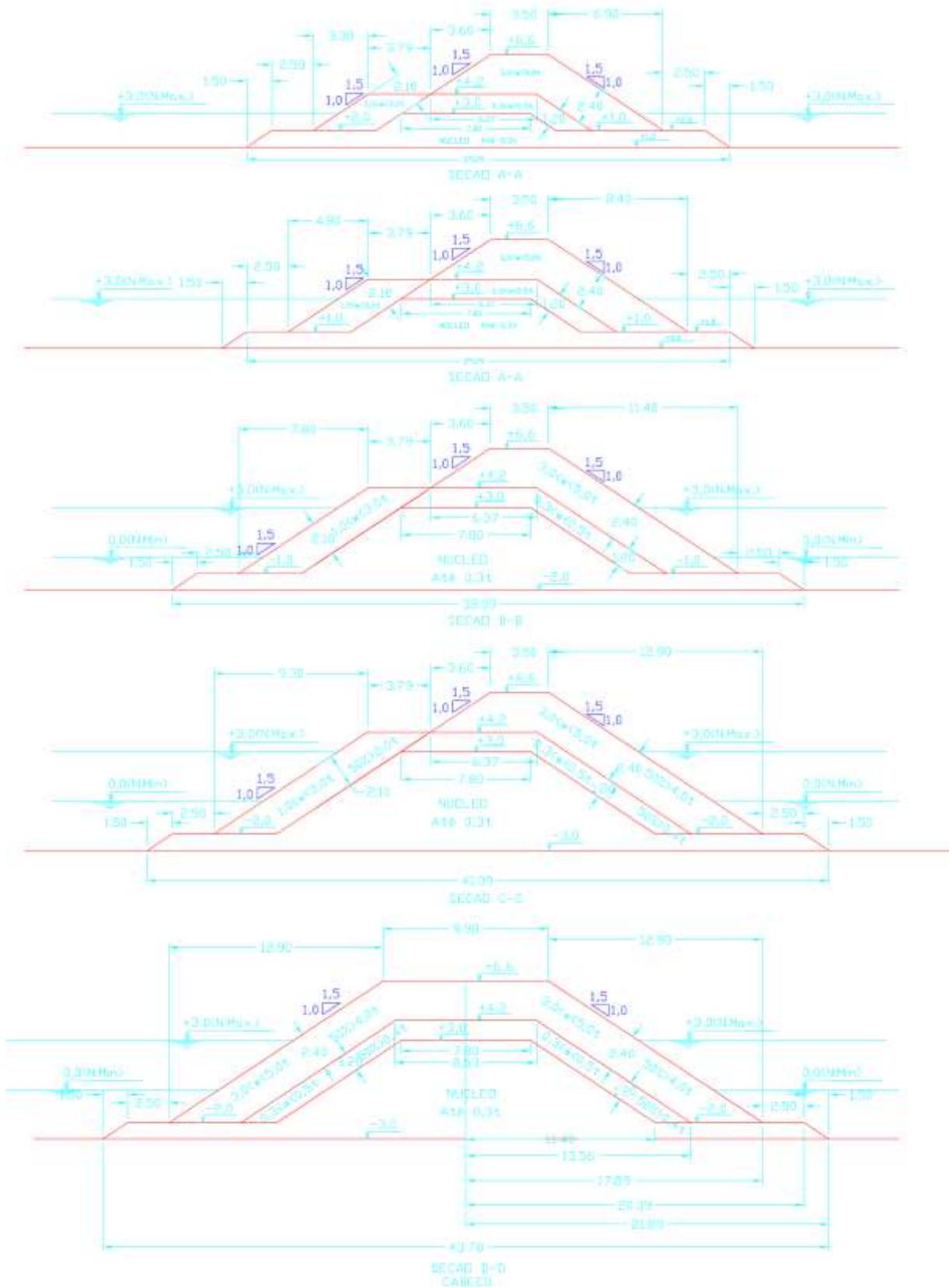


Figura 76: Seção transversal dos espigões em S (Espigão 05), a ser implantados no litoral de Caucaia – CE.

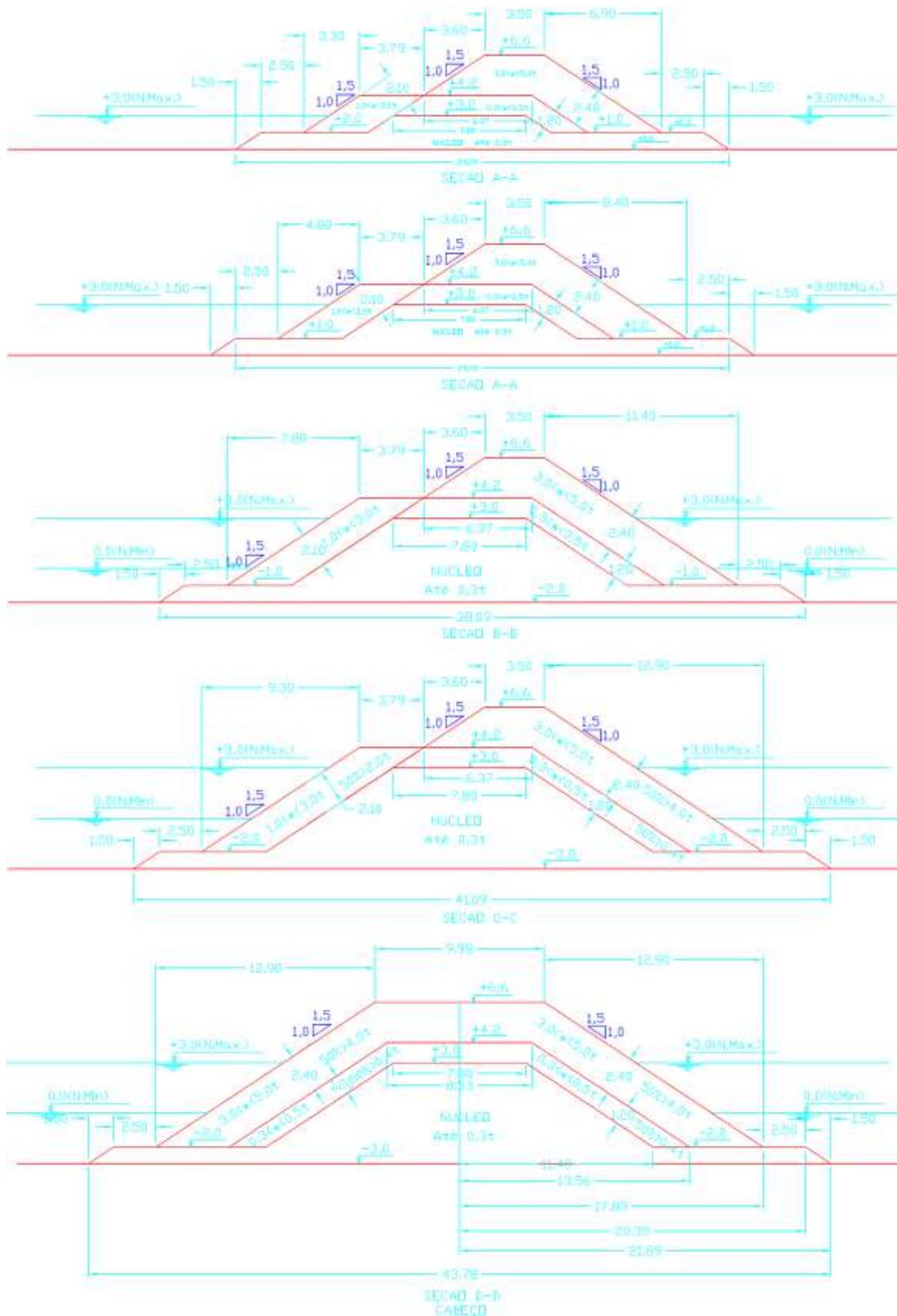


Figura 77: Seção transversal dos espigões em S (Espigão 07), a ser implantados no litoral de Caucaia – CE.



O déficit de aporte de sedimentos de Leste, e a forte tendência de transporte de sedimentos para Oeste, irão, inexoravelmente, fazer com que o processo erosivo avance também sobre a faixa do litoral situada a Oeste da praia do Icaraí. Isto irá ocorrer mesmo que nenhuma intervenção seja feita nesta praia. Por este motivo, é importante estender o esquema de proteção costeira até o limite da ocupação humana na faixa litorânea, para assegurar que nenhum dano venha a ser causado às residências e outras infraestruturas costeiras.

Além das estruturas, recomenda-se um engordamento artificial de praia de 70m. A altura recomendada para o engordamento de praia é 4m (+DHN). Esta altura é suficiente para resistir aos níveis de água extremos que podem ocorrer durante ressacas.

A regeneração ou alimentação artificial de praias consiste, basicamente, na contribuição, usando meios artificiais, de areia para uma área litorânea que tem um equilíbrio sedimentar negativo ou quando a largura da praia apresenta uma dimensão inferior à desejável. Nesta atividade está previsto a mobilização dos equipamentos de dragagem, para a realização da dragagem de material na zona da jazida, o transporte de material da jazida até a praia e a distribuição mecânica do material lançado.

Existem várias classificações orientativas dos tipos de regeneração, sendo a mais comum a que se refere ao sistema de transporte e colocação da areia na praia onde se podem distinguir três métodos: lançamento do material diretamente na zona de arrebenção; lançamento hidráulico na praia; e lançamento ou enchimento mecânico na praia. Os métodos dependem diretamente da profundidade da zona que se deseja construir o aterro hidráulico e do tipo e localização de jazida.

As jazidas de areia próximo ao projeto estão localizadas na zona de “on shore” a oeste do canal de entrada do Porto do Mucuripe (Jazida Submarina), jazida utilizada para o aterro hidráulico da Beira Mar de Fortaleza, estudado no ano de 2019 pelo Instituto de Estudos, Pesquisa e Projetos da Universidade Estadual do Ceará – UECE.

A Jazida da Plataforma Continental ou banco sedimentar, está localizado ao largo da enseada do Mucuripe no litoral nordeste da cidade de Fortaleza, próximo ao molhe de proteção do Porto do Mucuripe a uma distância de 11 Km das Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba. Estudos demonstraram que esse banco surgiu a partir de 1940 com a implantação da área portuária e seu respectivo molhe de proteção, quando a dinâmica sedimentar foi modificada, redirecionando fortes

ondas em direção à linha de costa que dispersou os sedimentos para a plataforma continental interna.

Para a batimetria da área da Jazida foi utilizada uma ecossonda, aparelho submerso e preso ao barco que determina a distância entre o transdutor e o assoalho submerso; o procedimento é realizado através do cálculo de diferença de tempo entre o momento inicial de transmissão de uma onda ultrassônica até o fundo e o seu retorno ao transdutor.

A aquisição dos dados foi realizada pela equipe responsável pelo Projeto Executivo e executada em tempo real com intervalos de transmissão de 1,0 segundo. Todos os dados são coletados sob o formato internacional NMEA (National Marine Electronics Association). A projeção definida foi o Datum WGS 84 e as medidas de profundidade em unidades métricas.

A batimetria realizada no ano de 2010 está apresentada na figura 78, na qual podemos observar bancos arenosos com cristas apresentando profundidades inferiores a 10 metros. O volume do banco arenoso foi calculado em 12.600.000m³ de sedimentos arenosos.

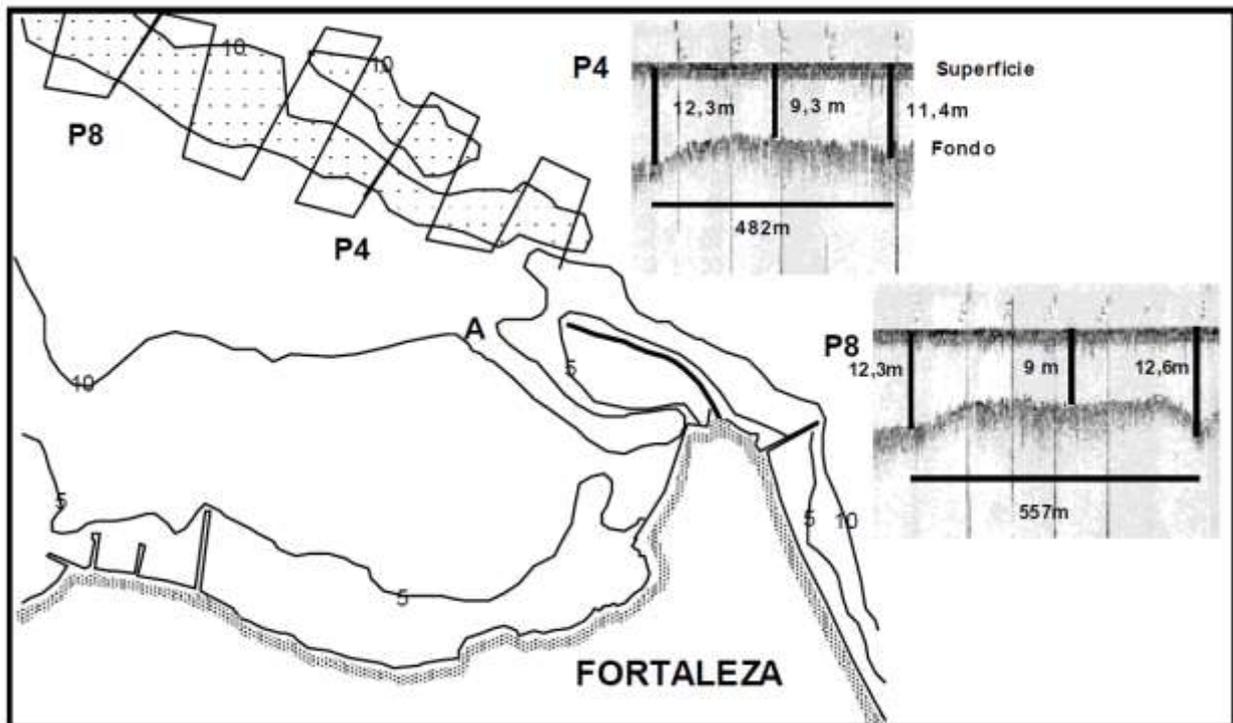


Figura 78: Batimetria da Área da Jazida da Plataforma Continental.

A análise sedimentológica da jazida foi realizada utilizando os dados coletados e analisados em 2010, quando da execução do EIA do aterro da Beira Mar, e comparados com os dados da empresa Jan De Nul, responsável pela execução dos trabalhos de dragagens na praia da Beira Mar de Fortaleza, que realizou campanhas na área no ano de 2018.

Os dados apresentados no EIA em 2010 mostram que foram coletadas 82 amostras de fundo e que posteriormente foram processadas em laboratório com equipamento a laser Culter Counter LS. Essas 82 amostras cobrem todo o banco sedimentar que poderia ser utilizado como jazida. Como veremos mais adiante, a empresa JDN coletou 67 amostras, das quais 62 foram analisadas, na área específica onde serão realizadas as dragagens dentro da jazida escolhida pelo projeto.

O resultado da análise das 82 amostras coletadas na jazida (área ampla) em 2010 mostra que a cobertura sedimentar está composta por uma porcentagem elevada de areias quartzosas grossas (54%), seguida por areias médias (45%) e, em algumas zonas localizadas, presença de areias finas. Em relação à distribuição espacial do tamanho do material, observa-se a presença de areias médias no início da barra ($D_{50}=0,35\text{mm}$) e na zona próxima ao porto, e areias grossas no restante da barra ($D_{50}=0,45$ a $0,60\text{ mm}$). A utilização deste material irá atribuir um elevado grau de estabilidade ao material de regeneração (Figura 79).

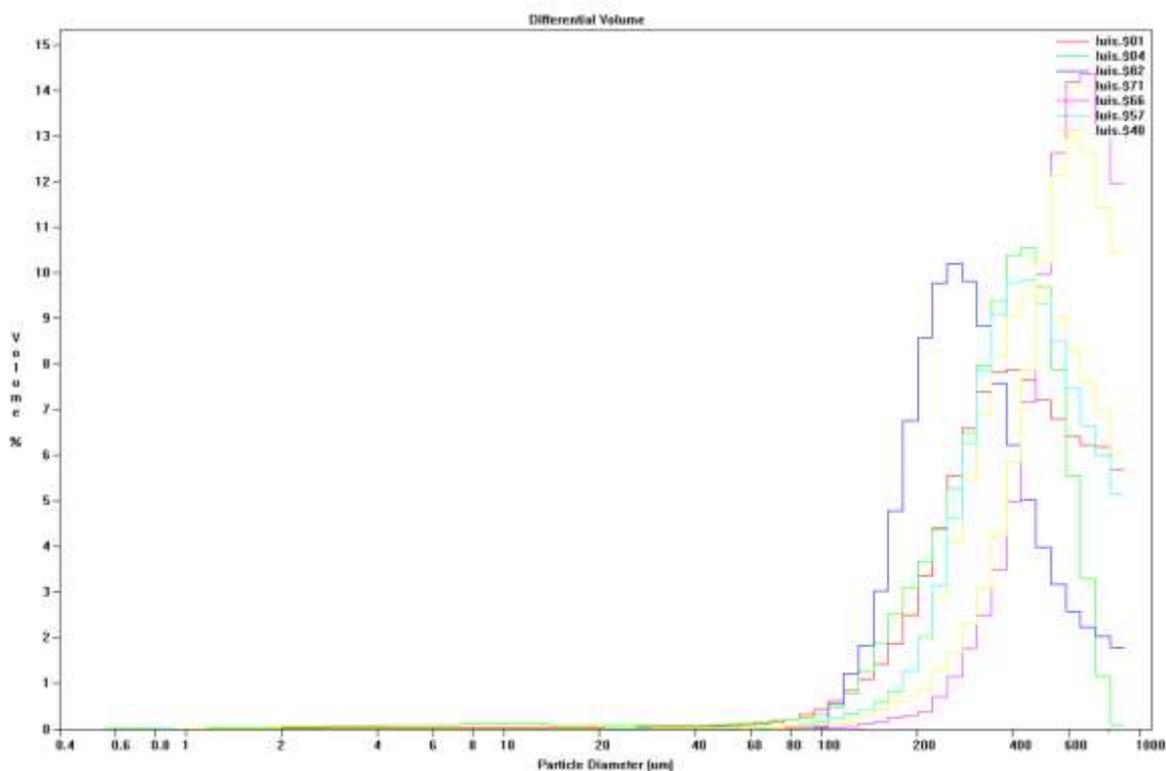


Figura 79: Resultado das análises granulométricas do material da barra submersa, observar a boa seleção e o elevado D_{50} deste material. Fonte: EIA (2011).

No ano de 2018 foram realizadas coletas de 67 amostras de sedimentos na área escolhida para a dragagem dentro da área de jazida do projeto executivo (quadrilátero vermelho da figura 80). Destas 67 amostras coletadas na plataforma continental foi possível realizar análises granulométricas em 62 delas.

No trabalho realizado pela empresa Jan De Nul, demonstrou que a maioria das amostras era composta de areia, principalmente areia grossa e cascalho. No lado sul, a areia é de tamanho médio e, ao norte e oeste, mais cascalho está presente.

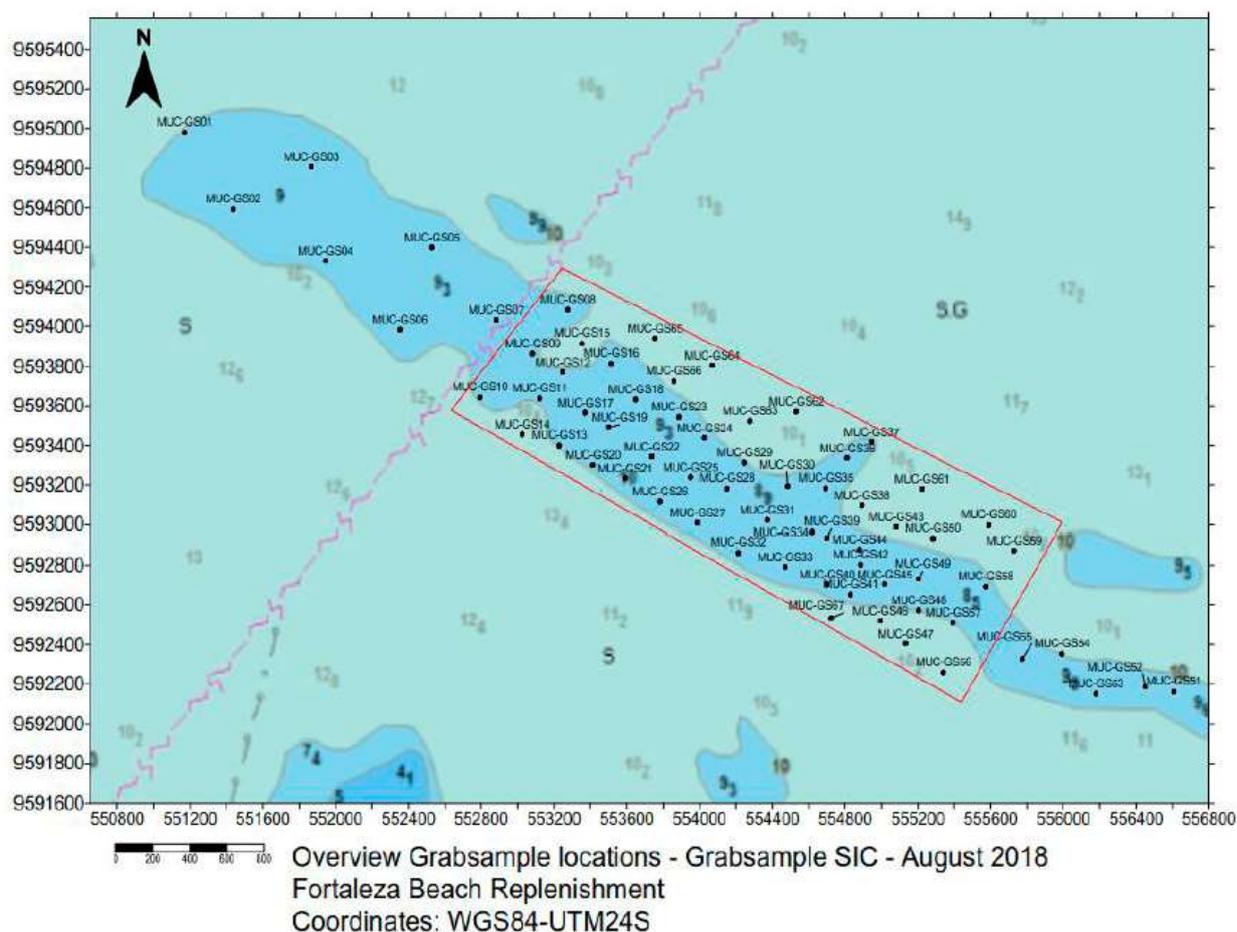


Figura 80: Localização das 62 amostras coletadas na área de dragagem da jazida da Plataforma Continental, em Fortaleza – CE. Fonte: Jan De Nul (2018).

Foram 67 amostras coletadas para serem analisadas granulometricamente. Os resultados do laboratório foram entregues em 10/09/2018 e as análises foram realizadas com peneiramento das amostras. No total, 62 amostras foram analisadas. Existe uma distinção clara entre areia mais

grossa e areia e areia mais fina (média a grossa), com possivelmente algum cascalho presente. Esses dois tipos de areia foram divididos nas curvas da peneira e os resultados podem ser encontrados abaixo (figura 81).

As amostras foram classificadas em dois grupos, um conjunto com 40 amostras classificadas como “grosseiras” (Coarse) e um conjunto de 22 amostras classificadas como “melhor” (Finer). A classificação “melhor” é uma classificação operacional que significa que as amostras mesmo com granulometrias grosseiras são de melhor qualidade para a dragagem.

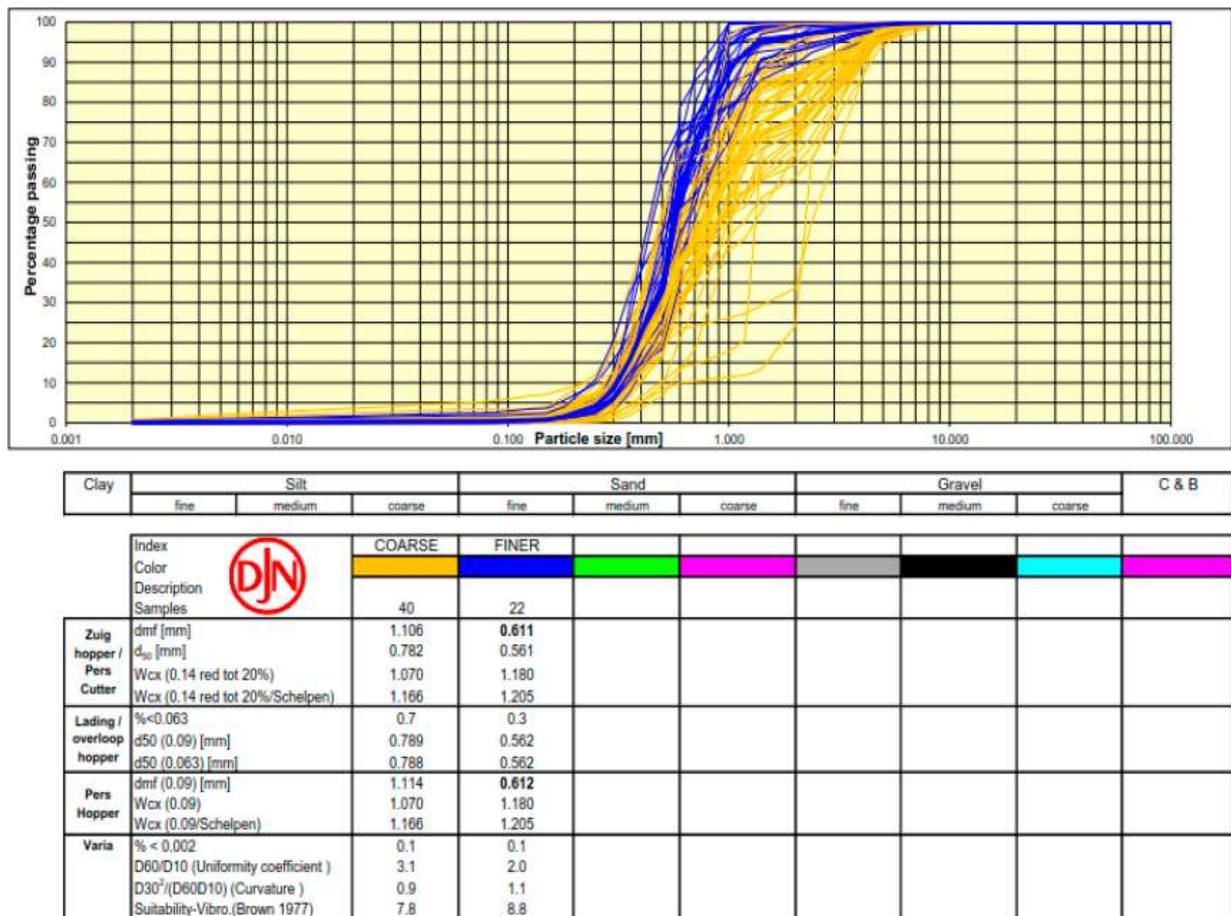


Figura 81: Resultados das análises granulométricas das 62 amostras coletadas na jazida da Plataforma Continental, em Fortaleza – CE. Fonte: Jan De Nul (2018).

É importante frisar que os resultados demonstrados na figura 81 apresentam 93,0% de areias grossa, média e fina, com apenas 7%, abaixo da peneira 0,063, composto de silte e argila. Além desse valor pequeno (7% de finos), somente 1% passou pela peneira menor que 0,002, mostrando a quase inexistência de argila nesta jazida. Essa informação garante a não formação de pluma na área do aterro.



Em 2010 a análise de toda a jazida apresentou 54% de areia grossa, média e fina, enquanto na área específica (análises de 2018) a porcentagem desse material é de 93%, indicando um material de excelente qualidade para dragagem e aterro. Também em 2010 foi detectado um d50 entre 0,45 e 0,60, enquanto que no material coletado em 2018 o d50 variou de 0,56 a 0,78, mais uma vez demonstrando que a área específica autorizada para a dragagem encontra material de melhor qualidade.

A Resolução CONAMA 454/2012 que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional, em seu Artigo 7º, diz que fica dispensado de caracterização química, ecotoxicológica e outros estudos complementares referentes à caracterização, o material a ser dragado que atenda a uma das seguintes características e condições: (...) II – For composto por areia grossa, muito grossa, cascalho ou seixo igual ou superior a 50%.

Como se observa, devido ao $d_{50}=0,56$ a $0,78$ mm (areia grossa) ser maior que os 50% mínimos exigidos pela Resolução CONAMA 454/2012, a Jazida da Plataforma Continental não tem como reter metais pesados devido à granulometria.

O detalhamento dos procedimentos executivos deverá ser projetado pela companhia que irá executar o aterro hidráulico, pois irá depender principalmente o tipo de draga disponível para o serviço, bem como do tempo desejável de execução.

Usaremos como perfil desejado, uma praia de 70 metros, sendo o volume estimado através do trabalho de aterro hidráulico feito através de modelamento, que apresentou um aterro de cerca de $11,2 \text{ m}^3$ por m^2 de praia. Com uma extensão planejada para o aterro hidráulico, compreendido entre a praia do Pacheco e a Tabuba, com aproximadamente 7.700 metros (distância entre os espigões). Com uma praia estimada de 70m, se obtém o valor de 539.000 m^2 , sendo o total de aterro no litoral de Caucaia de aproximadamente $6.036.800,00 \text{ m}^3$.

Durante a execução das obras deverão ser tomadas medidas visando resguardar os direitos públicos e privados, principalmente em relação à prevenção de acidentes e direitos do cidadão.

O senso comum da fiscalização e do executante julgará da conveniência de adequar parcialmente as dimensões das obras, visando uma maior segurança e/ou rapidez na execução.

Imediatamente após a implantação das estruturas e o engordamento artificial das praias a areia localizada na linha d'água será reposicionada para mais fundo, ao longo do perfil.

Deste modo, o perfil transversal inicial atingirá uma forma que estará em equilíbrio com as condições hidrodinâmicas. Os ajustes do perfil inicial irão causar um recuo da linha de costa de até 10m.

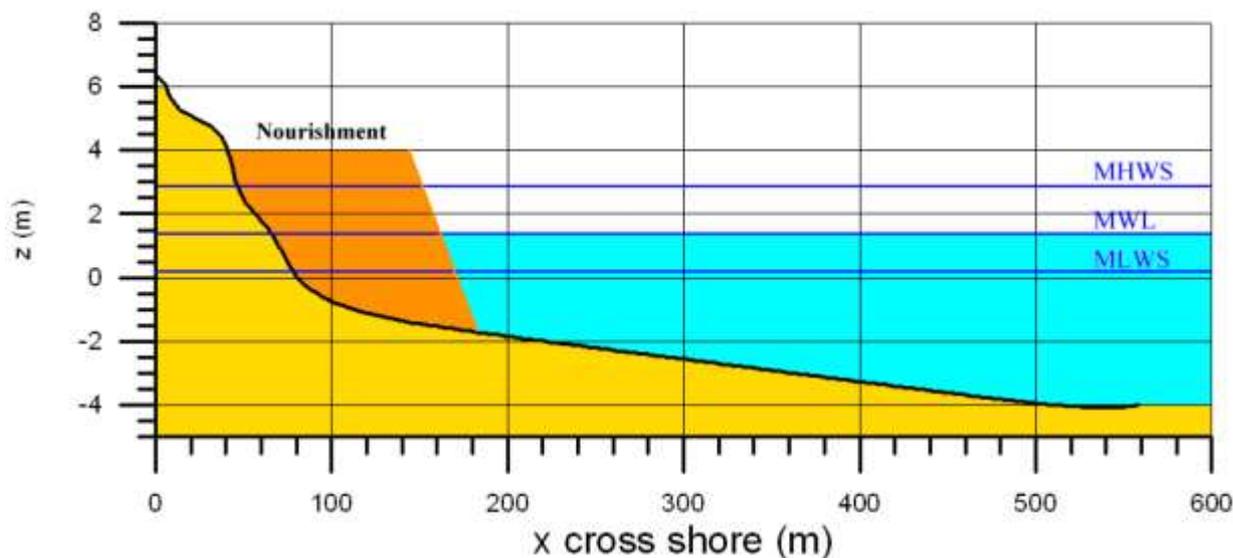


Figura 82: Perfil transversal com o engordamento de praia inicial.

A areia usada no engordamento artificial deverá ser areia marinha bem graduada, com uma granulometria igual ou mais grossa do que a do sedimento natural. Areia mais grossa do que 0.8mm não é recomendada, porque tal areia iria criar uma praia íngreme, perigosa para os banhistas.

O perfil transversal está ilustrado na Figura 82. O perfil original foi tirado das medições de perfis de praia realizadas pelo INPH ao longo da área do projeto. A área entre -1m e -4m foi interpolada, uma vez que existe uma brecha entre o perfil de praia e o levantamento batimétrico.

Recomenda-se medir os perfis inteiros, pelo menos em alguns locais críticos. Em alguns locais da área do projeto o fundo do mar está localmente coberto por rochas. Esta informação é importante para o projeto detalhado do arranjo das estruturas. O engordamento artificial de praia está indicado na cor laranja na Figura 82. A altura do engordamento é 4m + DHN.

A largura recomendada para o engordamento é de 70m. O talude inicial da praia na extremidade do engordamento mar-a-dentro é de aproximadamente 1:10.

Depois de trabalhado pela ação das ondas, o talude da praia irá se tornar mais suave na parte submersa do perfil, causando um pequeno recuo inicial da linha de costa.

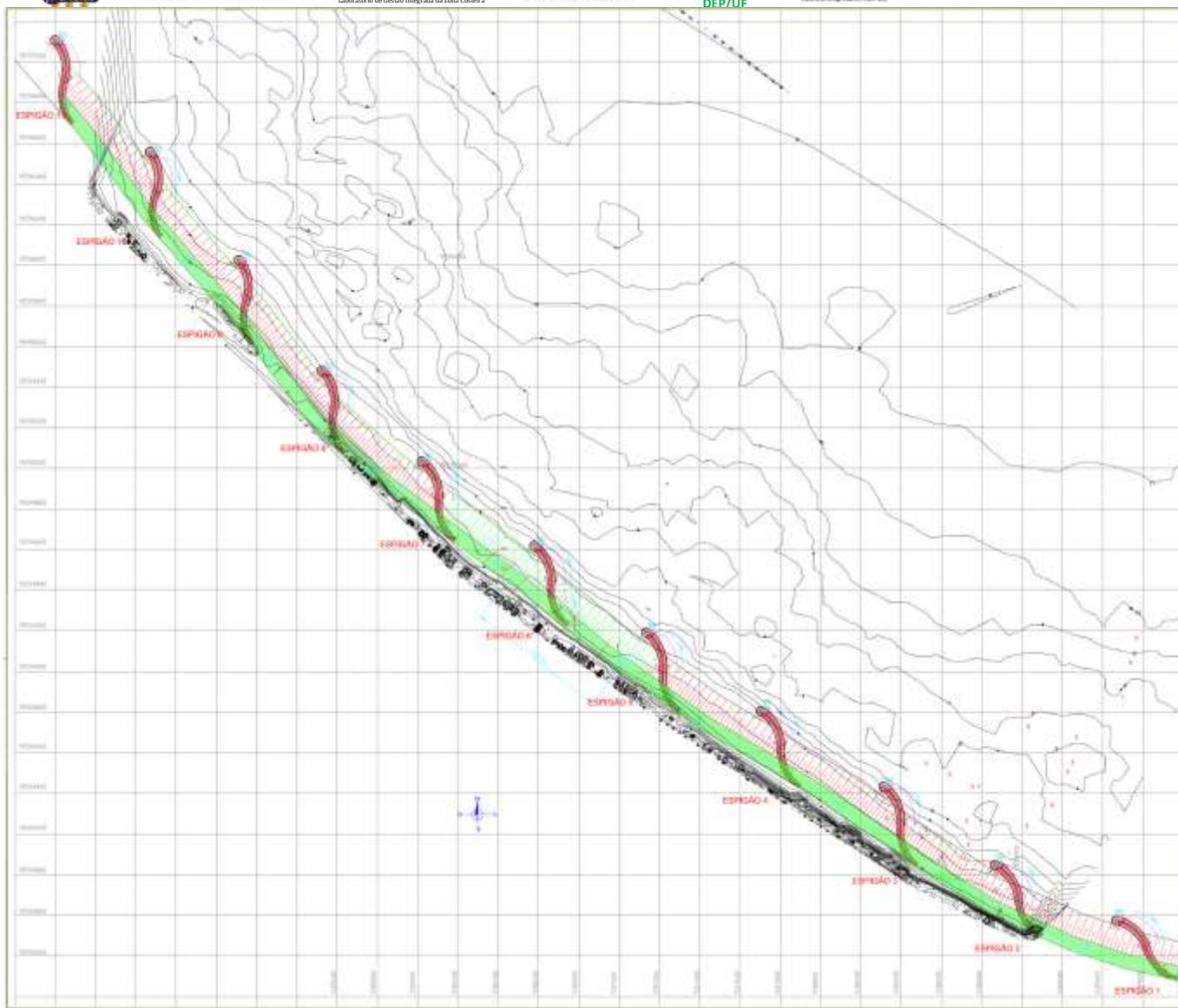


Figura 83: Projeto de Recuperação do litoral de Caucaia - CE.



4.0 - ANÁLISE JURÍDICA

Trata-se da análise jurídica da viabilidade ambiental do projeto de construção de 11 (onze) espigões e de 07 (sete) quilômetros de aterro hidráulico na faixa litorânea de Caucaia-CE, tendo por base a análise do projeto e das legislações pertinentes.

4.1 - Histórico

As modificações da paisagem natural decorrente do processo de avanço do mar, que se agravam todos os anos, causando impactos negativos e na sua grande maioria, muitas vezes irreversíveis, advinda de uma desatenção do ser humano que, denomina erroneamente este fenômeno, como um “desastre da natureza”, levou ao estudo sobre os eventos naturais e antropogênicos que ocorrem nas praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba, no Município de Caucaia-CE, buscando o planejamento do uso, ocupação e a conservação desse ecossistema. A erosão costeira tem destruído a praia, barracas e até mesmo residências e a pesca que era a principal fonte de renda em outras décadas, foi suprimida. Tais fatores culminaram na elaboração de medidas mitigadoras para tentar solucionar essa problemática.

Para conter o avanço do mar, os proprietários das barracas investiam em barreiras de pedras, mas além do alto custo, a cada ressaca do mar elas eram destruídas.

Em março de 2009, foi decretado pelo Governo do Estado do Ceará, a situação de emergência no Município de Caucaia, mais precisamente nas localidades de Pacheco, Iparana e Icaraí, e após analisar diversas tecnologias de contenção do avanço do mar, a Prefeitura de Caucaia, optou pela construção do Dissipador de Energia *Bagwall*, estrutura esta que se assemelha a uma escadaria (degraus), construída longitudinalmente à costa e projetada para dissipar a energia das ondas, evitando que o espraio máximo das ondas (*wave run-up*) atinja a frente urbana marítima e provoque mais prejuízos.

A medida de contenção do avanço do mar não logrou êxito, e é incontestável a erosão costeira nessa região. Confrontando com a realidade atual e fazendo um resgate histórico da Praia do Icaraí, verifica-se uma visível diferença: antes se observava a beleza da praia e a população podia desfrutar do conforto e comodidade das barracas e das boas ondas para a prática do *surf*, porém, o cenário atual encontra-se transformado de maneira significativa e negativa.



4.2 - Da Justificativa e Caracterização do Projeto

Os estudos de modelagem matemática que foram feitos para avaliar as condições anuais da oceanografia (ondas, correntes, etc) no litoral de Caucaia, Estado do Ceará, permitiram desenvolver um esquema de proteção da linha de costa capaz de deter o processo erosivo e recuperar a balneabilidade das praias do Município.

As condições da oceanografia na área do projeto foram obtidas a partir de dados de ondas oceânicas, simulados por um modelo global de geração de ondas, aos quais foi aplicado um estudo numérico de transformação de ondas.

4.2 - Da Avaliação dos Impactos Ambientais

A orla Caucaia com sua extensão de 44 Km e sendo um dos principais pontos turísticos do Estado, mereceu que o poder público realizasse o Projeto Orla de Caucaia, que surge como ferramenta fundamental de planejamento sustentável da orla marítima de Caucaia, visando garantir a proteção jurídica da posse e a melhoria da qualidade de vida das famílias de baixa renda e a regulação fundiária.

Entendida como processo integrado de ações urbanísticas, ambientais, jurídicas e sociais, a regularização fundiária, sendo um dos instrumentos da política urbana, conforme estabelece o Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), tem por objetivo contribuir com o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana.

A aplicação de seus instrumentos dá-se mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, assim como a titulação da posse das famílias, consideradas sua situação econômica e as normas ambientais.

Verifica-se nas praias do Município de Caucaia, uma modificação acentuada na paisagem natural, provocada pela urbanização e erosão marinha.

Tomando a orla como um todo, verificou-se que os principais impactos observados foram relacionados com a erosão costeira, bem como a com a necessidade de regularização fundiária e saneamento básico para a melhoria da qualidade de vida das populações, bem como das demais atividades relacionadas, como o lazer, o turismo e a biodiversidade.



4.3 – Do Fundamento Jurídico

A legislação ambiental do espaço urbano-litorâneo é ampla e nos traz regras para o ordenamento urbano do litoral.

A Constituição federal brasileira de 1988 sofreu, no que toca ao reconhecimento do dever estatal de proteção do ambiente. Discorre sobre matéria ambiental, trazendo em seu texto um capítulo dedicado à proteção e defesa do meio ambiente, sua função social e a garantia de que todos têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado.

Em seu Art. 182, versa:

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

§ 3º As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I - parcelamento ou edificação compulsórios;

II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.



A propriedade só se justifica se utilizada com respeito ao meio ambiente.

O Código Civil em seu art. 1228, §1º dispõe:

Art. 1.228. O proprietário tem a faculdade de usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem quer que injustamente a possua ou detenha.

§ 1º O direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas.

O Art. 225 da Lei Maior prevê o ordenamento urbano e a responsabilidade do Poder Público e dos cidadãos a proteção do meio ambiente. O compartilhamento de responsabilidades ambientais entre todos os entes da federação bem demonstra a preocupação do constituinte com a questão ambiental e o dever de todos em tutelar o meio ambiente:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;



IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

Além da Carta Magna a Constituição do Estado do Ceará também contemplou a proteção do ambiente:

Art. 259. O meio ambiente equilibrado e uma sadia qualidade de vida são direitos inalienáveis do povo, impondo-se ao Estado e à comunidade o dever de preservá-los e defendê-los.

Parágrafo único. Para assegurar a efetividade desses direitos, cabe ao Poder Público, nos termos da lei estadual:

I - manter um órgão próprio destinado ao estudo, controle e planejamento da utilização do meio ambiente;

II - manter o Conselho Estadual do Meio Ambiente - COEMA;

III - delimitar, em todo o território do Estado, zonas específicas para desapropriação, segundo critérios de preservação ambiental e organizados de acordo com um plano geral de proteção ao meio ambiente;

IV - estabelecer, dentro do planejamento geral de proteção do meio ambiente, áreas especificamente protegidas, criando, através de lei, parques, reservas, estações ecológicas e outras unidades de conservação, implantando-os e mantendo-os com os serviços públicos indispensáveis às suas finalidades;

V - delimitar zonas industriais do território estadual para a instalação de parques fabris, estabelecendo-os mediante legislação ordinária, vedada a



concessão de subsídios ou incentivos de qualquer espécie, para a instalação de novas indústrias fora dessas áreas;

VI - conservar os ecossistemas existentes nos seus limites territoriais, caracterizados pelo estágio de equilíbrio atingido entre as condições físico-naturais e os seres vivos, com o fim de evitar a ruptura desse equilíbrio;

VII - adotar nas ações de planejamento uma visão integrada dos elementos que compõem a base física do espaço;

VIII - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e promover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas concomitantemente com a União e os Municípios, de forma a garantir a conservação da natureza, em consonância com as condições de habitabilidade humana;

IX - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do Estado e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético, no âmbito estadual e municipal;

X - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida e o meio ambiente;

XI - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade, fiscalizando a extração, captura, produção, transporte, comercialização e consumo de seus espécimes e subprodutos;

XII - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

XIII - fomentar o florestamento e o reflorestamento nas áreas críticas em processo de degradação ambiental, bem como em todo o território estadual;

XIV - controlar, pelos órgãos estaduais e municipais, os defensivos agrícolas, o que far-se-á apenas mediante receita agrônômica;

XV - definir as áreas destinadas a reservas florestais, criando condições de manutenção, fiscalização, reflorestamento e investimento em pesquisas, sobretudo na Chapada do Araripe;



XVI - proibir, no território do Estado, a estocagem, a circulação e o livre comércio de alimentos ou insumos contaminados por acidentes graves de qualquer natureza, ocorridos fora do Estado;

XVII - implantar delegacias policiais especializadas na prevenção e combate aos crimes ambientais;

XVIII - desenvolver estudos e estimular projetos, visando à utilização de fontes naturais de energia e à substituição de combustíveis atualmente utilizados em indústrias e veículos por outros menos poluentes;

XIX - embargar a instalação de reatores nucleares, com exceção daqueles destinados exclusivamente à pesquisa científica e ao uso terapêutico, cuja localização e especificação serão definidas em lei;

XX - proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

XXI - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seu território, autorizadas pela União, ouvidos os Municípios.

Com relação à zona costeira, tanto a Constituição Federal e a Constituição Estadual exigem do Estado e seus Municípios Costeiros a elaboração de um plano e zelar por sua execução.

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

I - zelar pela guarda da Constituição, das leis e das instituições democráticas e conservar o patrimônio público;

II - cuidar da saúde e assistência pública, da proteção e garantia das pessoas portadoras de deficiência;

III - proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

IV - impedir a evasão, a destruição e a descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico ou cultural;



V - proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação e à ciência;

V - proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação, à ciência, à tecnologia, à pesquisa e à inovação;

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;

A Constituição do Estado do Ceará disciplina:

Art. 23. As praias são bens públicos de uso comum, inalienáveis e destinadas perenemente à utilidade geral dos seus habitantes, cabendo ao Estado e a seus Municípios costeiros compartilharem das responsabilidades de promover a sua defesa e impedir, na forma da lei estadual, toda obra humana que as possam desnaturar, prejudicando as suas finalidades essenciais, na expressão de seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural, incluindo, nas áreas de praias:

I - recursos naturais, renováveis ou não renováveis;

II - recifes, parcéis e bancos de algas;

III - restingas e dunas;

IV - florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas;

V - sítios ecológicos de relevância cultural e demais unidades de preservação permanente;

VI - promontórios, costões e grutas marinhas;

VII - sistemas fluviais, estuários e lagunas, baías e enseadas;

VIII - monumentos que integram o patrimônio natural, histórico, paleontológico, espeleológico, étnico, cultural e paisagístico.

Parágrafo único. Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas marítimas, fluviais e lacustres, acrescidas da faixa de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural ou outro ecossistema, ficando



garantida uma faixa livre, com largura mínima de trinta e três metros, entre a linha da maré máxima local e o primeiro logradouro público ou imóvel particular decorrente de loteamento aprovado pelo Poder Executivo Municipal e registrado no Registro de Imóveis do respectivo Município, nos termos da lei.

Art. 24. O Estado, respeitada a Lei Federal, e seus Municípios costeiros, respeitadas as Leis Federal e Estadual, deverão elaborar planos, convertidos em leis, que definirão as diretrizes de gerenciamento costeiro e de meio ambiente, velando por sua execução.

§ 1º Os planos compreenderão as seguintes matérias:

I - urbanização;

II - ocupação, uso do solo, do subsolo e das águas;

III - restingas e dunas;

IV - atividades produtivas;

V - habitação e saneamento básico;

VI - turismo, recreação e lazer.

§ 2º Os processos concernentes aos incisos precedentes devem tramitar pelos órgãos estaduais e municipais indicados, sem prejuízo da audiência obrigatória dos órgãos públicos federais que compartilham das responsabilidades da área costeira.

§ 3º Qualquer infração determinará imediata medida de embargo, com lavratura dos autos correspondentes, para aplicação das sanções legais cabíveis nas esferas administrativas, civil e penal.

No tocante à competência material, a edição da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011 (LC n. 140/2011) buscou regulamentar a legitimidade de cada entidade para a operacionalização do licenciamento ambiental, definindo, em apertada síntese, que a competência ambiental para execução do licenciamento é definida a partir da influência imediata do impacto ambiental provocado, ou que se pode provocar, diretamente relacionada à predominância do



interesse ambiental envolvido, cabendo aos Estados a competência pelo licenciamento nos casos que não se enquadrem como interesse de ordem federal ou municipal, elencados pela lei. Assim a Lei Complementar nº 140/2011 consolida a priorização da adequação regional/estadual conferida aos instrumentos de proteção ambiental, conforme suas realidades.

O Supremo Tribunal Federal, referenda a possibilidade de os Estados legislarem em material ambiental, permitindo-lhes a adequação das respectivas normas à realidade local, segundo as suas especificidades regionais.

O princípio norteador da repartição de competências entre os entes componentes do federalismo brasileiro e o princípio da predominância do interesse, que é aplicado não apenas para as matérias cuja definição foi preestabelecida pela Constituição Federal, mas também em interpretações que envolvem varias e diversas matérias. Quando surgem dúvidas sobre a distribuição de competências para legislar sobre determinado assunto, caberá ao interprete do Direito priorizar o fortalecimento das autonomias locais e o respeito as suas diversidades como características que assegurem o Estado Federal, garantindo o imprescindível equilíbrio federativo. No presente caso, a jurisprudência desta Corte é pacífica e dominante no sentido de que matéria ambiental e disciplina da competência legislativa concorrente.

Para além das questões relativas a competência normativa, a decisão em comento também tem relevância sobre o aspecto material da tutela ao meio ambiente, na medida em que demonstra a recepção, pelo Supremo Tribunal, da possibilidade de implementação, em âmbito estadual, de medidas de proteção ambiental simplificadas, menos burocráticas, condizentes com a adequação de processos de menor impacto ambiental e que, por consequência, devem ser controlados e fiscalizados através de mecanismos menos complexos.

Segundo o STF, a lei cearense disciplinou processos simplificados de licenciamento, em observância às diretrizes gerais fixadas pela União, tomando por base o fato de o artigo 12, §1º da Resolução n. 237/1997 do CONAMA admitir a possibilidade de serem estabelecidos procedimentos menos complexos para as atividades e empreendimento de pequeno potencial de impacto ambiental, observada a aprovação pelos respectivos Conselhos de Meio Ambiente.



Ainda que no texto não venha expresso o licenciamento ambiental, a Constituição Estadual em seu Art. 264, salvaguarda as construções que podem causar degradação ambiental com a exigência de um Estudo de Impacto Ambiental- EIA, que deverá ser apreciado pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente- COEMA:

Art. 264. Qualquer obra ou atividade pública ou privada, para as quais a Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, exigir Estudo de Impacto Ambiental, deverá ter o parecer técnico apreciado pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente - COEMA, com a publicação da resolução, aprovada ou não, publicada no Diário Oficial do Estado.

§ 1º A lei estabelecerá os tipos de obra ou atividades que podem ser potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente e/ou que comportem risco à vida e à qualidade de vida, e disporá sobre o Conselho Estadual do Meio Ambiente, órgão subordinado diretamente ao Governador do Estado, em que é garantida a participação da comunidade através das entidades representativas de classe de profissionais de nível superior das áreas de engenharia, arquitetura, agronomia, biologia, medicina e direito.

§ 2º Só será licitada, aprovada ou executada a obra ou atividade, cujo relatório conclusivo do estudo prévio de que trata o caput deste artigo, apreciado pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente, for favorável à licitação, aprovação ou execução.

A lei da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA (lei nº 6.938/81), dispõe em seu artigo 3º, inciso I, que deve-se entender como meio ambiente, “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

Define ainda como princípios:

- a) A ação governamental na manutenção do equilíbrio ambiental;*
- b) Racionalização do uso do solo, do subsolo, do ar e da água;*
- c) Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais,*



- d) *Proteção do ecossistema com a preservação de áreas representativas;*
- e) *Controle e zoneamento das atividades potenciais ou poluidoras*
- f) *Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos naturais*
- g) *Recuperação de áreas degradadas;*
- h) *Proteção das áreas ameaçadas de degradação.*

O Projeto Orla Caucaia tem sua base legal fundamentada, principalmente, na Lei Federal nº 7.661/88 – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), e estabelece seus instrumentos de ação, entre eles, a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico e de planos de gestão em diversas escalas de atuação. O plano elaborado para a esfera federal, denominado Plano de Ação Federal para a Zona Costeira, foi aprovado em 1998 no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), abrangendo, dentre outras, uma linha de ação voltada para o Ordenamento da Ocupação e Uso do Solo, que tem como um de seus componentes a orla marítima.

O Plano de Gerenciamento Costeiro – lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988, A zona costeira é definida pelo art. 10:

Art. 10. As praias são bens públicos de uso comum do povo, sendo assegurado, sempre, livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvados os trechos considerados de interesse de segurança nacional ou incluídos em áreas protegidas por legislação específica.

§ 1º. Não será permitida a urbanização ou qualquer forma de utilização do solo na Zona Costeira que impeça ou dificulte o acesso assegurado no caput deste artigo.

§ 2º. A regulamentação desta lei determinará as características e as modalidades de acesso que garantam o uso público das praias e do mar.

§ 3º. Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece outro ecossistema.



Baseia-se também nas Leis Federais: Lei Federal Nº 6.513/1977 (Áreas especiais e locais de interesse turístico); lei Federal nº 6.766/79 (Parcelamento do Solo Urbano); Lei Federal Nº 6.902/1981 (Estações ecológicas e APAS); – Lei Federal Nº 99.274/1981 (Regulamenta a Lei N.º 6.902 e Lei N.º 6.938, Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente) – Lei Federal Nº 7.347/1985 (Disciplina ação civil pública); – Lei Federal Nº 9.605/1998 (Sanções penais e administrativas para atividades lesivas ao meio ambiente); – Lei Federal Nº 9.785/1999 (Altera o Dec. Lei N.º 3365 e as Leis Nº 6015 e 6766); – Lei Federal Nº 9.985/ 2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza); – Lei Federal Nº 10.165/2000 (Política Nacional de Meio Ambiente); – Lei Federal Nº 3.725/2001 (Regulamenta a Lei nº 9.636, dispõe sobre regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União); – Lei Federal Nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade) e Resoluções do CONAMA.

O Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia com sua construção de 11 (onze) espigões e 1 (um) aterro hidráulico de 70 (setenta) metros nas praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba, está inserida em uma área tida como um dos principais pontos turísticos do Estado, surge como ferramenta fundamental de planejamento sustentável da orla marítima de Caucaia, visando garantir a minimização da erosão costeira que afeta esta área e a proteção jurídica da posse e a melhoria da qualidade de vida das famílias e a regulação fundiária.

Entendida como processo integrado de ações urbanísticas, ambientais, jurídicas e sociais, a regularização fundiária, é um dos instrumentos da política urbana, conforme estabelece o Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), e tem por objetivo contribuir com o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana.

A aplicação de seus instrumentos dá-se mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, assim como a titulação da posse das famílias, consideradas sua situação econômica e as normas ambientais.

Verifica-se nas praias do Município de Caucaia, uma modificação acentuada na paisagem natural, provocada pela urbanização desordenada e a erosão marinha.

A lei Municipal nº 1367/2001 que dispõe sobre a política ambiental do município, em seu art. 1º declara:



Art. 1º A política ambiental para o Município de Caucaia, prevista na Lei Orgânica do Município, tem por pressupostos o meio ambiente ecologicamente equilibrado e uma qualidade de vida saudável como direitos inalienáveis do cidadão, impondo-se ao Poder Público e à comunidade o dever de defender e preservar o meio ambiente para o benefício das presentes e futuras gerações.

A lei de diretrizes urbanas de Caucaia, Lei nº 1365/2001

Art. 2º : São objetivos gerais do desenvolvimento urbano municipal:

I - ordenar o crescimento urbano do Município, em seus aspectos físicos, econômicos, sociais, culturais e administrativos;

II - promover o pleno aproveitamento dos recursos administrativos, financeiros, naturais, culturais e comunitários do Município;

III - prover atendimento das necessidades e carências básicas da população quanto às funções de habitação, trabalho, lazer e cultura, circulação, saúde, abastecimento e convívio com a natureza;

IV - conservar o patrimônio ambiental do Município, através da proteção ecológica, paisagística e cultural;

V - integrar a ação governamental municipal com a dos órgãos e entidades federais, estaduais e metropolitanos, e, ainda, com a iniciativa particular;

VI - estimular a participação comunitária no processo de planejamento;

VII - disciplinar a ordenação do uso e ocupação do solo, em consonância com a função social da propriedade urbana.

A lei de parcelamento, uso e ocupação do solo no perímetro urbano (lei nº 1369/2001), dispõe:

Art.1º Esta Lei estabelece as normas e procedimentos relativos ao parcelamento, uso e ocupação do solo no Município de Caucaia.

Art. 2º A execução de loteamentos, de desmembramentos, de arruamentos e de edificações públicas e particulares, bem como a realização de quaisquer planos, projetos, obras e serviços públicos e particulares, que afetem, por



qualquer meio, direta ou indiretamente, a organização físico-territorial do Município de Caucaia ficam sujeitas às disposições desta Lei.

Art. 5º A função Social da propriedade é cumprida pelo atendimento às exigências fundamentais do Plano Diretor, em especial:

I - democratização das oportunidades de acesso à propriedade urbana e à moradia;

II - justa distribuição dos benefícios e ônus do processo de urbanização;

III - ajustamento da valorização da propriedade urbana às exigências sociais;

IV - correção das distorções de valorização do solo urbano;

V - regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda;

VI - adequação do direito de construir às normas urbanísticas, aos interesses sociais e aos padrões mínimos de construção estabelecidos nesta lei.

Dispõe a Lei 1370/2011:

Art. 1º O Código de Obras e Posturas dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização das obras e edificações públicas ou particulares nos limites do Município de Caucaia, e contém medidas de polícia administrativa de competência do município em matéria de higiene e ordem pública, costumes locais, bem como de funcionamento dos estabelecimentos industriais, comerciais e prestadores de serviço, estatuidos as necessárias relações entre poder público e os cidadãos, visando:

I- Disciplinar o exercício dos direitos individuais e coletivos para o bem estar geral e a qualidade de vida da população;

II - Assegurar condições adequadas às atividades básicas do homem, como habitação, circulação, recreação e trabalho;



III Melhoria do meio ambiente, garantindo condições mínimas de conforto, higiene, segurança e bem estar públicos, nas edificações ou quaisquer obras e instalações, dentro do Município.

A responsabilidade do município está agregada não somente a sua legislação, mas está vinculada à hierarquia constitucional federal e estadual, desenvolvendo-se através da Gestão Ambiental.

4.4 – Conclusão

De todo o exposto surge que a LEGISLAÇÃO QUE CUIDA DO MEIO AMBIENTE é um microsistema integrado e que não se difere entre os princípios quer seja no âmbito Federal, Estadual e Municipal, consistente no dever de todos em preservar o meio ambiente e um direito a um ambiente saudável.

Qualquer intervenção antrópica em meio ambientes naturais provoca impactos inevitáveis a sua diversidade biológica e levando em consideração a construção de 11 (onze) espigões e de um aterro hidráulico instalados na costa da área litorânea do município de Caucaia-CE, é imprescindível que existam medidas capazes de mitigar ao máximo as interferências sobre as unidades de conservação afetadas pelo empreendimento.

O Projeto Orla Caucaia teve início com as capacitações técnicas, onde foram envolvidos representantes dos órgãos governamentais das esferas municipal e estadual, bem como entidades da sociedade civil.

O Município de Caucaia localizado na região metropolitana da capital Fortaleza destaca-se como o terceiro maior Produto Interno Bruto (PIB) e a segunda maior população do Estado do Ceará. Apresenta uma grande diversidade de ambientes, dentre eles está sua orla marítima com 44 km de extensão, um dos principais atrativos turísticos do estado. Por esse motivo, por muitos anos, Caucaia teve sua orla ocupada principalmente por casas de veraneio e empreendimentos hoteleiros. No entanto, com o avanço do mar e perda considerável de faixa litoral na última década, grande parte das atuais ocupações caracteriza-se por moradias consolidadas. O estágio de consolidação é variado, existindo comunidades tradicionais, bem como áreas de risco e ocupações recentes.

A regularização fundiária é uma ferramenta do planejamento sustentável. Requalificar a orla marítima de Caucaia através de uma abordagem participativa do governo em parceria com a



sociedade civil, buscando de forma responsável a redução de impactos oriundos da ocupação e uso da orla e visando a integração e harmonização dos espaços públicos, conservação do meio ambiente, tende a beneficiar grande fração da população da cidade e feito à luz dos princípios jurídicos da prevenção e do desenvolvimento sustentável, com certeza beneficiará não somente a atual população que há anos sofre com a destruição da zona costeira, mas as futuras gerações, com os efeitos benéficos à economia, turismo e a paisagem local.

Com base nos instrumentos legais citados, entendemos que intervenções dessa natureza têm efetivo interesse social e serão capazes de promover maior qualidade de vida e proteção do patrimônio comum, se devidamente planejadas e executadas. O Estudo de Impacto Ambiental – EIA, e o nosso conhecimento técnico nos dá segurança de que se trata se um empreendimento de utilidade pública, na qual os impactos poderão ser mitigados.

A responsabilidade do Município não está agregada somente a sua legislação, mas de promover uma gestão sustentável.

De todo o exposto, concluímos que o presente projeto é essencial ao interesse público, por solicitação da própria comunidade que sofre há anos com os danos materiais, ambientais, financeiros e pessoais, decorrentes da erosão, e que os impactos ambientais são mínimos à frente dos benefícios da implantação do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia – CE, e ainda, através dos estudos apresentados, tais impactos ambientais adversos, serão mitigados através dos PBA's apresentados.

Por fim, vale ressaltar que a emissão do presente parecer tem caráter técnico optativo não vinculando as autoridades à sua motivação ou conclusão e o presente projeto *sub analysis* possa prosseguir em suas demais etapas, sendo guiadas pelo melhor conhecimento científico, o cumprimento dos ritos legais, pelo interesse público coletivo e pelas boas práticas da gestão territorial.



5.0 – PROGRAMAS E PLANOS CO-LOCALIZADOS

O município de Caucaia conta com a implantação de diversos programas e projetos voltados para fortalecer da economia, turístico, importante vetor para o desenvolvimento econômico do Ceará, haja vista a própria vocação turística do estado que deve estar associada a boas condições de infraestrutura, com meios e equipamentos adequados a prática do turismo.

O Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, trecho entre a Praia do Pacheco à Praia da Tabuba, buscam criar espaços de qualidade para convivência e lazer nas praias protegidas pelos espigões e a implantação da dragagem e do aterro hidráulico da faixa de praia, juntamente com outras obras previstas, em execução ou já implantadas, contribuindo de forma significativa para a revitalização do Município em especial todo litoral da Caucaia, buscando o respeito aos bens públicos e privados, e objetivando melhorar os aspectos de acessibilidade e uso desses patrimônios, trazendo soluções inovadoras à recuperação dos espaços suprimidos pelo processo erosivo atuante.

A partir do Inventário dos planos, programas e projetos para o município de Caucaia, selecionaram-se aqueles que envolvem a Área de Influência Indireta (AII) do Empreendimento objeto de estudo.

Os principais planos/programas/projetos relacionados o Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia são os seguintes:

5.1 – Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)

Surge como uma ação inovadora no âmbito do Governo Federal, conduzida pelo Ministério do Meio Ambiente e pela Secretaria do Patrimônio da União, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, buscando contribuir, em escala nacional, para a aplicação de diretrizes gerais de disciplinamento de uso e ocupação de um espaço que constitui a sustentação natural e econômica da zona costeira, a Orla Marítima.

O Projeto Orla introduz uma ação sistemática de planejamento da ação local visando repassar atribuições da gestão deste espaço, atualmente alocadas no governo federal, para a esfera do município, incorporando normas ambientais na política de regulamentação dos usos dos



terrenos e acrescidos de marinha, buscando aumentar a dinâmica de mobilização social neste processo.

Plano de gestão das praias marítimas urbanas, inclusive as áreas de bens de uso comum com exploração econômica que tem como finalidade estabelecer condições para uma melhor gestão dos espaços litorâneos, ensejando uma melhoria continuada, orientada para o uso racional e a qualificação ambiental e urbanística desses territórios, transferindo para o Município de Caucaia a responsabilidade de autorizar e firmar contratos de permissão de uso e cessão de uso nas praias, inclusive para exploração econômica.

5.2 – Ampliação do Porto do Pecém - CIPP

As obras de ampliação Terminal de Múltiplo Uso (TMUT) do Porto do Pecém. O consórcio Marquise/QG/Ivaí formado pelas empresas Construtora Marquise, Queiroz Galvão e Ivaí Engenharia de Obras, realizará as obras pelo valor de R\$ 568,7 milhões, com previsão de término em 30 meses.

Os serviços da segunda etapa da expansão do terminal portuário incluem uma nova ponte de acesso ao quebra-mar existente com 1.520 metros de extensão, pavimentação de 1.065 metros sobre o quebra-mar; a ampliação do quebra-mar em cerca de 90 metros; o alargamento em cerca de 33 metros da ponte; a construção de 600 metros de cais com dois berços de atracação de navios cargueiros ou porta-contêineres.

Estes últimos equipamentos serão voltados para operação com carga geral e produtos da Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP), da refinaria Premium II da Petrobras e da ferrovia Transnordestina; está previsto também a ampliação do pátio da retro-área de aproximadamente 69.000 metros quadrados.

Os dois berços de atracação serão voltados para a exportação de placas da siderúrgica, enquanto a Ferrovia Transnordestina utilizará provisoriamente o Terminal de Múltiplas Utilidades (TMUT), cuja primeira etapa já foi inaugurada, até ter o seu próprio terminal. O secretário Adail Fontenele, define como fundamentais os investimentos no terminal portuário para fomentar a captação de empreendimentos de grande porte para o Estado, os quais resultarão em impactos positivos na economia estadual.



Construção do Terminal de Múltiplo Uso (TMUT)

O TMUT é fundamental para a viabilização da Companhia Siderúrgica do Pecém, pois liberará o Píer 1 para operar exclusivamente com importação de matéria-prima e exportação de chapas de aço da siderúrgica. De 2006 a 2011, estima-se um crescimento de 150% na movimentação de cargas para o Terminal, que terá a capacidade de movimentação de contêineres ampliada dos atuais 250 mil TEU/ano para 760 mil TEU/ano. Com 18 metros de profundidade, 760 metros de comprimento e 115 metros de largura, o novo Terminal terá dois berços com capacidade de atendimento de modernos navios cargueiros de grande calado.

Construção de Terminal de Gás Natural (TGAN)

O TGAN é essencial para atender com segurança e eficiência as operações de regaseificação do Pecém, assegurando o suprimento de gás natural no Ceará e área de influência, destinado às termoeletricas, indústrias e uso veicular. Sua capacidade de movimentação será de sete milhões de m³/dia de gás natural comprimido. Terá dois berços de atracação opostos, com 420 metros de comprimento cada.

Ampliação das Tomadas Frigoríficas

O objetivo é melhorar o atendimento aos exportadores e consolidar a posição de principal porto do Brasil no escoamento de frutas e pescados. Para isso, as 624 tomadas frigoríficas existentes serão acrescidas de mais 264 novas tomadas.

Expansão do Molhe

A expansão visa à proteção das embarcações que utilizarão o Terminal de Múltiplo Uso e o Terminal de Gás Natural.

Construção de Correia Transportadora

O equipamento cria as condições operacionais adequadas ao transporte de matérias-primas destinadas à Usina Siderúrgica do Pecém, por meio de processos seguros, rápidos e de menor custo. Ao longo de 8,4 quilômetros de extensão e com capacidade para transportar até 1.250 ton/h, a correia fará a ligação entre o navio cargueiro e o pátio de estocagem da siderúrgica.

Aquisição de Scanner de Contêineres

O equipamento possibilita agilizar o processo de inspeção, evitando o atraso de embarques e possibilitando maior eficiência e segurança das operações, atendendo aos mais recentes padrões



internacionais. A inspeção não-invasiva de cargas será feita por aparelhos de raios X ou raios gama.

Construção de Terminal Intermodal de Cargas

A área reservada para a obra é de 323 hectares e está localizada a cerca de 5 quilômetros do Terminal Portuário. As instalações serão destinadas a atividades portuárias complementares, como armazenamento de contêineres vazios e granéis, centros de distribuição, zonas de apoio logístico e outras. No local, serão realizadas operações de integração ao transporte rodoferroviário.

Construção de Bloco de Utilidades

A obra visa ao atendimento a todos os usuários do Terminal Portuário, reunindo salas de escritórios, área de alimentação, agência bancária, agência de Correios, cartório, auditório e outros serviços. O bloco foi planejado para atender as demandas produzidas pela crescente movimentação de cargas.

Pavimentação do quebra-mar, a construção de uma nova ponte de acesso e a construção de mais três berços de atracação de navios cargueiros ou porta-contêineres.

A expansão inclui a ampliação e pavimentação do quebra-mar, a construção de uma nova ponte de acesso e a construção de mais três berços de atracação de navios cargueiros ou porta-contêineres. Estes últimos equipamentos são voltados para operação com carga geral e produtos da Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP). Os recursos também foram utilizados na aquisição da Correia Transportadora de Minérios e do Descarregador de Minérios.

A obra vai quintuplicar a capacidade de movimentação de cargas e coloca o Porto do Pecém em posição de destaque no cenário internacional. Por estar em uma localização estratégica e oferecer a infraestrutura adequada (profundidade, berços, equipamentos e área), o Porto do Pecém desponta como um forte candidato a receber um hub de cargas, principalmente depois da ampliação do Canal do Panamá e da construção do Canal da Nicarágua.

Portão de acesso (Gate 2); uma ponte para os píeres (Ponte 2); além de um berço de atracação (Berço 10).

O terminal portuário está ganhando um novo portão de acesso (Gate 2); uma ponte para os píeres (Ponte 2); além de um berço de atracação (Berço 10).



Nas obras, foram investidos cerca de R\$ 772,8 milhões. O investimento representa um avanço na capacidade operacional do terminal cearense, que faz parte do Complexo do Pecém (CIPP S/A) – joint venture formada pelo Governo do Ceará e pelo Porto de Roterdã. Em 2021, o Porto do Pecém superou, pela primeira vez na sua história, a marca de 22 milhões de toneladas movimentadas.

5.3 – Zona de Processamento de Exportação (ZPE)

Zona de Processamento de Exportação (ZPE) presente no Complexo Industrial e Portuário do Pecém soma dez projetos de investimentos assinados.

Os projetos se distribuem em quatro áreas industriais distintas e aguardam finalização do processo de regulamentação do setor II para iniciar a construção nas linhas de produção. Entre os setores abarcados estão três empresas relacionadas à produção de hidrogênio verde, e outras indústrias que trabalham com rochas ornamentais, baterias, veículos elétricos e no segmento de Petróleo e Gás.

Com 1,9 mil hectares de área apta para construção, os projetos já assinados garantem ocupação de pouco mais de mil hectares, consolidando uma “reserva” de mais da metade da área prevista para instalação de empresas na ZPE.

De acordo com o presidente da Zona de Processamento, o segundo setor da ZPE no Ceará encontra-se em fase final de regulamentação, restando apenas a liberação final das autorizações alfandegárias para que a unidade possa entrar em operação.

O representante da ZPE no Ceará pontuou ainda que as seguintes estruturas básicas já estão operantes:

- Área de Despacho Aduaneiro com 14 hectares de extensão;
- Quatro balanças de até 120 toneladas;
- Câmeras OCR;
- Sistemas SICA;
- Bloco administrativo;
- Rede de fibra ótica, energia elétrica, abastecimento de água, iluminação, CFTV;
- Estacionamento e vias de acesso pavimentadas.



As alterações da regulamentação da ZPE no Ceará impostas pela Lei 14.184/2021, considerada o novo Marco Regulamentário das ZPE como um novo potencial competitivo para o setor no Estado.

Entre os pontos destacados pelo representante estão a extinção do compromisso exportador que limitava o faturamento para o mercado interno a 20% e a possibilidade da intermediação de empresa comercial exportadora e a autorização para manutenção de filial fora da ZPE.

Além disso, o pagamento de tributos incidentes na importação ou aquisição no mercado interno e a instalação de prestadora de serviços sem requisição dos benefícios da ZPE também são fundamentais para aumento da competitividade e também da atratividade para novos investidores.

5.4 – Financiamento para Modernizar o METRON da Linha Oeste

O pedido de financiamento junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no valor de R\$ 579 milhões para o financiamento dos serviços de eletrificação e duplicação da Linha. A Linha Oeste do Metrô de Fortaleza, que liga a Capital ao município de Caucaia, será modernizada para atender de forma adequada a uma demanda estimada de 337 mil passageiros por dia até 2020, com previsão de integração intermodal nas estações. O investimento faz parte do PAC 2- Mobilidade Urbana e será complementado ainda com R\$ 610 milhões do Orçamento Geral da União (OGU) e R\$ 30,5 milhões de contrapartida do Governo do Estado, totalizando R\$ 1,2 bilhão. Uma vez autorizado o financiamento, já priorizado pelo BNDES, o Governo do Estado, mediante a Secretaria da Infraestrutura do Estado (SEINFRA) e sua vinculada, Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos (METROFOR), dará continuidade ao processo com o envio de relatórios técnicos detalhados do projeto.

As obras civis contemplam eletrificação e duplicação da via permanente ao longo dos seus 19,5 km de extensão (sendo 1,1 km em elevado e 18,4 km em superfície), instalação de sistemas fixos de eletrificação, sinalização e telecomunicações, construção de um centro controle e de manutenção. Está previsto ainda a construção de túneis, pontes, passarelas de pedestres, viadutos ferroviários e rodoviários e acessos, além de treinamento de pessoal e manutenção do sistema entre outros serviços.

A modernização da Linha Oeste também contempla a construção de 13 estações, sendo 10 em superfície: Floresta, Padre Andrade, São Miguel, Parque Albano, Conjunto Ceará, Jurema,



Araturi, Nova Metrópole, Parque Soledade e Caucaia, e três em elevado:  lvaro Weyne, Ant nio Bezerra e Francisco S . O material rodante será constituído de 10 TUEs, cada um composto por seis carros com ar-condicionado.

A Linha Oeste do Metrô de Fortaleza já recebeu melhorias nos últimos sete anos com serviços como a constru o do viaduto sobre a rua Visconde de Cauípe, de 50 metros, a reforma das suas atuais dez esta es de passageiros, a remodela o de 31 carros e quatro locomotivas bem como a implanta o, manuten o e substitui o de peças e dormentes ao longo de sua via permanente. O investimento foi da ordem de R\$ 80 milhões. Foram reformadas as seguintes esta es:  lvaro Weyne, Padre Andrade, Ant nio Bezerra, São Miguel, Parque Albano, Conjunto Ceará, Jurema, Araturi e Caucaia.

Uma vez completo, O Metrô de Fortaleza com a Linha Oeste remodelada e eletrificada, integrada com as Linhas Sul – já em opera o assistida – e Linha Leste – em implanta o – abrangerá os municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú e Pacatuba. O projeto trará grande impacto sobre a mobilidade urbana do município de Fortaleza, aumentando a acessibilidade da popula o, gerando fluidez no trânsito e diminuindo pontos de engarrafamento em regiões críticas da cidade, com durabilidade, segurança e conforto.

5.5 – Implanta o de uma Termoelétrica a Gás Natural do consórcio Porto Pecém

Foi finalizado o leilão de produ o de energia para a rede integrada de distribui o do Brasil, que resultou em uma grande conquista para o Ceará e, principalmente, Caucaia: a implanta o de uma Termoelétrica a Gás Natural do consórcio Porto Pecém.

O investimento que também vai fortalecer a gera o de emprego e renda. “Dos R\$ 6 bilhões de investimento leiloados, quase R\$ 5 bilhões serão destinados   nossa Caucaia. Isso significa mais empregos para o nosso povo e muita riqueza para o nosso estado e para a nossa cidade. Além disso, vai garantir o suprimento de gás para todo o Ceará e todas as indústrias que se instalarão no nosso município”, destacou.

A Porto do Pecém, nome da nova Termelétrica, ficará abrigada no Complexo do Pecém, terá potência instalada de 1,5 GW e investimentos de R\$ 4,225 bilhões.

Valim aproveitou para reforçar a preocupa o com o meio ambiente e importância da energia renovável. “  especialmente importante porque além de grande gera o de renda e



emprego para o nosso povo, trata-se de produção de energia que respeita o meio ambiente e que vai ao encontro às políticas de preservação ambiental e desenvolvimento sustentável que são um dos pilares do meu governo”, reforçou.

5.6 – Instalação de Usina de Dessalinização de Água

A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), autorizou a liberação de R\$ 10,99 milhões para a implantação de um projeto que ampliará a oferta hídrica em Caucaia (CE), na Região Metropolitana de Fortaleza. A decisão foi publicada no Diário Oficial da União.

Os recursos serão utilizados para a construção de uma usina de dessalinização no município. A planta será instalada no bairro Pacheco e terá capacidade para garantir o fornecimento de água potável a mais de 12 mil famílias – cerca de 11% da população da cidade. A capacidade de produção será de 1.200 metros cúbicos, na transformação da água do mar em própria para o consumo humano.

Aparelho dessalinizador terá tecnologia do tipo plug & play, que compreende uma técnica conhecida como osmose reversa. O funcionamento se dá por meio de uma membrana semipermeável que absorve o sal marinho e os componentes nocivos à saúde humana, deixando passar apenas a água limpa. Quando estiver em operação, a usina será uma alternativa à escassez de recursos hídricos na região.

5.7– Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP)

Constituída em 2008, a Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP) é uma joint venture binacional formada pela brasileira Vale (50% de participação), uma das maiores mineradoras do mundo em minério de ferro, e pelas sul-coreanas Dongkuk (30%), maior compradora mundial de placas de aço, e Posco (20%), 4ª maior siderúrgica do mundo e a primeira na Coreia do Sul. Com investimento da ordem de US\$ 5,4 bilhões, a CSP é a primeira usina integrada no Nordeste e a trigésima instalada no Brasil.

Localizada em uma área de 571 hectares, a CSP integra o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), no Ceará, dentro da primeira Zona de Processamento de Exportação (ZPE) brasileira, fatores fundamentais para garantir ampla competitividade ao produto nacional.



A usina, uma das mais modernas do Brasil e do mundo, iniciou a produção de placas de aço em junho de 2016. A produção é voltada para geração de produtos laminados de alta qualidade para a indústria naval, de óleo & gás, automotiva e construção civil. A capacidade instalada é de 3 milhões de toneladas de placas de aço/ano nesta primeira fase do projeto.

A CSP é uma indústria moderna, com tecnologia limpa e de ponta que tem como diretriz a sustentabilidade em todos seus aspectos – ambiental, social e econômica. Um dos compromissos da companhia é dar oportunidade para o maior número possível de profissionais do Ceará, sendo que já conta com cerca de 70% de cearenses em seu quadro funcional.

5.8 – Pavimentação na Zona Urbana e Rural do Município / obra de infraestrutura na região.

Mais de 17 bairros de Caucaia estão com obras de infraestrutura e mobilidade urbana em andamento, como: drenagem, recapeamento asfáltico, areninhas, calçamento, entre outras.

A Prefeitura de Caucaia tem levado melhorias de infraestrutura às comunidades de Caucaia, anunciou a pavimentação em pelo menos 10 novas ruas em diferentes bairros da cidade. Sendo quatro ruas no Parque Boa Vista, duas no Padre Júlio Maria e mais quatro ruas na Primavera, zona rural do município.

A Obra de pavimentação é sinônimo de qualidade de vida e acessibilidades para os moradores do bairro e beneficiará milhares de famílias.

5.9 – Duplicação da CE-090

A CE-090 é a principal rodovia do litoral de Caucaia. A via leva aos principais destinos de praias da cidade, como Icaraí, Pacheco, Tabuba e Cumbuco. Cerca de 3.170 veículos circulam por dia na rodovia. Com a duplicação, a estimativa é que este número chegue a 4.262 veículos. O trecho da Tabuba ao Cumbuco conta com uma extensão de 6,57 km. A obra inclui também a duplicação da ponte sobre o rio Barra Nova. O cumbuco é uma das praias mais importantes do Ceará. Será uma obra estruturante para movimentar a economia e o turismo.

A obra de duplicação deve beneficiar 6,57 km entre a Tabuba e o Cumbuco. Um investimento de R\$ 15 milhões e será realizada por meio da Superintendência de Obras Públicas (SOP).



5.10 – Pólo Industrial de Caucaia

O terreno, estrategicamente próximo ao Porto do Pecém, será destinado ao Polo Industrial do município, de forma a gerar emprego e renda para a região, através de projeto de lei a ser encaminhado à Assembleia Legislativa para doação de terreno para a Prefeitura de Caucaia.

São 120 hectares para o novo pólo industrial de Caucaia para atrair novas empresas, novos investimentos e gerar empregos para o povo de Caucaia.

A preocupação é atrair novos investidores para Caucaia, permitir que por meio dessas obras de infraestrutura Caucaia tenha como atrair novas oportunidades na geração de empregos para que possamos superar a maior crise da humanidade dos últimos tempos que foi a pandemia.

O foco das obras é tornar a região mais atrativa para investidores e assim, com a instalação de novos empreendimentos, gerar mais empregos e renda na localidade.

5.11 – Estação de Gás Natural Renovável

A primeira rede de distribuição de Gás Natural Renovável Fortaleza (GNR Fortaleza). O gasoduto, construído pela CEGÁS, está localizado no Aterro Sanitário Municipal Oeste de Caucaia, tem 23 quilômetros de extensão e fará a distribuição do GNR proveniente do aterro sanitário da Região Metropolitana de Fortaleza para indústrias, veículos, comércios e residências na rede de clientes da empresa. Com a usina, o biogás será purificado e convertido em metano puro ou Gás Natural Renovável, trazendo menos danos ao meio ambiente.

Atualmente, a unidade produz cerca de 84 mil m³ de biometano todos os dias e, se chegar ao topo da produção, serão cerca de 150 mil m³, levando o Ceará a ser a primeira maior unidade de produtora de gás renovável do País.

O gás, gerado a partir da decomposição de resíduos orgânicos depositados no aterro, é composto basicamente de metano desperdiçado e emitido para a atmosfera causando danos ao meio ambiente. Com o funcionamento da usina, o biogás será purificado e convertido em metano puro ou Gás Natural Renovável.

Dados da CEGÁS apontam que, com a instalação da GNR em Fortaleza, será possível evitar que mais de 520 mil toneladas de gás carbônico sejam lançadas na atmosfera anualmente, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa e contribuindo para as futuras gerações.



O projeto está funcionando desde dezembro de 2017 e se adequa à Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprovada e sancionada em 2010. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, cada brasileiro produz, em média, de 800 gramas a 1 quilograma de resíduos sólidos urbanos. São mais de 250 mil toneladas de lixo produzidas diariamente no País. É mais competitividade para o Ceará, mais benefício para as indústrias e uma grande redução de danos ao meio ambiente, seja através da redução das emissões de gases de efeito estufa que aquecem o planeta, como também pelo estímulo ao uso de aterros de resíduos sólidos controlados, onde você evita a contaminação dos mananciais hídricos.

5.12 – Implantação de Gasoduto da Companhia de Gás do Ceará (CEGÁS)

A estrutura de distribuição de gás da CEGÁS é de mais de 450km de gasodutos. Os municípios que abrigam essas redes de gasodutos são Aquiraz, Aracati, Caucaia, Eusébio, Fortaleza, Horizonte, Pacajus, Pacatuba, Maracanaú e São Gonçalo do Amarante (região do Pecém). Há também postos de combustíveis abastecidos por carretas de Gás Natural Comprimido (GNC) nos municípios de Canindé, Itapipoca, Itapajé e Quixadá.

A Petrobras é a principal supridora de gás natural da CEGÁS, e seu fornecimento é oriundo de fontes variadas, com o gasoduto Guamaré-Pecém e o Terminal de Regaseificação de Gás Natural Liquefeito (GNL) do Pecém exercendo papéis de grande relevância nesse contexto. O gasoduto Guamaré-Pecém possui 331km de extensão e interliga os municípios de Guamaré/RN, onde há produção de petróleo, com um polo industrial da Petrobras e uma refinaria, e São Gonçalo do Amarante/CE, na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).

São Gonçalo do Amarante, juntamente com o município de Caucaia/CE, abriga o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). Esse gasoduto também se conecta a uma rede de abrangência nacional, que inicia no Rio Grande do Sul e termina no CIPP, percorrendo vários estados brasileiros.

Está em fase de estudos a obras de implantação de gasoduto da companhia de gás do Ceará (CEGÁS) – rede de distribuição de gás natural derivação arenosa até o ponto de interligação com ETC– GNR Caucaia/CE, que passa próximo as terras indígenas Tapeba e reserva taba dos Anacés (Caucaia/CE).



5.13 – Duplicação de 12 quilômetros da BR-222

A duplicação de 12 quilômetros da BR-222, o trecho é um importante corredor logístico no Estado para o escoamento de produção local, aponta a assessoria do Ministério da Infraestrutura. A obra foi aberta e entregue na Comunidade Primavera, no quilômetro 30 da BR-222.

A obra teve investimento de R\$ 247 milhões e efetivou a construção de duas pontes sobre o Riacho Ema. Uma delas ocorreu sobre o Riacho Tigre, com o alargamento da ponte já existente no local.

Além disso, também teve a construção de uma nova ponte sobre o Riacho Cauípe. O trecho total da obra também conta com a execução de serviços de drenagem, defensas metálicas, bueiros e sinalização.

5.14 – Programa de Valorização de Infraestrutura integrada de Caucaia/CE – Avança Caucaia.

CAF - Banco de desenvolvimento da América Latina- e a Prefeitura de Caucaia (estado do Ceará) firmaram um contrato de empréstimo de US\$ 80 milhões, destinados ao Programa de Infraestrutura Integrada de Caucaia, que pretende promover o crescimento econômico da cidade por meio da melhoria da mobilidade local e da requalificação de áreas urbanas.

Programas como o de Caucaia, que mesclam obras públicas de infraestrutura, melhoria da mobilidade, capacitação, segurança e requalificação urbana, promovem uma complementaridade de ações que demonstraram ser instrumentos valiosos de expansão econômica local e que fomentam a geração de empregos e o aumento da competitividade.

Essas obras são fundamentais para o desenvolvimento de Caucaia. Com elas, vamos solucionar problemas históricos da cidade, especialmente os de mobilidade urbana. São projetos estruturais que, sem o apoio do CAF, não seria possível concretizar, ou levaria muito tempo.

Com o empréstimo, o governo local pretende ampliar o sistema rodoviário da região por meio da construção e da melhoria de aproximadamente 170 quilômetros de vias urbanas, o que otimizará a prestação de serviços da economia local. O programa prevê a construção de um viaduto



sobre a BR 222 e de uma ponte no bairro São Miguel, além de uma passagem de nível sobre a ferrovia e a implementação de um sistema de monitoramento por vídeo da malha rodoviária.

Além disso, o financiamento contribuirá para reintegrar ao dia a dia da cidade pelo menos cinco praças, três lagoas e um centro social de eventos, e criará dez ecopontos para a manipulação de material reciclável. Também estão contempladas outras ações, como a elaboração de um Plano de Mobilidade Urbana e de iniciativas socioambientais, como estudos do índice de vulnerabilidade, pegadas hídricas e de carbono, de hidrodinâmica para as lagoas e planos de arborização e iluminação pública.

5.15 – Implantação da Requalificação e Reforma Geral dos Espaços Urbanísticos e Paisagísticos da Avenida Beira Mar

O projeto visa à implantação de múltiplas atrações distribuídas por toda a orla, que além de ofertar mais acessibilidade e conforto, trarão oportunidade de novos negócios. O pequeno comércio, os mirantes, a gastronomia, o artesanato, as áreas naturais, os atrativos para crianças, os lugares de serviços de comida e bebida, são apenas parte dos muitos atrativos que a orla de Fortaleza terá para oferecer após a sua revitalização.

O reordenamento urbano da Beira Mar pretende promover a qualificação do produto turístico Beira Mar, através de tratamento urbanístico, dando à orla maior atratividade. Espera-se promover o embelezamento do espaço físico, bem como o bem-estar humano e a preservação ambiental, privilegiando o desenvolvimento das atividades turísticas, culturais, de esporte e lazer na orla. A área de implantação do projeto compreende-se entre a faixa da Av. Rui Barbosa e o Mercado dos Peixes (aproximadamente 3 km) e prevê uma área de engorda que será feita, entre a Av. Rui Barbosa e a Av. Desembargador Moreira, buscando ampliar a área de lazer da Beira Mar.

O tratamento urbanístico busca favorecer: (i) a formação de um campo de oportunidades para a convergência de visitantes e residentes; (ii) a acessibilidade contínua da orla, por meio da caminhada, da bicicleta, de eco táxis, de skate, de patins e de um futuro transporte público, do tipo bonde elétrico; (iii) manutenção do acesso motorizado em pontos estratégicos, sem, entretanto, tornar a estrutura dependente do tráfego intensificado de automóveis; (iv) espaços permeáveis de múltiplos usos.



Em sua contextualização na escala da cidade, o projeto de reordenamento urbano da Beira Mar antecipa a visão esquemática geral com respeito à implementação gradativa de uma conexão desejável da área de estudo com a zona central histórica e com o potencial distrito turístico cultural da Praia de Iracema.

5.16 – Implantação da Linha Leste do Metrô de Fortaleza

O projeto da linha leste do METROFOR é de 12,4 quilômetros de extensão, com 12 estações, sendo 11 subterrâneas e uma em superfície. A obra fará a ligação entre o Centro de Fortaleza, partindo da estação Chico da Silva, até o Fórum Clóvis Beviláqua, no bairro Edson Queiroz. Uma vez concluída, 20 trens elétricos levarão aproximadamente 400 mil pessoas.

A integração com as demais linhas se dará pela Estação-Central Chico da Silva com as Linhas Sul e Oeste, na estação Tiról com a Linha Oeste e pela estação Papicu com a Linha Parangaba - Mucuripe e respectivo terminal Urbano de ônibus. O Material Rodante compreenderá 20 TUE's (trem unidade elétrico), alimentados através de uma rede aérea de 3.000 volts em corrente contínua, com motor de tração do tipo indução, com controle de tração através de inversores estáticos.

A linha tinha projeção inicial de ser construída de uma única vez, mas devido a problemas para a liberação de verbas houve uma rescisão do primeiro contrato e alterações no projeto para o barateamento da linha podendo, desta forma, conseguir um empréstimo por meio da União.

O novo projeto dividia a linha em duas fases de construção, a primeira com 05 estações (Tiról, Chico da Silva, Colégio Militar, Nunes Valente e Papicu) e uma segunda fase com adição de mais 03 no primeiro trecho (Sé, Luiza Távora e Leonardo Mota) e outras 05 no segundo trecho (HGF, Cidade 2000, Bárbara de Alencar, Centro de Eventos e Edson Queiroz) entre as estações Papicu e Edson Queiroz.

Fruto de um financiamento entre a Prefeitura de Caucaia junto ao Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF), a Ordem de Serviço para início imediato das obras do Avança Caucaia. Ao todo, 14 ruas e uma avenida receberão serviços de drenagem, pavimentação, urbanização, sinalização e iluminação pública. A obra tem valor global de R\$ 10,9 milhões e requalificará mais de dez quilômetros de malha viária da região.



O Mestre Antônio é um dos principais acessos ao Parque Estrela, Itapoã e Curicaca. Liga a Estruturante ao Litoral, notadamente o Icaraí, por intermédio da Estrada da Barra Nova, que também será totalmente reformada no Avanço Caucaia.

O Avanço Caucaia está orçado em mais R\$ 320 milhões. Esse montante é integralmente financiado pelo CAF e representará asfalto novo para mais de 500 ruas e avenidas do município, além de viaduto, ponte, ecopontos, praças, lagoas urbanizadas e um Centro de Eventos.

Obras do programa já estão sendo executadas em várias vias do Parque Potira e do Araturi, além da avenida São Vicente de Paula, que cruza boa parte da Grande Jurema, o segundo maior distrito populacional do Município.



6.0 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Conforme a Resolução CONAMA 001/86, dentro do contexto de um Estudo de Impacto Ambiental, o diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento deve apresentar uma completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, de modo a caracterizar a situação ambiental antes da implantação do projeto.

Assim sendo, o diagnóstico ambiental deverá retratar a qualidade ambiental atual da área de abrangências dos estudos, indicando as principais características dos diversos fatores que compõem o sistema ambiental, de forma a permitir o entendimento da dinâmica e das interações existentes entre os meios físico, biológico e socioeconômico da área diretamente afetada.

O diagnóstico ambiental deverá apresentar uma caracterização da área de influência do empreendimento apresentando informações e descrição sobre: o meio físico, meio biótico, inclusive apresentando delimitação das áreas de preservação e/ou conservação próximas, existência de pontos regionais de interesse histórico, cênico, cultural, científico e natural, vias de acesso ao empreendimento, meio antrópico, como as atividades desenvolvidas, comunidades, aspectos sociais.

O desenvolvimento do Diagnóstico Ambiental baseou-se em três vertentes fundamentais, a saber:

- Levantamento de Dados Secundários
- Zoneamento Ambiental
- Levantamento de Campo (Dados Primários)

Para todos os tópicos abordados foram realizados, inicialmente, um levantamento de dados secundários que incluiu a obtenção de informações bibliográficas e cartográficas em diversas instituições de pesquisa e estatística, como por exemplo: IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IMAC – Instituto de Meio Ambiente do município de Caucaia, INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, Secretaria de Infraestrutura de Caucaia - SEINFRA, dentre outros.

Para todos os meios foram realizados levantamentos de campo procurando-se conhecer, em mais detalhe, a área onde será implantado o empreendimento e seu entorno. Foram feitas caracterizações dos ecossistemas terrestres e marinhos, através de amostragens de campo. Com



relação ao meio antrópico, foram realizadas pesquisas de campo com representantes de diversos segmentos da sociedade local e da municipalidade, além de revisão bibliográfica, levantamento de noticiários jornalísticos, coleta de relatórios técnicos, artigo em revistas especializadas e de órgãos administrativos, possibilitando um levantamento sobre os trabalhos anteriores e as diversas formas de abordagem dos problemas relacionados com os objetivos propostos.

As fotografias e imagens de satélite obtidas forneceram informações importantes e essenciais para a definição de uma base metodológica, principalmente quando se evidencia a elaboração de modelos evolutivos da paisagem e prognósticos fundamentados na vulnerabilidade e potencial de suporte das unidades ambientais.

Foram consideradas para este EIA/RINA, a Área de Influência Direta – AID representada pelo polígono que começa no final do bairro Cumbuco pela Avenida Oeste 4ª Etapa, sendo este o limite Oeste, seguindo em direção Norte, até 500m adentro no mar, seguindo em sentido leste até o SESC de Iparana, na Avenida José de Alencar (limite Leste) e tendo como referência de seu limite Sul a Rodovia CE – 090, estrada de acesso ao bairro Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco (Figura 32). A Área de Influência Indireta – AII dos meios Físico e Biológico será a área formada pelos limites do município de Caucaia a Leste e a Oeste, pela CE – 085 em seu limite Sul e ao Norte os 500m marítimos. Quanto as áreas de influência do Meio Socioeconômico, sua Área de Influência Indireta – AII corresponde a totalidade do município de Caucaia (Figura 33).

6.1 - Meio Físico

6.1.1 - Aspectos Meteorológicos

A tipificação climática é de relevante importância para a compreensão ambiental de uma região, sendo imprescindível para a caracterização ambiental da mesma. O clima influencia os processos e formas geomorfológicas, bem como, o regime dos rios, a formação dos solos e a distribuição da cobertura vegetal. As atividades de origem antrópica, com ênfase nos processos industriais, pecuária, agricultura, transporte, turismo e lazer também exercem uma forte pressão sobre os fatores climáticos. A região mais suscetível as mudanças climáticas é o Nordeste (MARENGO, 2008 apud NAE, 2005).



O Estado do Ceará localiza-se no Nordeste com domínios do clima semiárido, o qual estende-se por 720 mil km², tendo como principais peculiaridades de seis a sete meses sem precipitações, altas e constantes temperaturas e baixa amplitude térmica.

Essa região possui diversos sistemas de circulação atmosférica, sendo a mais complexa região brasileira no que diz respeito às condições climáticas. O clima na região é controlado na maior parte do ano pelo anticiclone semifixo do Atlântico Sul, caracterizado por temperaturas elevadas durante todos os meses do ano, baixas amplitudes térmicas e por um regime pluviométrico bem definido: um período chuvoso curto e irregular e um período seco prolongado.

Embora o regime pluviométrico seja bem definido, o volume de precipitação apresenta grande variabilidade no tempo e no espaço, ocorrendo anos secos, com baixos totais pluviométricos que causam grandes prejuízos socioambientais, e anos chuvosos, com impactos não menos danosos, principalmente relacionados a ocorrência de inundações nas áreas urbanas.

As maiores secas registradas ocorrem no Nordeste, recebendo destaque em relação as demais regiões. O semiárido é delimitado pelo Polígono das Secas, que foi criado com o intuito de combater a seca e diminuir seus impactos sobre a população.

Porém, vale salientar que em algumas áreas constituídas de serras o período chuvoso se prolonga, influenciado pelo efeito orográfico, e no litoral pela proximidade do oceano, onde vários sistemas atmosféricos atuam como produtores de chuvas.

Quanto as massas de ar que controlam as condições climáticas da porção norte do Estado do Ceará, onde está situado o município de Caucaia, são identificadas como sendo as massas de ar Equatorial Atlântica e Tropical Atlântica. Tais massas de ar, em função de sua vortacidade anticiclônica e subsidência superior trazem estabilidade para o tempo, estabelecendo o período seco para região que no semiárido pode durar até 9 meses (ZANELLA, 2014).

A massa de ar Equatorial Atlântica tem por característica geral ser quente e úmida, por se originar em uma zona de baixa latitude e em cima do oceano Atlântico na área do anticiclone dos Açores, que atua em todo o norte do Brasil, provocando chuvas fracas no verão e mais intensas no inverno.

Essa massa atua o ano todo no Nordeste. Sendo quente e úmida, tem origem no anticiclone de Santa Helena, provoca chuvas representativas no litoral leste do Nordeste, raramente transpondo a barreira orográfica provocada pela Borborema, causando chuvas no interior.



A precipitação da área de estudo engloba características típicas de regime tropical com a máxima no outono e a mínima no inverno. A precipitação média anual é entorno de 1.000 mm (sede municipal de São Gonçalo do Amarante). O desvio positivo máximo (precipitação acima da média histórica) foi de 78% e o desvio máximo negativo (precipitação abaixo da média histórica) foi de 51%, comprovando a irregularidade pluviométrica típica do semiárido que ocorre principalmente no setor sul. Apresenta geralmente quatro meses chuvosos concentrados no final do verão, começo do outono, entre os meses de fevereiro, março, abril e maio.

Assim, o tipo climático do município analisado, resultante da ação das massas de ar descritas, da marcha estacional das precipitações, da temperatura média estimada e do balanço hídrico é classificado em sua maior parte como Tropical Quente Semiárido Brando. No entanto, Caucaia também apresenta as seguintes classificações: Tropical Quente Subsumido e Tropical Quente Úmido, presente nas proximidades da Serra de Maranguape (IPECE, 2017). Já de acordo com a classificação de Köppen, a área integra a região climática do tipo AW. Segundo esta classificação, o tipo climático corresponde ao clima quente e úmido, com chuvas de verão e outono.

6.1.1.1 - Climatologia

O clima na superfície da terra é condicionado por mecanismos, que regem a circulação geral da atmosfera e dos oceanos, responsáveis pelos regimes meteorológicos envolvendo vento, precipitação, temperatura, ondas, correntes, etc., sendo governado pela radiação solar no topo da atmosfera, pela composição da atmosfera e pela estrutura da superfície terrestre. Desta forma, este conjunto de fenômenos determina muito das características geológicas das planícies costeiras, uma vez que controlam em geral as taxas de erosão e deposição, além do transporte do sedimento.

Segundo classificação de Köppen, citado por Silva (1998), o litoral do Município de Caucaia insere-se na zona tropical tipo AW' caracterizada por um período quente durante o ano inteiro com precipitações médias anuais irregulares. O regime pluviométrico da região caracteriza-se pela heterogeneidade temporal, apresentando uma concentração da precipitação no primeiro semestre do ano e uma variação em anos alternados de seus totais. Os totais pluviométricos nesta região decrescem em direção ao interior, atingem o mínimo no sertão semiárido e volta a crescer em direção à Amazônia.

Geralmente a estação chuvosa tem início no mês de janeiro e se prolonga até junho. O trimestre mais chuvoso é o de março/maio, respondendo por 55,6% da precipitação anual. No semestre janeiro/junho este índice supera 86,0%. A pluviometria média anual atinge 1.000mm.

A estação de maior precipitação dura 4,1 meses, de 30 de janeiro a 3 de junho, com probabilidade acima de 37% de que um determinado dia tenha precipitação. O mês com maior número de dias com precipitação em Caucaia é abril, com média de 20,9 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação.

A estação seca dura 7,9 meses, de 3 de junho a 30 de janeiro. O mês com menor número de dias com precipitação em Caucaia é outubro, com média de 0,3 dia com pelo menos 1 milímetro de precipitação.

Dentre os dias com precipitação, distinguimos entre os que apresentam somente chuva. O mês com mais dias só de chuva em Caucaia é abril, com média de 20,9 dias. Com base nessa classificação, a forma de precipitação mais comum ao longo do ano é de chuva somente, com probabilidade máxima de 74% em 7 de abril/2021 (ver Figura 84).

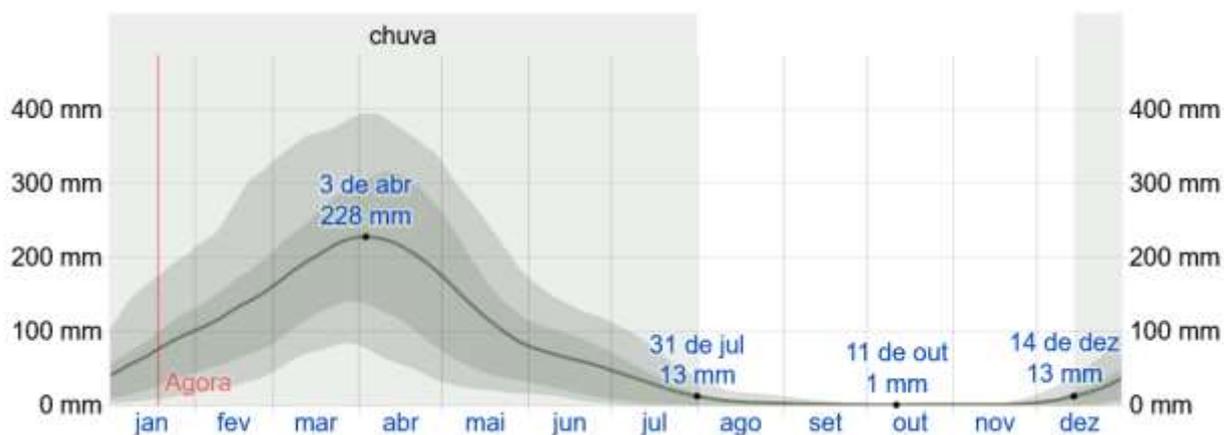


Figura 84: Chuva mensal média em Caucaia - Precipitação média (linha contínua) acumulada durante o período contínuo de 31 dias ao redor do dia em questão, com faixas do 25° ao 75° e do 10° ao 90° percentil.

Os ventos neste município são caracterizados pela presença de um forte ciclo sazonal controlados pelo movimento da zona de convergência intertropical (ZCIT), que se desloca do Norte para o Sul conforme mudanças de estação (FUNCEME, 1996).

Os ventos apresentam velocidade média anual de 3,6 m/s, tendo como direção predominante Leste. Durante o verão/outono, a interferência da Convergência Intertropical (CIT) proporciona o início da estação chuvosa, resultando numa modificação brusca na direção dos ventos que convergem para Sudeste. As maiores velocidades ocorrem no período de estiagem, quando os valores médios se situam entre 3,5 e 4,9 m/s, enquanto que no primeiro semestre do ano, antes do início da época das chuvas mais abundantes, as velocidades reduzem-se bastante, atingindo no mês de abril 2,3 m/s.

A ZCIT corresponde a uma larga faixa de confluência dos ventos alísios de nordeste e sudeste, caracterizada por intensa nebulosidade e baixa pressão atmosférica. Em geral a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, no atlântico, para posições mais ao sul durante o verão austral. Os ventos alísios de sudeste são mais intensos quando a ZCIT se encontra ao norte (agosto a outubro), diminuindo progressivamente sua migração ao equador, para alcançar valores mínimos anuais durante os meses de março e abril quando os ventos de sudeste são mais fracos (Rapelli, 1998).

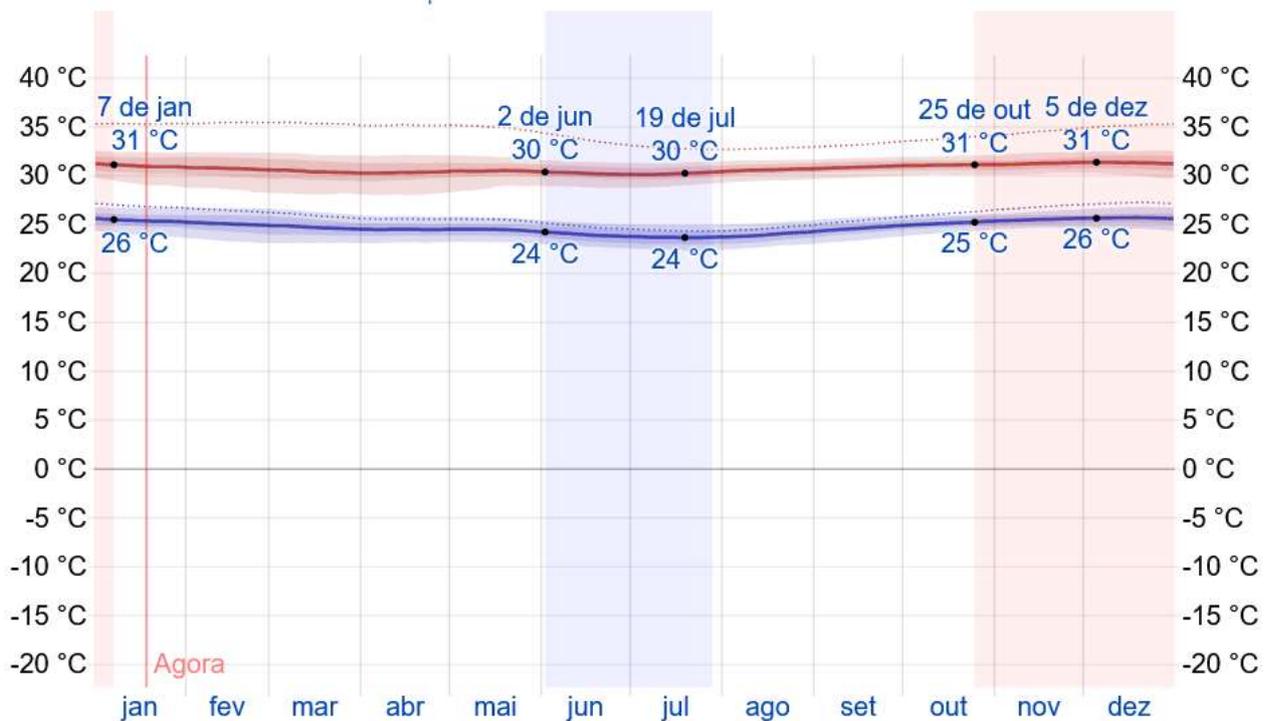


Figura 85: Temperaturas máximas e mínimas médias em Caucaia. Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias, com faixas do 25° ao 75° e do 10° ao 90° percentil. As linhas finas pontilhadas são as temperaturas médias percebidas correspondentes.



A movimentação para norte da ZCIT e a intensificação dos ventos de sudeste que se inicia em março, apresenta-se forte no oceano, com as variações no padrão de circulações oceânicas, variações do nível do mar e aumento da velocidade das correntes costeiras (Alves & Rapelli, 1997). Além deste ciclo sazonal, o clima da região apresenta uma série de modificações interanuais geralmente associadas ao fenômeno El Niño (FUNCEME, 1999).

A temperatura média anual oscila de 25,7° C a 27,3° C. Devido à proximidade da linha do Equador, a oscilação térmica anual não ultrapassa a 2° C. Os meses de junho, julho e agosto apresentam menores temperaturas, enquanto que as maiores ocorrem no período de outubro/fevereiro. A média das temperaturas mínimas atinge 23,5° C, enquanto que a média das máximas atinge 29,9° C.

A umidade relativa do ar apresenta seus maiores valores no trimestre mais úmido, quando ultrapassa 80,0%, podendo alcançar valores próximos a 85,0%. Já no período de estiagem, as taxas decrescem, atingindo valores em torno de 75,0%. Em termos médios, a umidade relativa do ar na região é da ordem de 78,0%.

A insolação média anual gira em torno de 2.694,3 horas, o que corresponderia em tese a, aproximadamente, 61,5% dos dias do ano, com luz solar direta. Nos meses mais chuvosos, os valores caem para uma faixa em torno de 6,0 horas/dia, enquanto que no auge do período de estiagem podem se elevar até 8,0 horas/dia.

A nebulosidade, definida como as décimas partes encobertas do céu, apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos chegando a atingir 7,0 décimos. No período de estiagem, os valores oscilam entre 4,0 e 5,0 décimos.

A evaporação média anual é da ordem de atinge 1.469,0 mm, com o período de estiagem (julho/dezembro), respondendo por 63,5% do total anual, apresentando nos meses de ápice, taxas médias em torno de 6,0mm/dia.

O balanço hídrico sazonal, segundo o método de Thornthwaite & Mather, revela que para o litoral de Fortaleza a deficiência hídrica tem início no mês de julho prolongando-se até janeiro, com índices situados entre 600 e 750 mm anuais. No trimestre úmido, observam-se excedentes hídricos, geralmente inferiores a 100 mm, apresentando o litoral de Caucaia índices próximos a 400 mm.



6.1.1.2 - Clima e Influência dos Fenômenos Naturais

Considerando a escala macro climática, conforme a classificação de Köppen (1948) que se baseia em elementos como a temperatura, a pluviometria e o sistema de ar, o Município de Fortaleza se insere na classificação climática Aw, caracterizando-se como um clima tropical relativamente chuvoso, com baixas amplitudes térmicas, sendo também quente e úmido, com chuvas de verão e outono, ou seja, chove muito menos no inverno que no verão.

As características climáticas de Caucaia são influenciadas pela proximidade do litoral (orla marítima) e serras úmidas (maciços residuais de Aratanha e Maranguape, nos municípios situados ao sul de Caucaia), logo, de acordo com Ceará (2012), o clima se classifica como tropical quente subúmido, com índice pluviométrico médio de 1.448mm concentrado principalmente no período de janeiro a maio, e com temperatura média de 26,3° na cidade de Caucaia.

Conforme definição da FUNCEME (Site http://www.funceme.br/?page_id=3714, acesso em 28.09.2021), diferentemente do tempo meteorológico, o clima corresponde a uma integração das condições do tempo em um período extenso de um determinado local ou área geográfica. O clima é geralmente definido como o “tempo meteorológico médio”. Na sua caracterização é feita uma avaliação estatística do comportamento do tempo de um determinado lugar ou região, sobre um período longo envolvendo meses, anos ou décadas. Quando as observações atmosféricas englobam um período de tempo de 30 anos, a análise desses dados gera as normais climatológicas.

Para a FUNCEME elaborar a previsão de clima no Ceará são analisados os campos oceânicos de grande escala, tais como aqueles referentes às anomalias de temperatura da superfície do mar envolvendo o oceano Atlântico tropical (com relação à observação do Dipolo de temperaturas que pode favorecer as chuvas no norte do Nordeste do Brasil) e o oceano Pacífico tropical (presença do fenômeno El Niño, temperaturas neutras ou fenômeno La Niña). Também são avaliados os campos atmosféricos de ventos em superfície e em altitude, da pressão e da umidade do ar, entre outros, e são considerados os resultados de modelos numéricos globais e regionais processados no exterior (IRI, UK Met Office, ECMWF, etc.) e no Brasil, rodados na FUNCEME, no CPTEC/INPE e no INMET. Os modelos globais dessas três instituições nacionais compõem, desde janeiro de 2013, o Superconjunto Nacional de Modelos, que é utilizado nas previsões climáticas para o Ceará, Nordeste e outras regiões brasileiras, gerando, de forma objetiva, as probabilidades para cada uma das três categorias: acima da normal, normal e abaixo da normal. O prognóstico é apresentado através das probabilidades, ou seja, do indicativo quanto



à chance de cada uma das categorias ocorrer, por causa das incertezas envolvidas nas análises. Este prognóstico refere-se à precipitação de um trimestre à frente. Por exemplo: em janeiro de cada ano é feito o prognóstico sobre a precipitação acumulada no trimestre de fevereiro a abril.

Não são incluídas as chuvas de Pré-Estação e Pós-Estação nas previsões climáticas feitas pela FUNCEME, porque os sistemas meteorológicos que provocam chuva nesse período são de difícil previsão, e não podem ser prognosticados além de alguns dias à frente. Durante a Pré-Estação chuvosa, o sistema meteorológico principal atuante é chamado de Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), que se configura com um formato circular, fechado, na alta troposfera. O centro desse extenso sistema é caracterizado por mínima presença de nuvens e movimento descendente de ar, o que impede a formação de nuvens e leva a condições de céu claro. Suas bordas apresentam ascendência de ar gerando nuvens precipitantes, principalmente na direção do movimento do sistema. Os VCANs são mais frequentes em janeiro, mas podem ser observados também no início da Quadra Chuvosa, principalmente no mês de fevereiro, e até mesmo em março, porém, nesse caso, com menor frequência.

Na Pós-Estação chuvosa do Ceará, a precipitação observada está associada, principalmente, a um sistema meteorológico conhecido como distúrbios ondulatórios de leste, ou Ondas de Leste, que podem atingir, com nuvens de chuva, algumas regiões cearenses como a Jaguaribana, parte do Sertão Central e a faixa litorânea que inclui Fortaleza e Caucaia. As chuvas da Pós-Estação são, em geral, mais localizadas e de rápida duração, porém podem alcançar grande intensidade.

O Dipolo do Atlântico se refere à diferença entre as anomalias de temperaturas da superfície do oceano Atlântico tropical norte e sul, que pode favorecer ou não a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema indutor de chuvas no norte do Nordeste do Brasil, incluindo o estado do Ceará. Diz-se que há um Dipolo favorável à atuação da ZCIT quando o campo de anomalias de temperaturas da superfície do mar se mostra mais aquecido ao Sul do Equador e menos aquecido ao Norte. A situação inversa caracteriza o Dipolo desfavorável que tende a manter a ZCIT afastada do norte do Nordeste, escasseando as precipitações nessa região.

O El Niño é um fenômeno oceânico caracterizado pelo aquecimento anormal das águas do oceano Pacífico equatorial, próximo à costa da América do Sul. Essa condição, em muitos casos, contribui para a redução das chuvas no setor norte do Nordeste brasileiro, incluindo o Estado do



Ceará. A La Niña é o oposto do El Niño, ou seja, um resfriamento anormal das águas do oceano Pacífico equatorial, próximo à costa da América do Sul. Normalmente, a La Niña não prejudica as chuvas no setor norte do Nordeste, incluindo o Estado do Ceará.

Contudo, apesar desses padrões observados no oceano Pacífico serem importantes, o exemplo de 2012 (quando tivemos uma situação de La Niña e a estação chuvosa se configurou abaixo da média) nos mostra que as condições do oceano Atlântico são decisivas para definir a qualidade da estação chuvosa no Estado. Logo, o sistema climático de Caucaia sofre interferência direta de fenômenos como El Niño e La Niña que alteram por vez o regime pluviométrico local, causando eventos extremos de seca e de enchentes.

O principal sistema atmosférico gerador de pluviometria, em nível de Estado do Ceará, é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pela estação chuvosa, que corresponde ao verão e outono no Hemisfério Sul. Particularmente nos sertões, a estação chuvosa é originada pela convergência dos alísios de NE e de SE. A maior concentração de chuvas ocorre nos seis primeiros meses do ano, o que representa mais de 90% do total precipitado ao longo do ano, com picos de precipitação nos meses de março e abril. A ZCIT é o principal sistema sinótico responsável pelo estabelecimento da quadra chuvosa. Ela se faz bem mais evidente quando da sua máxima aproximação do hemisfério sul, durante o equinócio outonal (23 de março), retornando ao hemisfério norte no mês de maio e ocasionando o declínio do período chuvoso a partir desse mês.

O clima dessas áreas é marcado por um regime pluviométrico singular, com existência de uma estação chuvosa de menor duração, que se concentram nos primeiros quatro meses do ano e de uma estação seca mais prolongada, dominante no restante do ano, determinadas pela dinâmica da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

O sistema climático de Caucaia também é controlado pela ZCIT, que constitui o sistema meteorológico mais importante no controle das normais climáticas da área de estudo, mas também outros sistemas podem atuar na definição do clima local, como as Frentes Frias provenientes do Polo Sul e os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior.

Os fenômenos oceânico-atmosféricos, também conhecidos como fenômenos internos, que influenciam a área em estudo são: El Niño, La Niña e Dipolo do Atlântico, pois estes três fenômenos influenciam a variabilidade anual das precipitações, contudo, o Dipolo do Atlântico



está mais associado à zona litorânea da Região Metropolitana de Fortaleza aonde se encontra a área de influência do empreendimento.

6.1.1.3 - Aspectos Meteorológicos (Regime de Chuvas/Temperaturas/Ventos)

O regime de precipitação durante os períodos de pré-estação e estação chuvosa é registrado pela atuação e/ou influência de diversos sistemas meteorológicos que variam desde pequeno até escalas sinóticas, tais como: as linhas de instabilidade que se formam na faixa litorânea e as brisas marítimas e terrestres ali sopradas; as incursões pronunciadas de sistemas frontais advindos das altas latitudes austrais (frentes frias provenientes do Polo Sul); os vórtices ciclônicos que se formam nos altos níveis topográficos; e a manifestação da Zona de Convergência Intertropical (ZICT) principal sistema indutor de chuvas, durante a estação chuvosa (Souza et. al., 1996).

A estação seca (estiagem) nessa região se manifesta entre os meses de junho a novembro, caracteriza-se por apresentar intensa mobilidade de sedimento decorrente da ação do vento na zona costeira de Caucaia. Como os regimes meteorológicos em geral determinam o nível do lençol freático é possível que em anos do episódio El Niño, caracterizados por secas na região do Nordeste, tenha-se um rebaixamento significativo do nível freático em regiões de terrenos arenosos. Logo, em anos de La Niña, constituído por período chuvoso ou muito chuvoso no Estado do Ceará, verifica-se nas regiões costeiras como é o caso de Caucaia um aumento significativo do nível freático, deixando-o quase aflorante (Castro, 2001).

A região sul de Caucaia é beneficiada pela concentração de massas de ar que tendem a se expandir causando localmente maiores precipitações, isto ocorre pela influência das serras da Aratanha e Maranguape, onde a altitude e disposição do relevo face ao deslocamento dos ventos do litoral condiciona a ocorrência de chuvas orográficas, conferindo a essas regiões um regime de precipitação mais intenso e condições climáticas que caracterizam um clima úmido (médias anuais de 1.500mm).

Vale destacar que na maior parte do município de Caucaia estação chuvosa se prolonga por mais tempo, de forma mais regular, com menor intensidade e com melhor distribuição em função da proximidade com o mar. que lhe favorece maior índice de umidade relativa do ar e baixa amplitude térmica, como característica do clima local.



Série histórica das precipitações pluviométricas

Há no Município de Caucaia, 05 postos de coleta e medição das precipitações pluviométricas. São eles: Bom Princípio, Caucaia, Lagoa da Serra, Sítios Novos e Tucunduba. Entretanto, os postos Tucunduba, Bom Princípio e Lagoa da Serra encontram-se desativados.

Dentre os postos pluviométricos em atividade, os Postos de Caucaia e Sítios Novos forneceu as informações que atenderam plenamente o presente estudo, visto que os demais apresentaram erros na medição em vários meses e anos (vide séries históricas de precipitações pluviométricas em www.funceme.br).

No período de 22 anos, os maiores índices de precipitação anual foram registrados nos anos de 1994 (total de 2414,6 mm com pico em junho: 572,4mm), 2000 (total de 1776,5mm com pico em abril: 476,3mm), 2003 (total de 2170,6mm com pico em março: 542,2mm) e 2009 (total de 2218,9mm com pico em abril: 510,3mm).

Neste período, houve 04 (quatro) “invernos atípicos” com precipitações totais anuais acima dos 2000 mm.

Observa-se também que de janeiro a julho de 2011 (em destaque em amarelo), choveu mais do que o total anual registrado em 2010 e atingiu valores próximos ao total anual registrado em 2009. Cabe, portanto, afirmar que em 2011 o período chuvoso se caracteriza como um “inverno atípico”.

O Posto pluviométrico de Caucaia, localizado nas coordenadas -38.6833 de longitude e - 3.7500 de latitude, pertencente à Universidade Federal do Ceará, registrou uma série histórica de precipitações pluviométricas, bem como as últimas precipitações.

No mês de janeiro de 2022 as maiores precipitações ocorreram nos dias 11 e 17, com valores de 44mm e 30mm, já nos dias 13, 14 e 15 não houve precipitação, como pode ser observado no gráfico da Figura 86.

Quando observamos a média histórica (período 1982 - 2021) concluímos que a diferença entre a precipitação do mês mais seco (setembro com apenas 4 mm) e do mês mais chuvoso (abril com média de 215 mm) é de 211 mm. No mês de julho com apenas 29 mm de chuvas em média, é mais marcante o início do período de estiagem.



DADOS PLUVIOMETRIA - CAUCAIA (38)

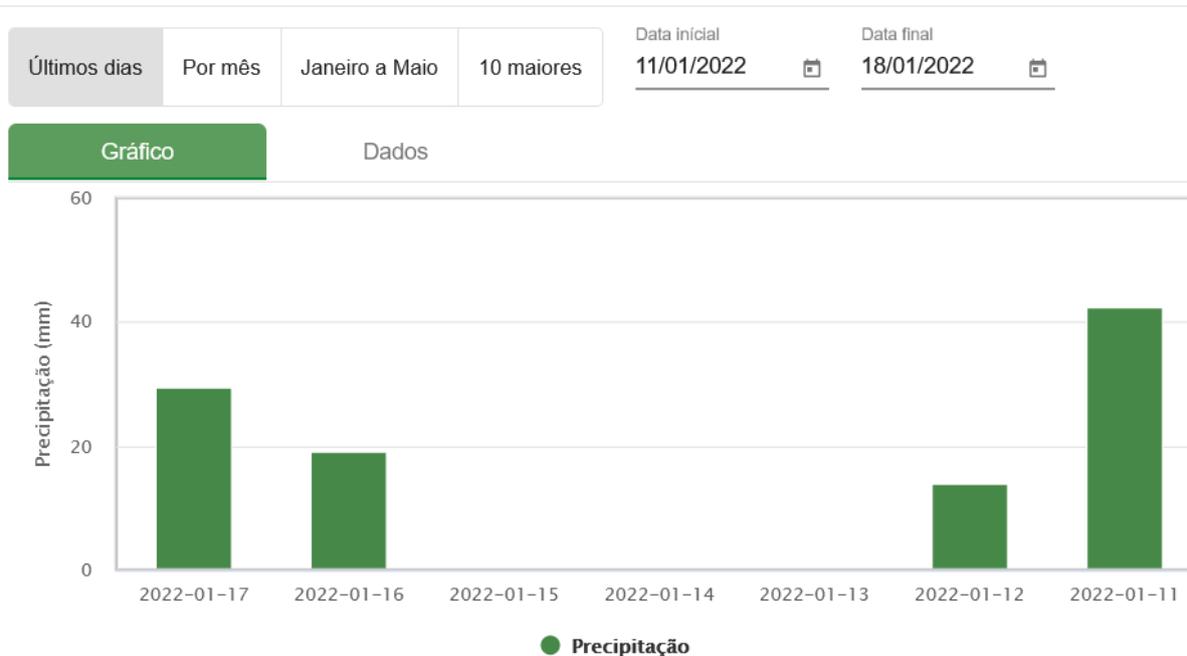


Figura 86: Dado Pluviométrico do Posto de Caucaia.

A pluviosidade média anual é 748 mm. Ao longo do ano as temperaturas médias variaram apenas 1.7 °C e a temperatura média anual em Caucaia é 26.3 °C. As precipitações apresentam acentuada irregularidade, manifestando-se não apenas no decorrer dos meses, mas também ao longo dos anos, pois há anos em que o índice pluviométrico médio não é atingido e aqueles aonde chuvas superam a média histórica, como também pode ser observado no gráfico da Figura 87.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.8	26.5	26.3	26.2	26.5	26.2	26.2	26.6	26.8	27.1	27.3	27.2
Temperatura mínima (°C)	25	24.7	24.6	24.5	24.7	24.3	24.1	24.2	24.5	24.9	25.3	25.3
Temperatura máxima (°C)	29.4	28.9	28.6	28.5	28.9	28.9	29.4	30.5	30.6	30.6	30.6	30.2
Chuva (mm)	88	130	180	215	107	52	29	8	4	7	9	29
Umidade(%)	77%	81%	83%	84%	81%	77%	72%	67%	68%	69%	71%	74%
Dias chuvosos (d)	13	15	19	18	14	8	5	1	1	1	2	7
Horas de sol (h)	8.1	7.4	6.9	7.0	7.9	8.3	8.8	9.5	9.1	8.6	8.5	8.7

Figura 87: Médias Mensais de Chuvas e Temperaturas em Caucaia (2021).

Fonte: Climate-Data.Org (2022).



Essas variabilidades pluviométricas estão associadas às irregularidades ocasionadas pelas temperaturas dos oceanos tropicais e aos fenômenos El Niño e La Niña, que ocasionam efeitos variados. O El Niño causa prolongados períodos de secas, geradores de sérios problemas socioambientais. O La Niña provoca fortes chuvas que causam situações calamitosas, principalmente nas áreas sujeitas a riscos ambientais por alagamentos ou inundações sazonais.

O regime pluviométrico local é do tipo tropical, definido pela concentração de chuvas em praticamente 04 meses do ano e com ciclo de variação anual caracterizado por duas estações bem definidas. A primeira denominada estação chuvosa ou quadra invernososa ocorre no primeiro semestre do ano, registrando 922mm em média no período 1982-2019, que corresponde a 64% do total anual. No ano de 2021 foi registrado 721mm em média (Figura 87). Esse ciclo tem início no mês de janeiro, com valor máximo de precipitação registrado nos meses de março e abril.

A segunda estação denomina-se seca ou de estiagem e tem precipitação média de 481 mm significativa nos meses de maio, junho, julho, agosto e dezembro. Essas chuvas são de curta duração e distribuição espacial irregular, sendo que o período mais seco está compreendido entre os meses de setembro a novembro com apenas 45 mm em média no período 1982-2019. No ano de 2021 foi registrado 69mm em média no período.

A relação da estação chuvosa com o regime de ventos em Caucaia se comporta de maneira divergente à medida que quando aumenta a precipitação diminui a incidência de ventos. Os picos mais altos de velocidade dos ventos são iniciados no mês de agosto, quando o período mais chuvoso já está totalmente finalizado.

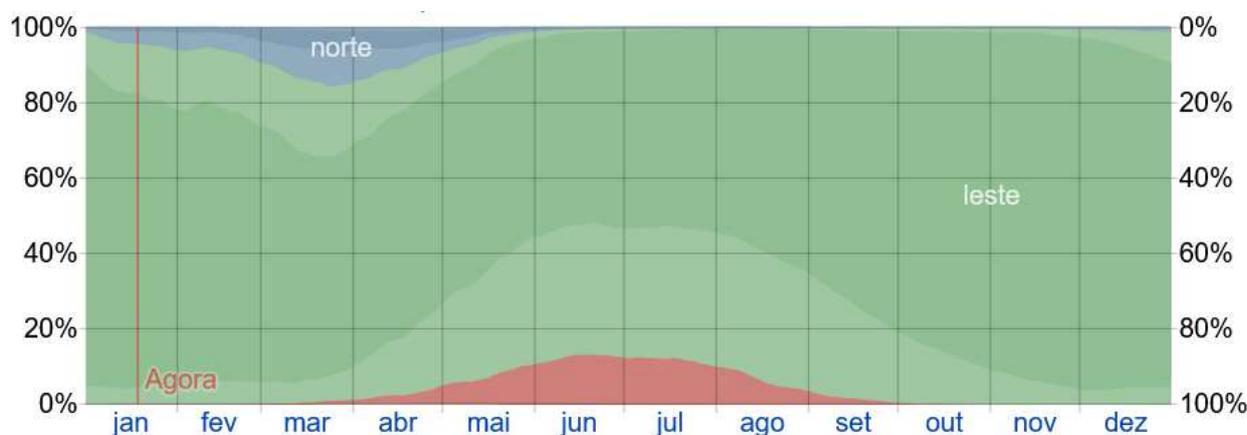


Figura 88: Direção do Vento em Caucaia (2021).
Fonte: Climate-Data.Org (2022).



A Figura 88 demonstra a porcentagem de horas em que o vento tem direção média de cada uma das quatro direções cardeais de vento, exceto nas horas em que a velocidade média do vento é inferior a 1,6 km/h. As áreas mais esmaecidas nas interseções indicam a porcentagem de horas passadas nas direções intermediárias implícitas (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

6.1.1.4 - Características e Influência dos Ventos Predominantes

Os ventos neste município são caracterizados pela presença de um forte ciclo sazonal controlados pelo movimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se desloca do Norte para o Sul conforme mudanças de estação (FUNCEME, 1996).

A ZCIT, que corresponde a uma larga faixa de confluência dos ventos alísios de nordeste e sudeste, é caracterizada por intensa nebulosidade e baixa pressão atmosférica. Em geral a ZCIT migra sazonalmente de sua posição ao norte, no Oceano Atlântico, para posições mais ao sul durante o verão austral. Os ventos alísios de sudeste são mais intensos quando a ZCIT se encontra ao norte (agosto a outubro), diminuindo progressivamente sua migração ao equador, para alcançar valores mínimos anuais durante os meses de março e abril quando os ventos de sudeste são mais fracos (Rapelli, 1998).

A movimentação para norte da ZCIT e a intensificação dos ventos de sudeste que se inicia em março, apresenta-se forte no oceano, com as variações no padrão de circulações oceânicas, variações do nível do mar e aumento da velocidade das correntes costeiras (Alves & Rapelli, 1997).

Além deste ciclo sazonal, o clima da região apresenta uma série de modificações interanuais geralmente associadas ao fenômeno El Niño (FUNCEME, 1999).

Regime de Ventos

A origem dos ventos na região é caracterizada pela presença de um forte ciclo sazonal, controlado pelo movimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que se desloca de norte a sul, conforme estações do ano.

Buscando aprofundar o conhecimento deste regime de vento, analisaram-se dados registrados na estação meteorológica situada em Caucaia e na FUNCEME. Ambas as estações

operam segundo as normas meteorológicas internacionais. De acordo com estas normas, as leituras de velocidade dos ventos são realizadas a uma altura padronizada de 10 metros.

A sensação de vento em um determinado local é altamente dependente da topografia local e de outros fatores. A velocidade e a direção do vento em um instante variam muito mais do que as médias horárias.

A velocidade horária média do vento em Caucaia passa por variações sazonais significativas ao longo do ano.

A época de mais ventos no ano dura 6,4 meses, de 23 de junho a 3 de janeiro, com velocidades médias do vento acima de 19,5 quilômetros por hora. O mês de ventos mais fortes em Caucaia é setembro, com 25,1 quilômetros por hora de velocidade média horária do vento.

A época mais calma do ano dura 5,6 meses, de 3 de janeiro a 23 de junho. O mês de ventos mais calmos em Caucaia é abril, com 14,2 quilômetros por hora de velocidade média horária do vento. Os ventos na região Nordeste do Brasil são controlados, sobretudo, pelo movimento sazonal da ZCIT, que se desloca do Hemisfério Norte para o Sul, influenciando as mudanças de estações e o movimento latitudinal dos ventos alísios (Hastenrath, 1985).

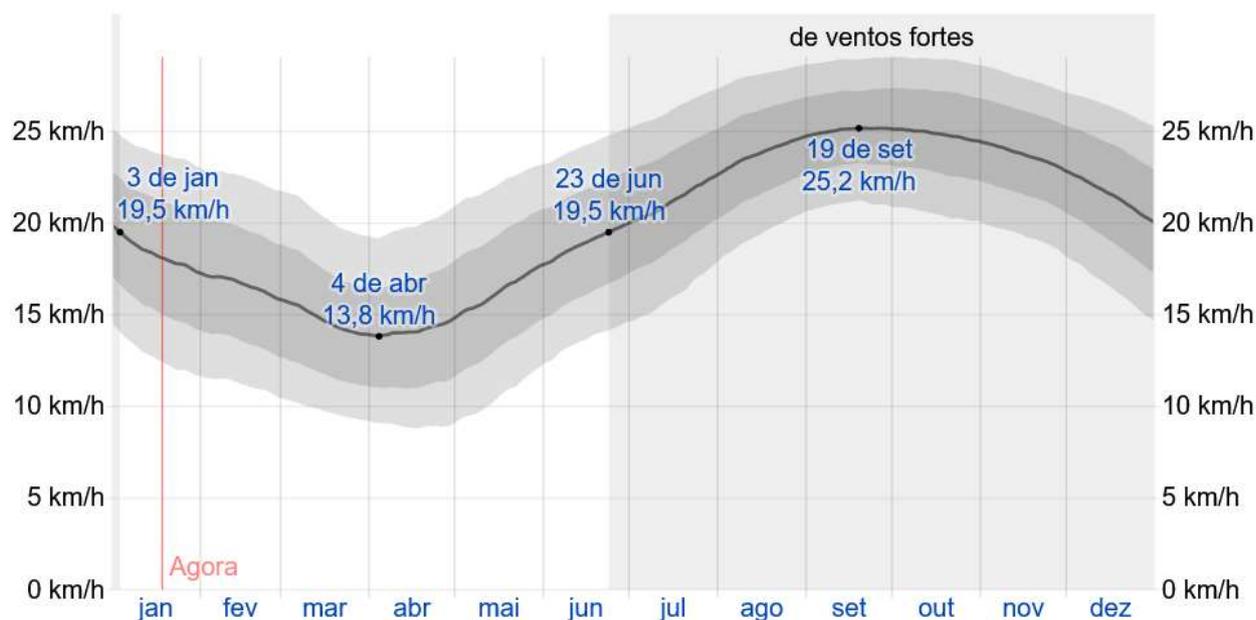


Figura 89: Velocidade Média do Vento em Caucaia (2021).
Fonte: Climate-Data.Org (2022).



Durante os meses de setembro-novembro, a ZCIT se encontra em sua posição mais ao norte, predominando os ventos alísios de SE, o que caracteriza o verão austral, marcado por baixas taxas de precipitação. Nos meses de dezembro a março, quando a ZCIT se encontra mais ao sul, alcançando a área costeira do N/NE do Brasil, predominam os ventos alísios de Nordeste. Já nos meses de janeiro a junho (inverno austral), são observadas chuvas mais fortes, com ventos também provenientes de NE.

A cidade de Caucaia é caracterizada pela elevada e constante média de velocidade do vento. Esta característica faz com que essa região apresente um elevado potencial para o desenvolvimento de energia eólica e de esportes a vela. O regime de ventos é sazonal e, ao longo do ano, apresenta valores médios de 3,0 m/s (chuvoso) e de 4,3 m/s (seco). O tipo de vento predominante são os alísios, que são mais intensos nos quadrantes Sudeste e Nordeste, dependendo da época do ano devido à atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul – ASAS (Silva et al., 2010).

Morais (1980) acrescentou que a variação dos ventos alísios de NE a SE também pode ser atribuída ao deslocamento do Equador térmico para o sul do Equador geográfico. As direções predominantes ocorrem nos quadrantes ESE (67,4%), ENE (23%), NNE (5%) e SSE (4,6%). Os ventos mais frequentes no litoral de Caucaia sopram no quadrante E-SE e E-NE durante mais de 90% do ano.

Os ventos apresentam velocidade média anual de 3,6 m/s, tendo como direção predominante Leste. Durante o verão/outono, a interferência da Convergência Intertropical (CIT) proporciona o início da estação chuvosa, resultando numa modificação brusca na direção dos ventos que convergem para Sudeste.

As maiores velocidades ocorrem no período de estiagem (estação seca), quando os valores médios se situam entre 3,5 e 4,9 m/s, enquanto que no primeiro semestre do ano, antes do início da época das chuvas mais abundantes, as velocidades reduzem-se bastante, atingindo no mês de abril 2,3 m/s.

Segundo o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, a ocorrência dos ventos é controlada principalmente pelos alísios de NE e SE e pelo regime de brisas terrestres e marinhas, que é fortemente atuante no Ceará e alinhada aos alísios.

Estudos realizados demonstram que os alísios de SE dominam durante os períodos de inverno e primavera, enquanto que nos meses de verão e outono, o predomínio é de ventos de E, com ocorrências de SE, NE e uma parcela reduzida de NW (INPH/SEP, 2014).



Souza Filho & Sales (2010) observaram que entre 1974-1995 houve registros de velocidade dos ventos com tendências divergentes nos postos de monitoramento.

Os autores verificaram que no posto de Caucaia, que fica afastado do adensamento urbano, há uma tendência para o aumento nas velocidades dos ventos. Já os registros do posto da FUNCEME, localizado no centro do adensamento urbano em Fortaleza, divergem para uma redução na velocidade dos ventos. A diminuição na velocidade dos ventos pode estar relacionada ao processo de verticalização da cidade.

6.1.1.5 - Pressão atmosférica, Umidade do Ar, Insolação e Evaporação

A pressão atmosférica (PA) média em Caucaia é de 1.009,2 mb e apresenta pequenas variações ao longo do ano. No primeiro semestre, nomeadamente na quadra invernos, a média da PA é de 1.008 mb, enquanto que no segundo semestre, período seco, a média é de 1.011 mb. Nesse caso, a atuação da ZCIT é fundamental para diminuição dos valores médios de PA, isso por ser uma banda de baixa pressão.

O gráfico da Figura 90 mostra a pressão atmosférica no ano de 2019, onde nos meses de maio a outubro apresentam os maiores valores de pressão atmosférica, chegando a 1010,6mb em julho, enquanto o mês de janeiro apresenta os menores valores de pressão atmosférica em torno de 1006,8 mb.

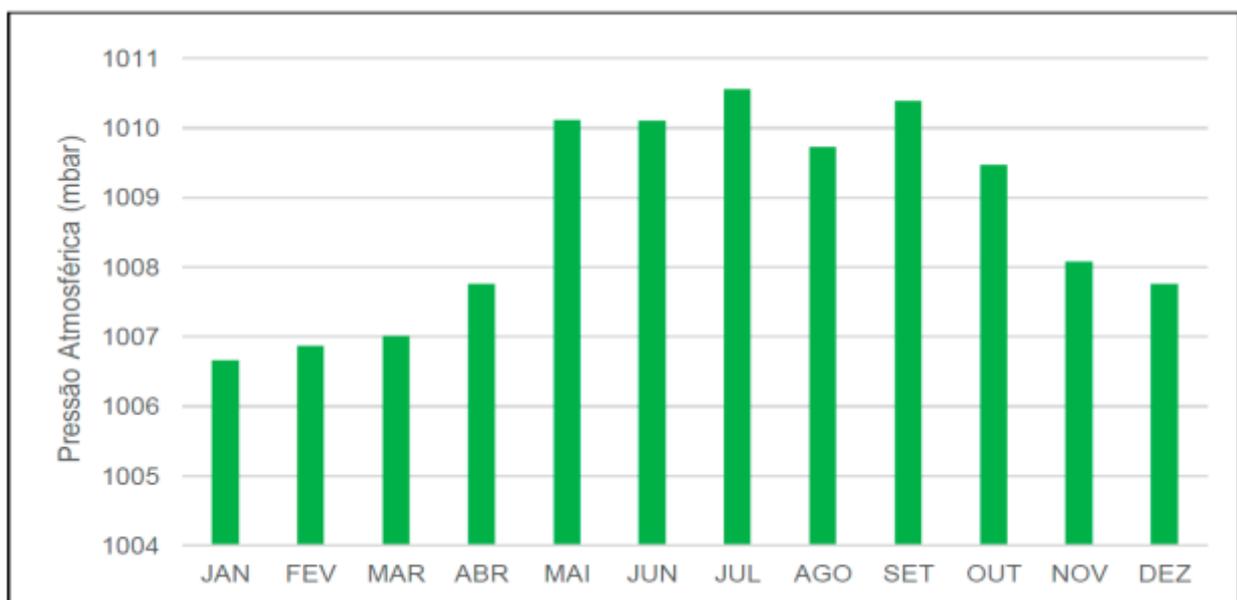


Figura 90: Pressão Atmosférica em Caucaia (2019).
Fonte: FUNCEME, 2019.

Umidade do Ar, Insolação e Evaporação

Baseamos o nível de conforto de umidade no ponto de orvalho, pois ele determina se a transpiração vai evaporar da pele e, conseqüentemente, esfriar o corpo. Pontos de orvalho mais baixos provocam uma sensação de mais secura. Pontos de orvalho mais altos provocam uma sensação de maior umidade. Diferente da temperatura, que em geral varia significativamente do dia para a noite, o ponto de orvalho tende a mudar mais lentamente. Assim, enquanto a temperatura pode cair à noite, um dia abafado normalmente é seguido por uma noite abafada.

A sensação de umidade em Caucaia, medida pela porcentagem do tempo em que o nível de conforto de umidade é abafado, opressivo ou extremamente úmido, não varia significativamente ao longo do ano, permanecendo entre 4% e 96% durante o ano inteiro.

De acordo com Ayoad (2006), os fatores que identificam a insolação recebida em determinados locais são gerados pela duração do dia, latitude, altitude e distância do sol.

A área de estudo localiza-se próximo à linha do equador, logo, suas máximas de insolação ocorrem no período do equinócio e mínimas no solstício.

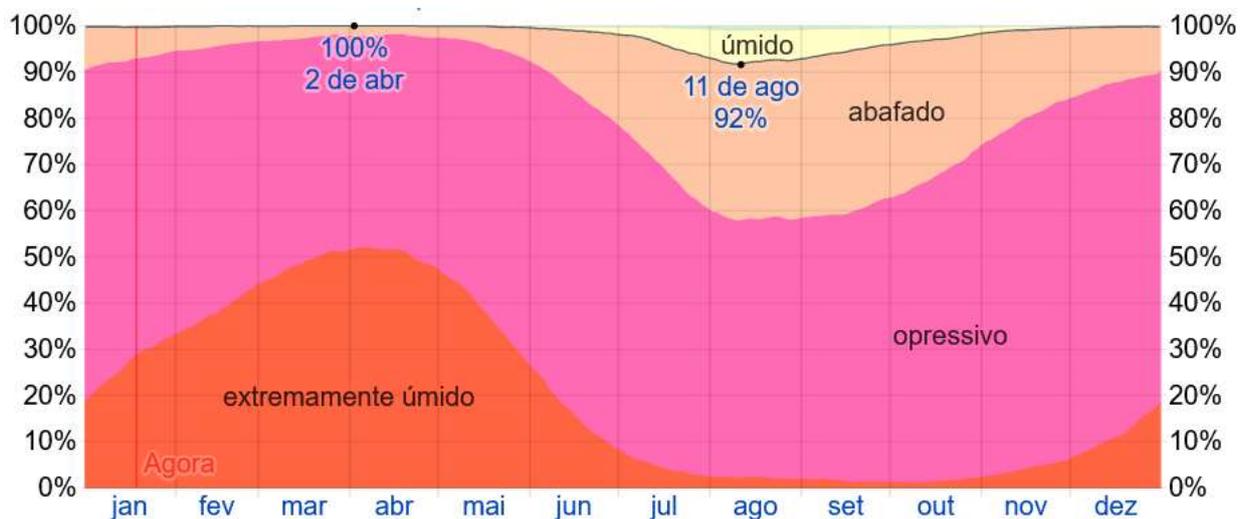


Figura 91: Umidade do Ar em Caucaia (2021).
Fonte: Climate-Data.Org (2022).

O gráfico da Figura 91 apresenta a umidade do ar de Caucaia no ano de 2021, onde pode se observar que no segundo semestre o nível de conforto varia de opressivo a abafado, enquanto



que no primeiro semestre este nível tem variações entre extremamente úmido a opressivo. O mês de abril apresenta o maior nível de extremamente úmido, enquanto os meses de novembro e dezembro os níveis de conforto são opressivos.

De acordo com a série histórica estudada, que vai de 1961 e 2016, a média mensal da insolação apresentou um mínimo de 156,87 e 163,16 horas, durante o mês de março e abril, respectivamente, e máxima nos meses de agosto a novembro, o que vem confirmar a sua relação com a variação das precipitações.

A insolação é bastante intensa na área litorânea, atingindo uma média anual de 2565,67 horas, sendo mais forte no mês de outubro, com 292,71 horas e decrescendo no mês de abril, com 156,87 horas. Durante todo o ano a incidência solar média diária varia em torno de 7,8 horas/dia.

Percebe-se que a elevada insolação ocorre praticamente o ano todo, tendo uma queda no período de atuação da ZCIT, nos meses de fevereiro, março e abril, onde este sistema atmosférico age com maior intensidade, ocasionando chuvas.

O gráfico da Figura 92 apresenta uma média da insolação em horas de uma série histórica, que vai de 1961 até o ano de 2015, onde se observa que a região apresenta uma média entre 280 hrs e 198 hrs. A sua média anual máxima foi no ano de 1993 e o valor mínimo de insolação foi em 1985

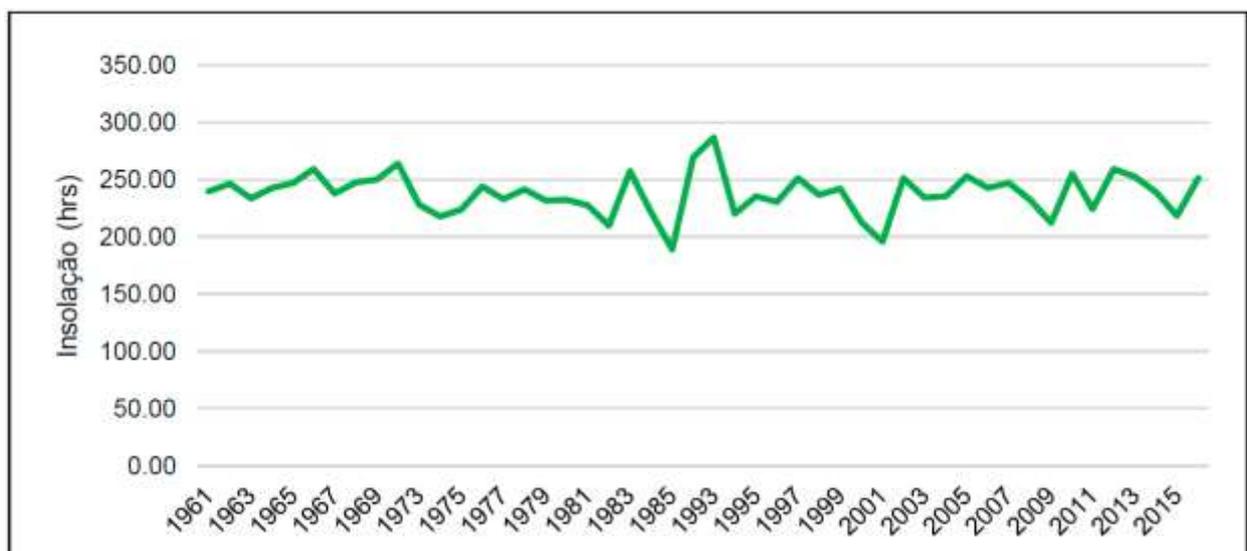


Figura 92: Série da Insolação em Caucaia (2019).
Fonte: FUNCEME, 2019.



Os dados de evaporação, bem como das demais normais climatológicas são afetados pela sazonalidade climática imperante no Nordeste brasileiro, com os maiores valores observados no segundo semestre do ano.

A esse quadro climático, somam-se os baixos valores de precipitação e o aumento da intensidade dos ventos, confluindo para um cenário que propicia o maior transporte eólico dos sedimentos da pós-praia em direção ao interior do continente.

As condições climáticas da região favorecem o fenômeno da evaporação, o qual provoca perdas hídricas consideráveis, mormente aos volumes acumulados em superfícies livres.

Como este processo está diretamente relacionado ao regime pluviométrico, o trimestre úmido (março-maio) é o de maior índice, correspondendo, em média, a 15% da evaporação anual. Por outro lado, o período de setembro a novembro concentra quase um terço do total.

Os índices médios de evaporação são em torno de 3.300mm, podendo ainda superar esta quantidade.

6.1.2 - Caracterização Geológica e Geomorfológica

As características e distribuição dos sedimentos na zona costeira são os fatores determinantes de maior importância no controle de todos os processos costeiros. O seu conhecimento necessário para a definição de qualquer tipo de intervenção futura, notadamente aquelas ligadas às obras de engenharia. Dentre as principais características dos materiais envolvidos nas formações costeiras, destacam-se a granulometria, sua composição e outras propriedades físicas, que constituirão a principal fonte de material para o litoral, seja pelo aporte fluvial, seja pela erosão direta dos afloramentos costeiros. A fonte primária, dá origem ao longo do tempo, à formação de praias, dunas e outros tipos de depósitos, que podem, dependendo da evolução dos processos, constituir fontes secundárias de material, gerando um processo semelhante aqueles de “reciclagem”.

A distribuição espacial das formações irá influenciar as características gerais da morfologia costeira e o padrão de distribuição sedimentar, sendo o estudo da sua evolução ao longo do tempo, através do registo geológico, fundamental para compreender as relações entre a magnitude e importância dos diferentes processos e possíveis respostas da costa. Note-se que, uma vez conhecida a evolução do sistema em diferentes escalas temporais, podem ser determinados os



fatores de maior influência e definidas as áreas de maior vulnerabilidade e, se necessário, o tipo de intervenção mais adequado para cada uma delas (Maia, 1998).

Neste capítulo, será apresentado a descrição geral da geologia e geomorfologia regional, pedologia, unidades geoambientais, e as características da margem continental brasileira com ênfase na margem nordeste, com forte embasamento em trabalhos anteriores.

No nível de detalhamento, e com base em trabalhos específicos, será abordada a cobertura da Plataforma do Estado do Ceará e os processos sedimentares associados, bem como a descrição das formações e a evolução sedimentar de longo prazo da zona costeira.

6.1.2.1 - Geologia e Geomorfologia

Dentro do quadro tectono-geológico local a área pesquisada encontra-se totalmente inserida nos domínios da Província Costeira (Almeida et al, 1997), cujos elementos litológicos localmente se superpõem discordantemente. A seqüência mais antiga é constituída de rochas do Paleoproterozóico seguindo-se de coberturas cenozóicas representadas por clásticos terciários da Formação Barreiras, e depósitos quaternários formados pelas dunas e paleodunas, sedimentos flúvio-aluvionares e de mangue (Figura 93).

O embasamento cristalino é composto de rochas ígneas e metamórficas, orto e paraderivadas, com lentes de quartzitos intercaladas em biotita-gnaisses e anfibolitognaisses, que se dispõem tanto nas zonas da Depressão Sertaneja como nas zonas de estirâncio, podendo constituir alguns promontórios (Ponta do Pecém).

A Formação Barreiras é constituída de arenitos finos a médios, com intercalações de siltitos, argilas e níveis de conglomerados, com variação lateral de fácies, podendo notar-se discreta estratificação cruzada entre os bancos deposicionais. Apresenta matriz argilosa caulínica, com cimento ferruginosos, às vezes silicoso e níveis laterizados.

Essa unidade possui caráter predominantemente continental, tendo seus constituintes sido depositados sob condições de um clima semi-árido, sujeito a chuvas esporádicas. Formam amplas faixas de leques aluviais coalescentes, ocorrendo à retaguarda dos depósitos eólicos mais recentes.

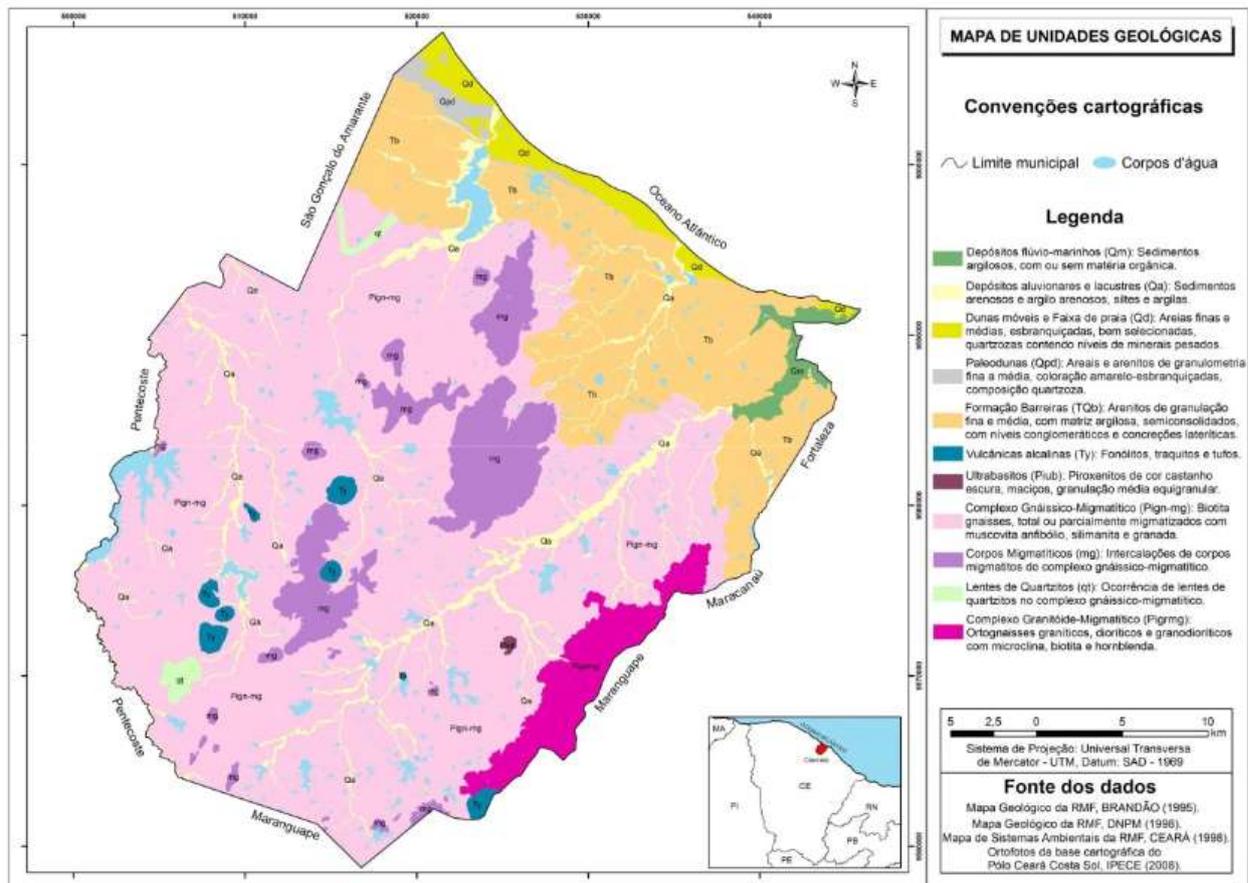


Figura 93: Mapa geológico do município de Caucaia.

As dunas e paleodunas são constituídas por areias bem selecionadas, de granulação fina a média, quartzosas, alaranjadas e/ou acinzentadas. Distribuem-se sob forma de cordões contínuos, dispostos paralelamente à linha de costa, sobrepostas aos depósitos terciários da Formação Barreiras. As paleodunas podem apresentar-se compactadas, desenvolvendo processos de edafização e conseqüente revestimento vegetal.

Do ponto de vista geomorfológico são diferenciados dois domínios principais na área: os glaciais pré-litorâneos, que compreendem taludes de fracos declives, distribuídos gradativamente do interior para o litoral (Formação Barreiras), e a planície litorânea, que inclui os campos de dunas, as praias e a planície fluviomarinha, comportando ainda terrenos pertencentes à Depressão Sertaneja.

A Figura 94 mostra as relações existentes entre a geologia, a geomorfologia regional e os sistemas aquíferos referidos neste trabalho.

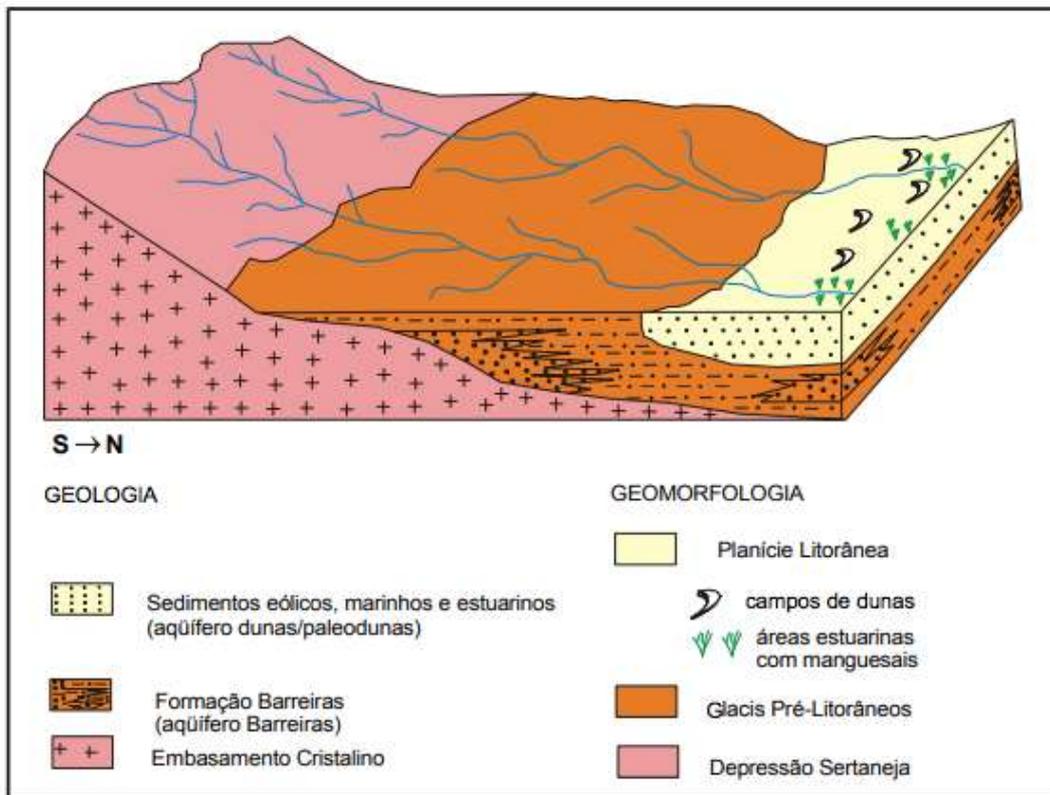


Figura 94: Relação entre a geologia e a geomorfologia e os sistemas aquíferos costeiros.

A primeira unidade corresponde às Dunas, formada por areia fina a média cinza esbranquiçada, homogênea, com poucos pedregulhos de quartzo. Os arenitos, quando na base dos Poços e com continuidade em profundidade, pode corresponder ao topo da Formação Barreiras, que no caso da Praia do Cumbuco com cor esbranquiçada ou acinzentada trata-se das paleodunas ou dunas de primeira geração de (Maia, 1998). Esta unidade foi formada durante o período interglacial após a penúltima transgressão de 120.000 anos.

As camadas argilosas, se contínuas, também poderiam representar a Formação Barreiras, mas na forma de lentes como as observadas na Figura 95, deve caracterizar depósitos lacustres ou lagunares durante a construção da planície costeira, submetida a vários eventos de transgressão/regressão. Na falésia viva da foto a seguir tem-se: arenito arenoso alaranjado e friável na parte superior até 6,0m de profundidade; seguido de arenito ferruginoso (argiloso) de cor avermelhada, associado ao nível do lençol freático entre 6,0m e 7,5m; seguido de arenito argiloso de cor variegada entre 7,5m e 10,0m, também associado a flutuação do nível freático; e na parte basal entre 10,0 e 18,0m tem-se uma espessa camada de arenito caulínico, conglomerático (seixos e matacões de quartzo retrabalhados) mais litificado, contudo apresentando vários pontos com

solapamento devido a abrasão marinha atuante. Essa camada basal mais litificada acaba constituindo os beachrocks aflorantes na praia.



Figura 95: Perfil típico das falésias da Formação Barreiras na Praia do Pacheco, próximo ao Espigão 2.

Pedologia

A origem e evolução dos solos está relacionada a fatores que traduzem as características dos condicionantes climáticos, litológicos e de relevo ao longo do tempo (SANTOS, 2006). Os solos ocorrentes em Fortaleza têm variações significativas quanto a tipologia, classes de solos e variação espacial. São dominantes as seguintes classes de solos: Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos.

Predominam no território do município de Caucaia solos do tipo Argissolos Vermelho Amarelo, ocorrendo nos tabuleiros pré-litorâneos, nos relevos de planos a suavemente ondulados da faixa de transição com a depressão sertaneja e na base dos morros residuais. que se caracterizam por serem profundos a medianamente profundos, geralmente bem drenados, porosos e de textura variando de média a argilosa.



A coloração é variada, apresentando tons desde vermelho-amarelados até bruno acinzentadas, com origem relacionada a diferentes tipos de materiais. São ocupados por diferentes tipos vegetacionais. Apresentam baixa fertilidade natural, forte acidez e são altamente susceptíveis à erosão, principalmente quando desprovidos de cobertura vegetal. Ocorrem em áreas de relevo plano a suavemente ondulado, nos domínios dos sedimentos da Formação Barreiras.

Na região litorânea observa-se a ocorrência dos Neossolos Quartzarênicos, que são arenosos geralmente profundos, pouco desenvolvidos, com alta permeabilidade, fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural, associados as áreas de dunas edafizadas, campos de dunas móveis, planícies de deflação e faixas de praia.

Apresentam textura arenosa e sua utilização agrícola é bastante restrita e coloração esbranquiçada ou amarelada. Sua distribuição geográfica está associada à planície litorânea e a setores dos tabuleiros pré-litorâneos.

São recobertos por vegetação pioneira do complexo vegetacional litorâneo. Nos tabuleiros pré-litorâneos estão associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos comportando espécies do complexo vegetacional litorâneo.

Os Neossolos Flúvicos ocorrem ao longo das planícies dos principais rios do município, e têm formação a partir da sedimentação fluvial e distribuem-se principalmente ao longo dos rios de maior fluxo hídrico.

Sua distribuição espacial está associada à presença de corpos hídricos, notadamente bordejando a calha dos rios de maior caudal (Ceará e Cauípe) e às margens de lagoas como as de Lagamar do Cauípe, Lagoa do Banana, Lagoa da Barra Nova - Tabuba e Lagoa do Gereraú, formando algumas vezes associações com os Planossolos Nátricos.

São mediantemente profundos a muito profundos, de texturas variadas, moderada a imperfeitamente drenados, com pH entre moderadamente ácido a levemente alcalino e fertilidade natural alta. Estão sujeitos a inundações periódicas durante a quadra invernos.

Os Planossolos Nátricos são solos salinos, rasos, imperfeitamente drenados e bastante susceptíveis a erosão. Apresentam problemas de encharcamento durante o período chuvoso e de ressecamento e/ou fendilhamento na época seca. Não apresentam potencial para exploração agrícola.

Os Gleissolos Sálícos ocorrem nas desembocaduras dos rios Ceará e Cauípe nos trechos onde estes sofrem a influência das marés. Verifica-se também sua ocorrência nas margens de lagoas situadas mais próximas ao litoral. São nesses solos que se desenvolvem os manguezais.

São solos gleysados, não ou muito pouco desenvolvidos, muito mal drenados, com alto conteúdo de sais provenientes da água do mar e de compostos de enxofre que se formam nestas áreas sedimentares de baixadas salinizadas. Não possuem nenhum potencial agrícola encontrando-se encobertos pela vegetação de mangue.

Na região do litoral de Caucaia, onde será implantada o empreendimento, observa-se o predomínio de solos do tipo Neossolos Quartzarênicos, que se caracterizam por apresentar constituição areno quartzosa, com baixa saturação de bases e baixa fertilidade natural.

A Figura 96 mostra a distribuição dos solos predominantes no território do município de Caucaia, sendo destacada a área do empreendimento ora em análise.

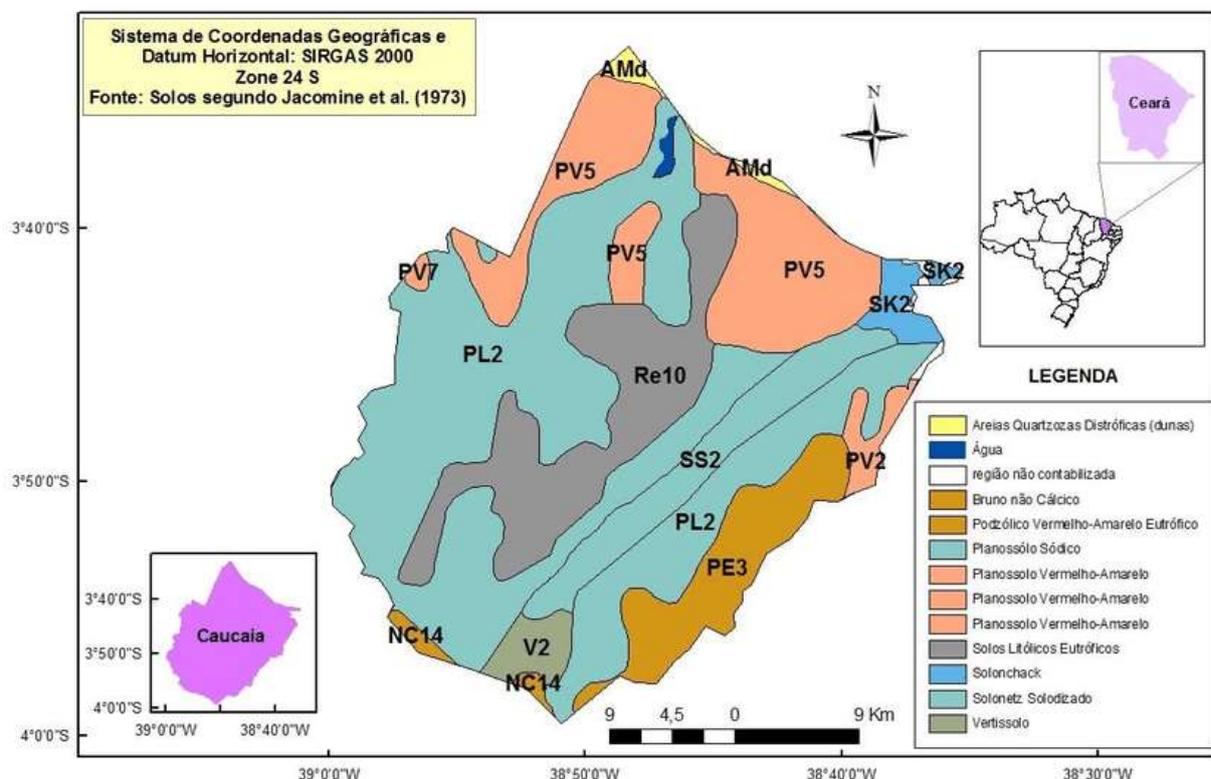


Figura 96: Mapa Pedológico do município de Caucaia. Fonte: Chaves, 2016.



Propriedades Hidrodinâmicas dos Sistemas Aquíferos

O sistema aquífero constituído pela Formação Barreiras possui espessura normalmente inferior a 55 metros. Devido às freqüentes intercalações de níveis argilosos em seu domínio possui em geral diferentes condutividades hidráulicas, estas em torno de $1,8 \times 10^{-6}$, refletindo mais as características de um aquífero. O rebaixamento do nível da água ocorre no intervalo entre 5 e 30 metros, apresentando vazões médias de 2,8 m³/h, podendo encontrar-se valores da ordem de 17,6m³ /h. Em geral comporta-se como um aquífero livre, podendo localmente apresentar-se como semiconfinado.

A variação litológica da Formação Barreiras além de alterar as condições de fluxo de água subterrânea, favorece o aparecimento de pequenas fontes de contato localizadas preferencialmente nas encostas das falésias, como as observadas na Praia do Pacheco.

O sistema Dunas/Paleodunas possui elevados índices de porosidade e permeabilidade, funcionando como aquífero transmissor para a unidade sotoposta (Formação Barreiras). Devido ser constituído de arenitos homogêneos, bem selecionados, possui porosidade/permeabilidade intergranular relativamente homogêneas, comportando-se como um meio isotrópico.

Classifica-se como um aquífero livre, com espessura variando entre 10 e 25 metros. Geralmente capta-se água com profundidades inferiores a 20 metros. Os valores de condutividade hidráulica e transmissividade oscilam de 0,73 a $2,50 \times 10^{-4}$ e de 2,37 a 6,98 m² /h, respectivamente, e espessura saturada de 6,13 m. Registram-se vazões médias de 6,0 m³/h, podendo alcançar localmente até 15m³ h (Cavalcante, 1998).

Embora possam se constituir em bons armazenadores de água subterrânea devido os elevados índices de transmissividade e porosidade efetiva, esses aquíferos são bastante vulneráveis à poluição, caracterizando-se como uma unidade suscetível à contaminação por águas poluídas e/ou salinizadas.

A relação existente entre cátions e ânions, refletindo a predominância de cloretos e sódio ($Cl > HCO_3 > SO_4$ e $Na < Ca < Mg$) está relacionada com a proximidade da costa e a presença de cloreto às águas pluviais e à evapotranspiração, que favorecem sua concentração nas águas subterrâneas.

Predominam nesses sistemas águas cloretadas sódicas, tendendo secundariamente a mistas, não existindo grande diferenciação entre os dois sistemas. As concentrações iônicas encontram-se



dentro dos padrões de potabilidade da OMS, com exceções de teores de nitrato, ferro e cloretos que atingem 79,7, 7,4 e 2.075 mg/L.

Unidades Geoambientais

As unidades Geoambientais são representações na paisagem de um conjunto de parâmetros que apresentam elementos do meio físico e biótico com similaridade entre si. De acordo com a definição da Lei de Gerenciamento Costeiro do Estado do Ceará (Lei Estadual no 13.796/2006) é a “porção do território com elevado grau de similaridade entre as características físicas e bióticas, podendo abranger diversos tipos de ecossistemas com interações funcionais e forte interdependência”.

As classes das Unidades Geoambientais foram sistematizadas e agrupadas de acordo com o processo morfogênico, envolvendo sua gênese e dinâmica, a partir do mapeamento na escala 1:25.000, durante o Zoneamento Ecológico Econômico do Ceará – Zona Costeira., elaborado pelo Instituto de Ciências do Mar (SEMACE, 2006), e foi posteriormente atualizado na escala 1:10.000 (SEMACE, 2016).

No ambiente Litorâneo estão as feições que possuem influência marinha em sua gênese e dinâmica que foram classificadas em: Praia, Terraço Marinho, Planície Fluvio-marinha, Planície Fluvio-lagunar e Planície Lagunar.

No ambiente Eólico, destacam-se as Dunas Frontais, Dunas Móveis, Dunas Fixas, Superfície de Deflação Ativa, Superfície de Deflação Estabilizada, Depressão/Lagoa Interdunar e Eolianito, que tem influência da ação eólica em sua dinâmica e gênese. Esse ambiente é dividido em dois grupos: o de acumulação (com Dunas e Eolianitos) e o deflacionário (com as Depressões/Lagoas Interlunares, as Superfícies de Deflação Ativas e as Estabilizadas) (Sousa et al., 2016).

No ambiente Leque Aluvial está inserida a unidade de Tabuleiros Pré-litorâneos. No ambiente de Embasamento estão as unidades cuja gênese está associada ao embasamento, como as Superfícies de Aplainamento (Depressão Sertaneja) e demais classes de Relevos Residuais, individualizados em Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Morros Elevados e Alinhamento Serrano.



As feições de Falésia, Rochas de Praia (beachrocks e recife de arenito), Estrutura Tecnogênica (espigões, molhes, portos, etc.), Ponta e Plataforma de Abrasão também estão sendo identificadas e mapeadas.

Em estudos realizados no município de Caucaia, foram identificadas e mapeadas quatro regiões naturais, sete sistemas ambientais e onze subsistemas ambientais (Souza et al., 2016), como pode ser verificado detalhadamente no Quadro a seguir.

Região natural	Sistema ambiental	Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Ecodinâmica
Litoral	Planície Litorânea	Faixa de Praia (1,89 km ²)	Área plana ou com declive muito suave para o mar, resultante de acumulação marinha. Possui faixa praial com largura média de 1-4 km, sendo as principais praias a do Cumbuco, do Icaraiá, do Pacheco, de Iparana, dos Coqueiros e da Tabuba. Nesses ambientes por ter grande permoporosidade, há boas quantidades de recursos hídricos subterrâneos, existindo alta vulnerabilidade a ocupação.	Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.
		Dunas Móveis (28,78 km ²)	Morros de areia Quaternárias em depósitos marinhos inconsolidados, acumulados e remodelados pelo vento e desprovidos de solos. Nas dunas móveis não há vegetação, com pouquíssimos traços de psamófilas. A característica principal desse ambiente é a ação eólica lapidadora de suas várias formas e tamanhos.	Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.
		Dunas Fixas (7,40 km ²)	Morros de areias Quaternárias em depósitos marinhos e litorâneos inconsolidados e acumulados pelo vento. Processos incipientes de edafização viabilizam a fixação das dunas por meio da fitoestabilização. Constituem morros de areia pertencentes a gerações mais antigas de dunas, estando alguns, dissipados. Em Caucaia, ocorrem simultaneamente com o campo de dunas móveis.	Ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.
	Planície Litorânea	Planície Flúvio Marinha (15,87 km ²)	Faixas de terras perpendiculares à linha de costa, em estuários, com sedimentos de fino calibre, de origem fluvial e marinha, com solos indiscriminados de mangue. O manguezal serve de criadouro de inúmeras espécies de peixes e crustáceos, sendo o ecossistema mais produtivo da faixa litorânea. Apesar do poder de regeneração, o sistema ecológico do mangue é frágil e muito vulnerável à degradação ambiental. Em Caucaia, ocorre no estuário do rio Ceará.	Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.
Litoral	Glacis de acumulação	Tabuleiros areno argilosos (202,98 km ²)	Superfície de topo plano ou suavemente ondulado e com larguras variadas, composta por material arenoso ou areno-argiloso inconsolidado, seccionada por vales abertos e de fundo plano. Tem altitude entre 30-80 metros e são constituídos por sedimentos mais antigos da Formação Barreiras, tendo a ocorrência de Neossolos Quartzarênicos e Argissolos Vermelho-Amarelos.	Ambientes estáveis com vulnerabilidade baixa à ocupação.
Vales	Planície Ribeirinha	Planície Fluvial (56,26 km ²)	Superfícies planas, oriundas de acumulação de sedimentos inconsolidados fluviais, sujeitas a inundações sazonais e revestidas primariamente por	Ambientes de transição com vulnerabilidade

Região natural	Sistema ambiental	Subsistema ambiental	Características Naturais Dominantes	Ecodinâmica
			matas ciliares, incluindo a vegetação de carnaúba, que consiste em um indicador natural para identificação de uma planície fluvial. Ocupam faixas de deposição aluvial, bordejando as calhas dos rios de maior porte.	média à ocupação.
		Planície Lacustre (5,84 km ²)	São áreas de acumulação inundáveis que bordejam as lagoas perenes e subperenes existentes no litoral e nos tabuleiros pré-litorâneos. Tem origem fluvial, freática ou mista. Os sedimentos presentes são areno-argilosos e revertidos por matas ciliares. Em Caucaia a planície lacustre juntamente com a planície litorânea tem grande poder paisagístico e turístico, como a planície lacustre do Lagamar do Cauípe, área de proteção ambiental (APA).	Ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.
Serras	Serras úmidas pré litorâneas	Níveis de cimeira e vertentes úmidas (38,43 km ²)	Têm compartimentos diferenciados no quadro ambiental municipal, sendo considerados enclaves, onde seu relevo elevado concentra melhores condições ambientais nos planos climático, pedológico e hidrológico, formando um ambiente totalmente diferenciado do semiárido. Possuem litotipos variados, do complexo cristalino pré-cambriano, deformados por tectonismo. As superfícies são serranas ou encostas de barlavento forte a medianamente dissecadas em feições de cristas, colinas e lombadas, intercaladas por vales em V.	Ambientes de transição com vulnerabilidade média a alta à ocupação.
	Serras secas e subúmidas	Serras secas e vertentes subúmidas (107,17 km ²)	Superfícies serranas interiores ou encostas de sotavento das serras úmidas, com vertentes íngremes e dissecadas em cristas, lombadas, colinas e interflúvios semi-tabulares intercalados por vales em V e em U. São caracterizados por litotipos variados do complexo cristalino pré-cambriano e suítes magmáticas fortemente deformadas por falhamentos e dobramentos pretéritos.	Ambientes de transição com vulnerabilidade média a alta à ocupação.
Sertões	Sertões do Choró Pacoti	Depressão Sertaneja de Caucaia (706,64 km ²)	Superfície aplainada ou parcialmente dissecada em suaves ondulações intercaladas por fundos de vales rasos. Predominam rochas do embasamento cristalino que apresenta grande variedade de tipos de rochas que são truncadas por superfície de erosão. Possui baixa declividade, presença de solos pouco profundos e com grande frequência de afloramentos rochosos. Padrão dendrítico da drenagem e regime hídrico intermitente sazonal. Área recoberta pela vegetação de caatinga que se apresenta parcialmente degradada, mas que ostenta padrões fisionômicos e florísticos variados.	Ambientes medianamente estáveis com vulnerabilidade baixa à ocupação.
	Cristas residuais e grupos de inselbergs	Campos de inselbergs (13,06 km ²)	Feições aguçadas de relevo e morros residuais oriundos da erosão diferencial com áreas submetidas à morfogênese mecânica. São caracterizados por litotipos variados do complexo cristalino com predominância de rochas mais resistentes ao trabalho de erosão.	Ambientes instáveis com vulnerabilidade alta à ocupação.

Quadro 2: Relação dos sistemas e subsistemas ambientais.

Em relação aos aspectos ambientais, Caucaia, geologicamente, pode ser caracterizado pela ocorrência de coberturas sedimentares Cenozóicas sobrepostas a terrenos cristalinos pré-

cambrianos. Em termos de relevo, o município é marcado por altitudes médias a baixas, geralmente inferiores a 100 metros. Caucaia é caracterizado pelos tabuleiros pré-litorâneos, depressão sertaneja, englobando serras e campos de inselbergs, planícies fluviais, planícies flúvio-marinhas e campos de dunas, móveis ou fixas (SOUZA, 2000).

Dessa forma, foram mapeadas as seguintes Unidades Geoambientais (Figura 97).

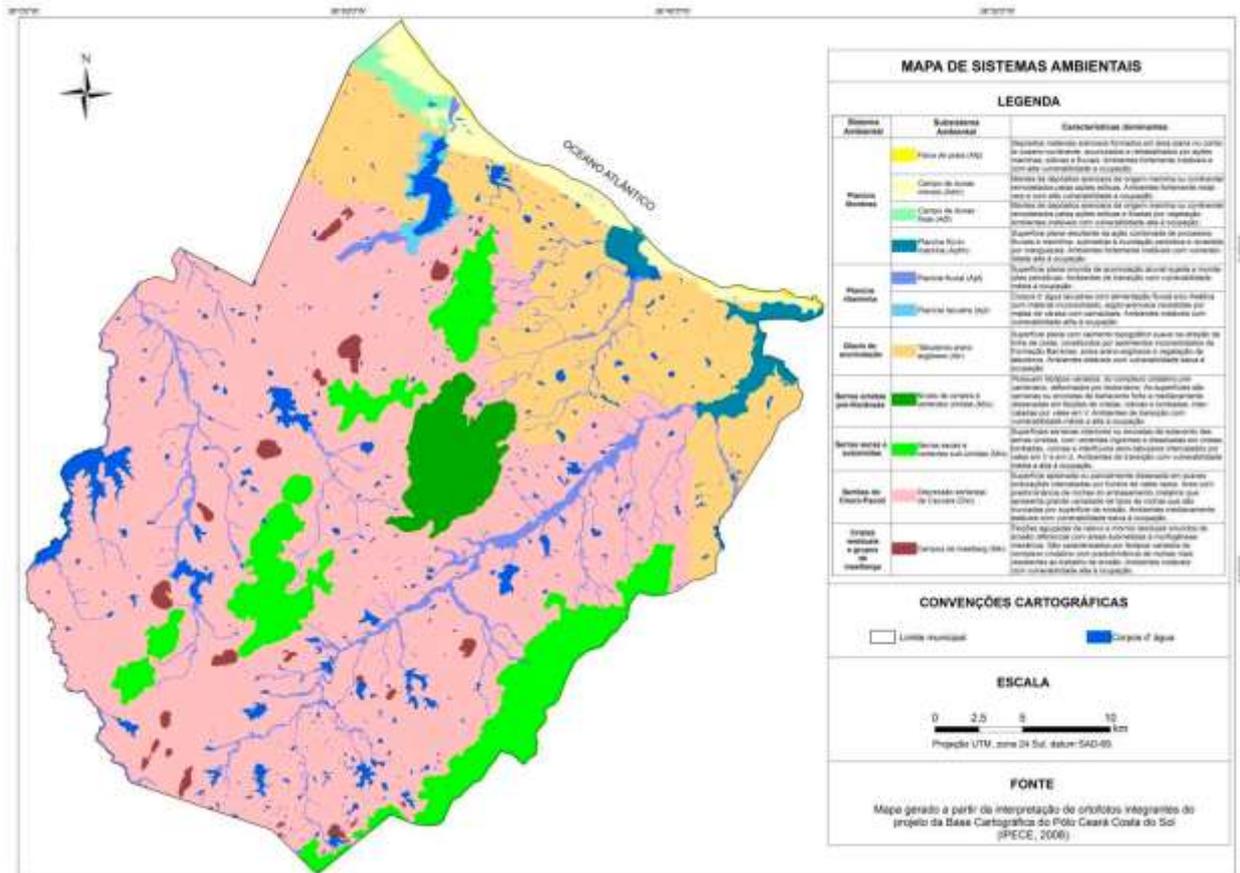


Figura 97: Mapa das unidades geoambientais do município Caucaia. Fonte: Souza, 2016.

Planície Costeira do Ceará

Praias

Essa área engloba uma superfície de 2,89km² que corresponde a um percentual de 0,94% do município (Figura 98). Esta unidade que corresponde a faixa de material detrito subsequente à linha de costa, está totalmente inserida na Unidade Agroambiental Praia, nos casos em que a Unidade Geoambiental adjacente apresenta vegetação, como as Dunas Fixas, Dunas Frontais, Superfície de Deflação Estabilizada e, em alguns casos, os Tabuleiros Pré-litorâneos. Quando não

há vegetação na Unidade Geoambiental adjacente, como a Superfície de Deflação Ativa, Dunas Moveis e Eolianitos, prevalece o limite da Unidade Geoambiental. O foreshore, equivalente ao estirâncio, está todo englobado na unidade Praia, sendo a área exposta durante a maré baixa e submersa no decorrer da maré alta (Christofoletti, 1980).



Figura 98: Imagem da unidade geoambiental das praias que ocorre entre Icaraí e Cumbuco.

A Planície Costeira do Ceará se caracteriza por apresentar praias posicionadas, em geral, adjacentes a Tabuleiros Pré-litorâneos em sua maior parte. Por vezes as praias encontram-se adjacentes a Dunas ou Planície de Deflação (Dantas et al., 2014).

A gênese destas praias está associada aos processos deposicionais eólicos, fluviais e marinhos, dentre os quais se destacam os compartimentos dunas, superfícies de deflação e planícies fluviomarinhas.



Há predomínio de solos do tipo Neossolo Quartzarênico e a linha de costa se apresenta de forma retificada, apresentando extenso arco convexo de direção aproximada WNW-ESE, interrompida por cabos rochosos como os de Jericoacoara, Pecém e Mucuripe (Dantas et al., 2014).

Há ocorrência de rochas cristalinas, de rochas de praia e de rochas de abrasão por toda a linha de costa do Estado. Na desembocadura dos principais rios ocorre a presença de vegetação de mangue, com destaque para as desembocaduras dos Rios Jaguaribe, Piranji, Cocó, Ceará, Acaraú e Coreaú. Devido a intervenção antrópica foram implantados molhes no município de Fortaleza e barreiras de contenção para mitigação dos processos erosivos, ocasionados por conta da ocupação inadequada do território.

Terraço Marinho

Os terraços marinhos são depósitos sedimentares de origem marinha situados acima do nível médio atual (Guerra; Guerra, 2009), e são formados por depósitos marinhos praias do Holoceno Médio a Inferior, quando o nível do mar estava acima do atual.

Ocorre em uma área de 15,87km² que corresponde a 0,49% do município. A definição prevista na Lei de Gerenciamento Costeiro 13.796/06 para a Unidade Geoambiental Terraço Marinho os define como “depósitos de origem marinha, com forma tabular e topos planos”. Em relação a sua amplitude, foi adotada como parâmetro cota menor que 20m e declividade menor que 3°. Este limiar foi definido com base em observações realizadas em campo e nos insumos gerados pelo projeto. Predominam solos do tipo Neossolo Quartzarênico.

No Estado do Ceará ocorrem extensos terraços nos municípios de Acaraú e Itarema, no litoral oeste, e em Icapuí ao extremo Leste do Estado.

Associados a estes terraços ocorrem lagamares definidos como planícies lagunares que podem apresentar, ou não, vegetação de mangue. Estes terraços não são áreas inundáveis, porém são alagáveis e em períodos mais chuvosos apresentam acúmulo de água nas porções mais rebaixadas.

Na área existe uma correlação entre os terraços marinhos propriamente ditos e a planície de deflação podendo haver superposição das duas unidades (Figura 99).



Figura 99: Imagem da unidade geoambiental terraços marinhos/planície de deflação, que ocorre entre as praias e o sopé das dunas.

Cordão Litorâneo

Os cordões litorâneos são constituídos de detritos carregados pelo mar e pelos rios que formam flechas e são acumulados, em geral, ao longo da costa, podendo estar paralelos ou perpendiculares à linha de costa. Ocupa uma área de 1,89 Km² que corresponde a 0,03% do município. A Unidade Geoambiental é constituída por áreas de restinga geológica, “são barreiras arenosas inconsolidadas que ocorrem na praia apresentando forma alongada que se apresentam na linha de costa, podendo ocorrer conectados ou não ao continente” (Lei Estadual no 13.796/2006)

São pacotes sedimentares inconsolidados formados a jusante de Planícies Fluviomarinhas e Fluviolagunares e Lagunares, podendo ou não ocorrer conectados ao continente. Apresentam faixa de praia e por vezes há formação de dunas. São áreas instáveis e extremamente dinâmicas de gênese recente. Em geral são mais dinâmicos e estão em constante processo de construção e desconstrução. Conforme observações de campo e dos insumos gerados, possuem em média amplitude menor que 5m e declividade menor que 2°. Predominam solos do tipo Neossolo Quartzarênico.



Cordões litorâneos associados as Planícies Fluviolagunares e Lagunares em geral tendem a ser mais estabilizados e conectados ao continente. Apresentam dinâmica um pouco menos intensa e se caracterizam por períodos em que bloqueiam a jusante formando uma lagoa, e períodos em que se rompem e ocorre o desague da água no mar.

Nas áreas de Planícies Fluviomarinhas os cordões apresentam dinâmica mais intensa e sua forma muda constantemente devido aporte de sedimentos oriundo tanto da deriva litorânea quanto do maior aporte fluvial presente nestas planícies. São cordões mais instáveis e por vezes podem ser encontrados desconectados do continente. No Estado estão associadas as desembocaduras dos principais rios, como o Piranji, o Mundaú e o Coreaú, e característico do litoral de Acaraú e Itarema. (SEMACE, 2016).

Ambiente Fluvial e Lacustre

As planícies são extensos terrenos mais ou menos planos onde predomina os processos de aggradação em detrimento dos processos de degradação (Guerra & Guerra, 2009). São áreas de deposição onde ocorrem depósitos dos canais hidrológicos e depósitos de planície de inundação (Florenzano, 2008).

Os depósitos de canais podem ser associados a área do leito menor que é a área ocupada pelas águas que apresentam frequência que impede o crescimento de vegetação, possuindo margens bem definidas. Os depósitos de planície podem ser associados ao leito maior, que é a área ocupada regularmente pelos rios durante as cheias e as grandes cheias.

Apresentam solos hidromórficos ou por vezes de composição mais arenosa, variando conforme a intensidade com que as áreas sofrem inundações. As planícies existentes na costa cearense não apresentam significativas amplitudes, ficando limitadas em geral aos patamares dos Tabuleiros Pré-litorâneos e a Depressão Sertaneja.

Sua clinografia fica em geral abaixo de 3°. Podem se constituir a partir de input fluvial e marinho, sendo desta forma possível diferenciar alguns tipos de planície. No presente trabalho foram diferenciadas em Fluvial, Lacustre, Fluviolacustre, abordadas neste tópico e Fluviomarinha, Lagunar e Fluviolagunar abordadas no tópico anterior sobre o ambiente Litorâneo.



Planície Fluvial

As Planícies Fluviais apresentam input fluvial e estão relacionadas a rios efêmeros, intermitentes e perenes. Rios efêmeros são os rios em que o fluxo de água ocorre após um evento de chuva. Rios intermitentes são rios em que o curso de água ocorre apenas em um período do ano. Em geral nos casos dos rios intermitentes e efêmeros predominam solos arenosos, enquanto com os rios perenes ocorrem solos hidromórficos no leito menor e solos mais arenosos no leito maior. Esta unidade é a segunda mais representativa no município, ocupando uma área de 56,26 Km², que representa 6,50% da área total. A legislação estadual define que as Planícies Fluviais “são as planícies de inundação dos rios, sem influência marinha”. (Lei Estadual no 13.796/2006).

A Unidade Geoambiental da Planície Fluvial apresenta amplitude de relevo menor que 20m e declividade menor que 5° (Dantas et al., 2014) e é constituída por sedimentos de textura arenosa a areno-argilosa, moderadamente selecionada. Nos Municípios do litoral cearense, prevalecem os sistemas fluviais intermitentes, a despeito da ausência de água em grande parte do ano, apresentam solos mais profundos e de melhor fertilidade (Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos) do que as superfícies aplainadas e pedregosas circunjacentes, além de uma melhor disponibilidade de acesso à água, via perfuração de poços rasos no aquífero aluvial (Dantas et al., 2014).

Planície Fluviolacustre

As Planícies Fluviolacustres são consolidadas através do input fluvial, e nada mais são do que Planícies Fluviais que apresentam acúmulo de água em algumas porções. Formam-se devido barramento dos rios ocasionado pelos campos de dunas ou mesmo pela ação do mar.

Ao atingir um campo de dunas por vezes não o transpassam e extensas porções do território são alagados apresentando muitas vezes características de balneários. Por vezes estão também associadas às Planícies Fluviomarinhas, sendo que seu barramento se ocorre pela ação diária das cheias.

Podem apresentar também pequenos represamentos ou lagos distribuídos pela extensão da Planície. No relatório de Geodiversidade do Estado do Ceará (Dantas et al., 2014) não foram diferenciadas. Sua amplitude observada em campo foi inferior a 5m e clinografia menor que 3°. Predominam solos do tipo Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos. Aparece em uma área de 1,76 Km² que corresponde a 0,62% do território.



Figura 100: Imagem da unidade geoambiental Planície Fluviolacustre, com o barramento da Lagoa do Cauípe na AII do projeto.

Planície Lacustre

As Planícies Lacustres ocupam uma área de 5,84 km², percentual de 0,93% do território. São resultantes do entulhamento de lagos estão por vezes associadas às planícies fluviais, entretanto encontram-se isoladas. É constituída de pequenos lagos na porção mais continental e ocorrem devido à presença do lençol freático raso. Sua recarga está muito associada a questão pluvial e saturação do lençol freático. Morfométricamente apresenta em campo e nos insumos valores de amplitude inferiores a 5m e declividade inferior a 3°. Apresenta predominantemente Gleissolos.

Ambiente Eólico Acumulação

As dunas são depósitos continentais constituídas por areias predominantemente de quartzo, transportados pelos ventos. Ocorrem em locais em que a velocidade do vento e a disponibilidade

de areias finas são adequadas ao transporte eólico. À medida que ocorre este transporte de sedimentos as dunas passam a se formar e apresentam diferentes aspectos e formas.

Nas áreas adjacentes as praias costumam se constituir dunas frontais que apresentam uma menor amplitude e são fixadas pela presença de vegetação.

Ao formar as Dunas Frontais os sedimentos continuam a migrar através das áreas que se consolidam como áreas de deflação até que o vento, ao ficar menos intenso, consolida a formação das Dunas Móveis com amplitude superior as apresentadas pelas Dunas Frontais.

Na legislação estadual são considerados os conceitos de campos de dunas e células costeiras. Os campos de dunas seriam o somatório das áreas de dunas móveis e fixas que ocorrem em uma mesma célula costeira, que por sua vez são trechos do litoral com limites definidos por acidentes geográficos, dentre eles estuários, promontórios e outros (Lei Estadual no 13.796/2006).

A elaboração do mapeamento Geoambiental levou em conta a diferenciação das dunas em três classes, sendo elas Dunas Frontais, Dunas Móveis e Dunas Fixas (SEMACE, 2006).

As Dunas Móveis avançam sobre o continente e o vento vai perdendo força, com isso a vegetação passa a fixá-las formando assim Dunas Fixas, de maneira geral é o que se observa (Figura 101).



Figura 101: Imagem da unidade geoambiental Dunas Móveis no Cumbuco.



Dunas Móveis

As Dunas Móveis ocupam 7,68% do território do município, que corresponde a 28,78 Km². Apresentam sedimento arenoso exposto em sua totalidade, e por vezes possui uma vegetação herbácea rarefeita, que não consegue restringir por completo o processo erosivo eólico, produzindo áreas depressionárias onde por vezes fica exposto o lençol freático em forma de pequenas lagoas interdunares.

Conforme definição legal são “unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de câmara ou colina, produzidas pela ação dos ventos, situadas no litoral ou no interior do continente sem cobertura vegetal” (Lei Estadual no 13.796/2006).

A morfometria apresenta variação entre 5 e 60m de altura, e predominam as forma de acumulação do tipo barcana e sand sheet, sendo compostas por sedimentos arenosos finos a muito finos, quartzosos na sua essência, estratificação cruzada por vezes plano-paralela horizontal e acanalada, com formação de Neossolos Quartzarênicos.

Dunas Fixas

São dunas que se apresentam recobertas por vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea, que minimiza os efeitos do processo de erosão eólica, que devido a estabilidade tendem a desenvolver horizonte de solo mais espesso, e em sua generalidade inclui as paleodunas e mantos eólicos. As dunas fixas correspondem a 2,62% do território de Caucaia, devido sua área de exposição de 7,40 km².

Legalmente as Dunas Fixas são definidas como “unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de câmara ou colina, produzidas pela ação dos ventos, situadas no litoral ou no interior do continente recoberta por vegetação” (Lei Estadual no 13.796/2006).

Foram consideradas também como Dunas Fixas as Paleodunas, cuja definição legal as descreve como “depósitos eólicos mais antigos sem forma definida apresentando na porção superior o desenvolvimento de solos. Apresenta cores avermelhadas em função do grau de oxidação do ferro” (Lei Estadual no 13.796/2006).



Figura 102: Imagem da unidade geoambiental Dunas Fixas, localizada na região do Cumbuco.

Esta Unidade Geoambiental, típica do sistema geológico deposicional transicional, tem relação direta com a unidade geológica depósito eólico. Morfometricamente apresenta cotas de 5 a 40m de altura, predominam as formas parabólica e longitudinal.

Superfície de Deflação Ativa

A Superfície de Deflação Ativa consiste em áreas de transição ativas, ou seja, áreas com intensa dinâmica de mobilização de material e presença de pacotes de sedimentos de baixa amplitude e corredores preferenciais de deflação. Pode haver a ocorrência de algumas Dunas isoladas. Aparece com média representação ocupando 2,68 do território, área de 1,85 km².

Devido a escala de trabalho adotada pode estar contida parcialmente nas áreas de Superfície de Deflação Ativa as Bermas. Por definição legal as bermas “são porção horizontal do pós-praia constituído por material arenoso e formado pela ação das ondas e em condições do nível do mar atual. Em geral, no nosso Estado, apresenta-se bastante estreita e margeando toda a faixa de praia” (Lei Estadual no 13.796/2006).

Os padrões morfométricos para esta unidade são os apresentados para a Deflação. O que caracteriza esta subdivisão é o fato de não haver vegetação, ou a vegetação existente ser incipiente e não ter relevância na estabilização dos sedimentos que por ela se mobilizam. Por ser uma área de movimentação de sedimentos ativa apresenta fragilidade ambiental mais acentuada e sua ocupação implica em interferência na dinâmica de recarga das dunas associadas.

Pedologicamente predominam os Neossolos Quartzarênicos e os Argissolos, visto que por vezes as Superfícies de Deflação encontram-se sobre outros compartimentos como Tabuleiros Pré-litorâneos e Terraços Marinhos.

Superfície de Deflação Estabilizada

Apresenta uma área de 5,57 km² e percentual de 2,76% do território. A Unidade Geoambiental Superfície de Deflação Estabilizada se trata de uma subdivisão da unidade de Deflação caracterizada por um ambiente transicional estabilizado. Não apresenta transição de material, ou quando apresenta é pouco significativa desta forma ocorre a presença de vegetação e é este fator que a diferencia da Superfície de Deflação Ativa. Há ocorrência de vegetação consolidada, em geral herbácea, recobrendo toda área.



Figura 103: Imagem da unidade geoambiental Superfície de Deflação Estabilizada, localizada entre o Cumbuco e a Barra do Cauípe.



Ocorrem também pacotes sedimentares extensos formados a partir dos corredores preferenciais de deflação e estabilizados pela vegetação. Se caracterizam também por evidenciar com mais frequência o afloramento do lençol freático por meio de áreas alagadas, ocorrendo em geral em períodos mais chuvosos. A morfometria é a mesma apresentada para a Deflação, e os solos predominantes são Neossolos Quartzarênicos e Argissolos, assim como no caso da Superfície de Deflação Ativa. O manejo inadequado destas áreas com a retirada da vegetação pode ocasionar em uma mobilização de sedimentos, desta forma seu manejo deve ter uma atenção especial (SEMACE, 2016).

Tabuleiro Pré-litorâneo

Os Tabuleiros Pré-litorâneos apresentam-se em formas tabulares com rampas suaves e declividades predominantemente inferiores a 5°. Seu embasamento é sedimentar pouco litificado, com predomínio de solos espessos e bem drenados), apresentando Argissolos espessos e com fertilidade natural baixa a média. Corresponde à unidade de maior representação no território de Caucaia com participação de 60,56% distribuídos por 202,98km².

Conforme definição da Lei Estadual no 13.796/2006 “são superfícies de erosão planas instaladas sobre os sedimentos da Formação Barreiras, que ocorrem distribuídos em uma faixa paralela à linha de costa que penetra para o interior por dezenas de quilômetros”. Predominam solos espessos, por vezes arenosos e de baixa fertilidade, tais como os Argissolos Vermelho-Amarelo distróficos e Plintossolos Háplicos (IBGE- EMBRAPA, 2001).

6.1.3 - Recursos Hídricos

A área de estudo está inserida na Bacia Hidrográfica Metropolitana de Fortaleza, englobando o município de Caucaia. A Bacia Hidrográfica Metropolitana de Fortaleza apresenta como principais drenagens os rios Ceará, Cauípe e São Gonçalo, além dos riachos do Juá e Coité.

Localizada na porção nordeste do estado, a Bacia Metropolitana limita-se ao sul com a Bacia do Rio Banabuiú, a Leste com a Bacia do Rio Jaguaribe, a Oeste com a Bacia do Rio Curú, e ao norte, pelo Oceano Atlântico. Possui uma área de 15.085 km², que representa 10% de todo o



Estado do Ceará, onde sua Região Hidrográfica é composta por dezesseis (16) sub-bacias distribuídas em trinta e um (31) municípios.

A Área de Influência Indireta (AII) para recursos hídricos é a bacia do Lagamar do Cauípe, Lagoa do Banana, Lagoa da Barra Nova - Tabuba e Lagamar do Gereraú.

Alguns elementos são responsáveis pela determinação do regime hidrológico das bacias hidrográficas de uma região, entre eles o regime pluviométrico, condições geológicas e geomorfológicas.

As condições pluviométricas como a distribuição espacial, temporal e a forma de ocorrência das chuvas, aliada às condições físicas verificadas nas bacias, caracterizadas pela presença de formações cristalinas ou sedimentares e a forma da rede hidrográfica, além da presença ou ausência de cobertura vegetacional, são fatores que influem diretamente no regime hidrológico dos cursos d'água, resultando em variações na taxa de escoamento e armazenamento.

Existem dois domínios hídricos distintos, o domínio das águas superficiais que ocorrem no processo de escoamento superficial constituindo uma rede de drenagem que pode fazer parte de uma bacia hidrográfica e o das águas subterrâneas que ocorrem nos aquíferos e fissuras.

6.1.3.1 - Superficiais

A área de estudo está inserida na Bacia Hidrográfica Metropolitana de Fortaleza, englobando o município de Caucaia. A Bacia Hidrográfica Metropolitana de Fortaleza apresenta como principais drenagens os rios Ceará, Cauípe e São Gonçalo, além dos riachos do Juá e Coité.

Localizada na porção nordeste do estado, a Bacia Metropolitana limita-se ao sul com a Bacia do Rio Banabuiú, a Leste com a Bacia do Rio Jaguaribe, a Oeste com a Bacia do Rio Curú, e ao norte, pelo Oceano Atlântico. Possui uma área de 15.085 km², que representa 10% de todo o Estado do Ceará, onde sua Região Hidrográfica é composta por dezesseis (16) sub-bacias distribuídas em trinta e um (31) municípios.

A Área de Influência Indireta (AII) para recursos hídricos é a bacia do Lagamar do Cauípe, Lagoa do Banana, Lagoa da Barra Nova - Tabuba e Lagamar do Gereraú.

Alguns elementos são responsáveis pela determinação do regime hidrológico das bacias hidrográficas de uma região, entre eles o regime pluviométrico, condições geológicas e geomorfológicas.

As condições pluviométricas como a distribuição espacial, temporal e a forma de ocorrência das chuvas, aliada às condições físicas verificadas nas bacias, caracterizadas pela presença de formações cristalinas ou sedimentares e a forma da rede hidrográfica, além da presença ou ausência de cobertura vegetal, são fatores que influem diretamente no regime hidrológico dos cursos d'água, resultando em variações na taxa de escoamento e armazenamento.

Existem dois domínios hídricos distintos, o domínio das águas superficiais que ocorrem no processo de escoamento superficial constituindo uma rede de drenagem que pode fazer parte de uma bacia hidrográfica e o das águas subterrâneas que ocorrem nos aquíferos e fissuras.

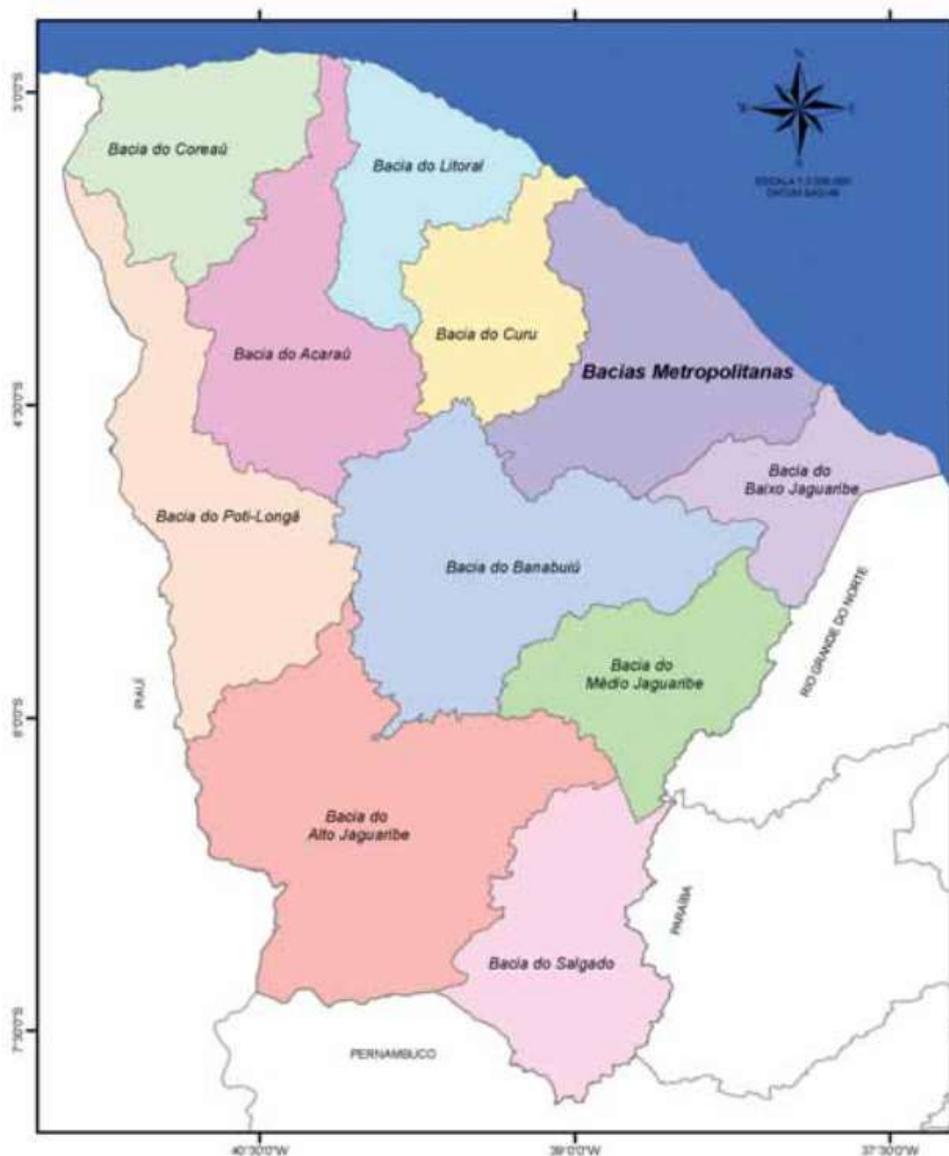


Figura 104: Mapa das Bacias do Estado do Ceará. INESP, 2009



As Bacias Metropolitanas caracterizam-se por apresentar um volume hidrográfico de pequeno porte e de pouca representatividade, no entanto, são importantes por banharem áreas urbanas. Possuem um total de 693 reservatórios, segundo a COGERH (2008), destes, 512 apresentam área superior a 5 ha (FUNCEME, 2008).

Bacia Hidrográfica do Rio Cauípe

Drenando uma área de 279km², a bacia do rio Cauípe apresenta forma retangular longilínea com comprimento do talvegue de 35,0 km, a largura se apresenta de forma variada, sendo de 8,0km no alto do curso para 13,0 km no médio e 6,0 km no baixo curso, e declividade do rio principal ao longo do talvegue é igual a 2,29%.

O padrão de drenagem foi desenvolvido pela rede hidrográfica utilizando o tipo dentrítico, com os tributários se unindo ao rio principal em ângulos agudo e valores variados. Na região de baixo curso, por exemplo, a confluência ocorre em ângulos retos, devido a própria formação estrutural. A área de domínio do embasamento cristalino aparece de forma mais dissecada que a área de domínio sedimentar. Esta área também possui um maior número de rios, o que demonstra um certo controle da Geologia sobre a drenagem.

A bacia está localizada na parte central do município de Caucaia, sendo destacada pelo barramento natural e parcial, feito pelo cordão de dunas a uma distância de 3km da praia, estendendo-se desde o extremo sul do município até o seu litoral, onde desagua no extenso Lagamar do Cauípe, próximo a sua foz que fica na área de influência indireta do Projeto.

As ocorrências de áreas sujeitas a inundações periódicas não representam muita relevância, sendo constatadas apenas na região de baixo curso do rio, na área de entorno do lagamar anteriormente mencionado.

Pode-se destacar os riachos do Juá, Davi, Conceição, Sítio e Salgadinho pela margem direita, enquanto que na parte esquerda da margem, destacam-se os riachos da Barriga, Coité e dos Matões. Todos estes citados apresentam caráter intermitente, ou seja, permanecem secos durante a maior parte do ano, com exceção nas áreas próximas ao litoral onde o rio se torna perene e sofre influência da maré.

Para resolver o problema de estiagem foi necessário, por parte do governo estadual, a implantação de açudagem para garantir água para a população. Desta forma, em 1999, foi



concluído o açude Cauípe com capacidade máxima de reservatório $11 \times 106\text{m}^3$ e vazão regularizada de $0,154\text{m}^3/\text{s}$ (CEARÁ, 2002). O nível de açudagem da Bacia não é desenvolvido, sendo representado quase que unicamente por reservatórios de porte pequeno e médio. Destaca-se entre os reservatórios apenas o Açude Cauípe (volume de $12,0\text{hm}^3$), construído recentemente, que faz parte do sistema de suprimento hídrico do Complexo Industrial e Portuário do Pecém. O sistema em questão é composto pelo Canal Sítios Novos/Pecém e por uma adutora, que aduzem as vazões que são liberadas pela Bacia do Rio São Gonçalo, as quais se integram as vazões do Açude Cauípe.

O volume d'água que é armazenado em açudes interanuais é da ordem de 6,2 milhões de m^3 em anos considerados com precipitações normais, caindo, quando se passa por anos secos, para 1,8 milhões de m^3 . Nesses valores não estão inclusos os recursos hídricos represados no açude do Cauípe.

Na área de influência do projeto passa pela Bacia do Cauípe, caracterizada pela presença de espelhos d'água, destacando-se as lagoas do Banana, do Tapacaú, do Damião, Tanupaba e o Rio Cauípe. Pode-se observar que três riachos têm seus cursos d'água em direção a lagoa do Banana que, quando está cheia, drena para o Lagamar do Cauípe através do riacho Pirapora (CEARÁ, 2008).

Bacia Hidrográfica do Rio Ceará

A Bacia do Rio Ceará está localizada a Leste da área de influência do empreendimento, na porção norte do Estado do Ceará, a qual contempla os municípios de Caucaia, Fortaleza e Maranguape, possuindo configuração espacial retangular com uma área de drenagem de $555,9 \text{ km}^2$, estendendo-se no sentido sudoeste-norte ao longo de $52,5 \text{ km}$.

Segundo Ceará (2008), esta bacia é caracterizada por chuvas escassas e irregulares no tempo e no espaço, típico da maior parte das bacias do semiárido brasileiro. Além disso, possui baixa permeabilidade devido à grande parte dos seus terrenos serem formados por embasamento cristalino.

O Rio Ceará nasce na Serra Maranguape da confluência do Riacho Bom Princípio com o Jandaíra, e tem como seu principal afluente o Rio Maranguapinho. Segundo a COGERH (2016), esta bacia é composta por cursos d'água de natureza intermitente, que fluem somente durante a



época das chuvas, apresentando fluviometria semi-perene, caracterizada pela penetração das marés, onde existe a mistura da água doce dos rios com a água salgada das marés, formando um estuário que abrange uma área de aproximadamente 500 ha de manguezal.

Na área de manguezal, que é uma região de transição entre os ambientes marinho, continental e fluvial, está localizada a APA (Área de Preservação Ambiental) do estuário do Rio Ceará, que abrange 2.744,89ha e localiza-se na divisa dos municípios de Fortaleza e Caucaia.

O baixo curso do Rio Ceará, é dividido em planície litorânea, planície fluvial e tabuleiros pré-litorâneos, e possui como vegetação as seguintes classes: mangue, apicum, vegetação de praia, vegetação de dunas, mata ciliar e vegetação de tabuleiro (CEARÁ 2008).

A região da bacia é formada por 98 açudes, com um espelho d'água de 961,3ha e 12 lagoas com um espelho d'água de 104,2ha, com destaque para as lagoas da Parangaba e do Porangabuçu, ambas situadas na malha urbana de Fortaleza.

Bacia Hidrográfica do Rio Juá

A Bacia Hidrográfica do Juá está localizada na porção norte do território de Caucaia, abrangendo uma área de 21,00 km², perímetro de 51,13 km, comprimento de talvegue de 12,50 km e fator de forma 0,77.

Dentre seus riachos constituintes, os de maior porte são o Juá, Santo Amaro, Barra Nova, Buriti Forte, Tabeba e Camará. Já em relação às lagoas, encontra-se às do Poço, Genipapu, Damião, Jeneguaba, Parnamirim, dentre outras (CEARÁ, 2008).

O alto e médio curso desta Bacia possui características de Cerrado, ilhada pela vegetação de tabuleiros que se apresenta heterogênea face a penetração de espécies da caatinga, e de maciços residuais, devido sua presença serrana, configurada por apresentar condições de umidade elevadas nas vertentes voltadas para o mar.

O Rio Juá nasce na serra do Juá e possui mata ciliar parcialmente preservada, com predominância de vegetação de porte arbóreo em seu alto e médio curso. Já em relação à lagoa do Poço, sua vegetação, em geral, tem porte arbustivo, áreas antropizadas e cultivos agrícolas, devido a sua proximidade com a área urbana de Icarai.



A referida Bacia também possui como seu principal afluente o rio Barra Nova, que desemboca na zona costeira de Caucaia (no limite entre Icaraí e Tabuba) e possui uma área de aproximadamente 87.500 m².

No seu trecho final, adjacente à desembocadura, alarga-se em uma planície de maré triangular conhecida por Lagoa ou Lagamar da Barra Nova, limitada entre as praias de Icaraí (leste) e Tabuba (oeste).

A lagoa da Barra Nova representa um importante reservatório de água e sua desembocadura no leito do rio é extremamente dinâmica, com curtos períodos de fechamento da barreira intercalado por períodos de migração longitudinal de sua foz mais longos, influenciando as condições hidrodinâmicas de fornecimento de sedimentos para a costa.

A vegetação da região de dunas apresenta porte arbóreo-arbustivo e se apresenta entre as dunas fixas e semifixas e o limite do tabuleiro. A vegetação de mangue está presente nas desembocaduras dos rios e é caracterizada pela mistura entre a água salgada do mar e a água doce dos rios.

O lagamar da Barra Nova possui ainda forte presença de prática de esportes náuticos a vela e apresenta-se como uma área potencialmente turística, onde os esportes ecológicos são a grande atração, embora ainda seja uma região que sofre com o processo erosivo costeiro.

Pode-se citar ainda, como um dos principais componentes da Bacia do Juá, a Lagoa do Banana, que é conhecida pelas atividades de lazer e turismo no seu entorno, e está localizada entre o Lagamar do Cauípe e a Lagoa da Barra Nova. Esta lagoa apresenta variações na configuração geomorfológica local no seu entorno, com tabuleiros costeiros e planície flúvio-lacustre, vegetação arbórea-arbustiva e fauna pouco diversa.

A Lagoa do Banana possui como componentes geoambientais a planície litorânea, os tabuleiros pré-litorâneos e a depressão sertaneja, dispondo de um espelho d'água de 90 ha e um volume armazenado de 973.480 m³.

6.1.3.2 - Subterrâneos

As águas subterrâneas, dentro da bacia citada neste documento, refletem o comportamento integrado dos fatores ambientais, como a litologia, a estratigrafia, o solo, a vegetação, a taxa de



escoamento superficial, a pluviometria e o excedente hídrico, interferentes na trajetória da água através do seu ciclo hidrológico.

Para o conhecimento das peculiaridades da hidrodinâmica e dos parâmetros físicos de uma unidade geológica em termos de capacidade para armazenar, liberar e o fluxo da água subterrânea, é realizada a avaliação hidrogeológica da área.

Constituindo 97% da água doce e líquida que existe na terra, as águas subterrâneas são fundamentais para qualquer estudo que envolva o meio físico natural, objetivando planejar o uso da água e a ocupação do solo com uma visão de desenvolvimento sustentável.

Na área onde está sendo realizado o Estudo de Impacto Ambiental - EIA, os fácies litológicos dominantes são os sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras (que capeiam as rochas cristalinas subjacentes) e o aquífero dunar.

O fluxo das águas subterrâneas se dá, preferencialmente, a partir das zonas de cotas mais elevadas para as zonas de cotas mais baixas, em direção ao mar, representadas pelos leitos dos principais cursos d'água que percorrem a área do empreendimento, sendo eles: Generaú, Juá, Cauípe e Ceará.

O escoamento subterrâneo é fortemente influenciado pela rede drenagem superficial. Por outro lado, os poços de bombeamento também exercem uma forte influência na distribuição das cargas hidráulicas, alterando significativamente as direções de fluxo e, conseqüentemente, o escoamento das águas subterrâneas.

Os aquíferos predominantes são o da Formação Barreiras, classificado como aquífero confinado (corpo de rocha capaz de absorver, armazenar e fornecer apenas quantidades restritas de água), o cristalino (fissural) e o aquífero dunar (poroso).

O aquífero Barreiras possui características hidrodinâmicas mais variadas, principalmente em função da variedade nas litologias que o compõe. As possibilidades hidrogeológicas estão restritas aos níveis arenosos, inseridos nas sequências argilosas.

Para a região litorânea cearense, esse aquífero pode atingir até 10,0 metros saturados, com seus tipos de aquíferos livres, suspensos ou confinados, apresentando uma profundidade média de 45 metros e vazão em torno de 2,5 m³/h.



No cristalino, as vazões são pequenas em função da pouca presença de interstícios armazenadores, como os planos de fraturamento, logo, sendo condicionado pela litologia. Os poços presentes neste aquífero exibem altas taxas de salinização. Alguns poços na Região Metropolitana de Fortaleza, presentes neste aquífero demonstram uma profundidade média de 65,0 metros e vazão não superior a 1,6 m³/h.

O aquífero dunar da região apresenta melhores vazões chegando até a 13 m³/h. As águas deste aquífero apresentam-se cloretadas, sendo quase 70% sódicas, mas ainda atingindo um bom índice de potabilidade.

Em virtude da alta permeabilidade e porosidade dos depósitos dunares, o sistema eólico é caracterizado por ser uma zona de recarga do aquífero. Todavia, o crescente processo de impermeabilização e poluição causada pelo avanço da urbanização, vem ameaçando esses aquíferos com riscos de contaminação.

A contaminação do solo por efluentes domésticos e industriais é iminente, o que gera riscos em diversas áreas da cidade. Como observado, os recursos hídricos subterrâneos estão atrelados aos efeitos da urbanização e aos recursos superficiais, pois acumulam águas superficiais infiltradas diretamente do escoamento pluvial, que circulam pelo ambiente urbano.

Na AII e adjacências encontram-se às aluviões do Rio Ceará, Juá e Cauípe, que chegam a alcançar espessuras saturadas entre 2 e 5 metros nos trechos mais alargados, contudo, estreitando-se e tornando-se pouco espessos (0,5 a 1 metros) à medida que se afastam do litoral, o que inviabiliza sua exploração como recurso hídrico subterrâneo (aquífero). São apenas encontrados pequenos poços escavados (cacimbas) e artesianos (poços tubulares rasos), na sua maioria contaminada em face da maior densidade ocupacional local.

O aquífero aluvionar possui elevada permeabilidade e transmissividade, podendo oferecer boas vazões, no entanto, tais características também lhe conferem alta vulnerabilidade a poluição hídrica e por isso é pouco utilizado pela população local, a não ser para regar jardins e outras áreas verdes existentes.

6.1.3.3 - Caracterização do Ambiente Aquático quanto à Classificação das Águas

As águas subterrâneas, dentro da bacia citada neste documento, refletem o comportamento integrado dos fatores ambientais, como a litologia, a estratigrafia, o solo, a vegetação, a taxa de



escoamento superficial, a pluviometria e o excedente hídrico, interferentes na trajetória da água através do seu ciclo hidrológico.

Para o conhecimento das peculiaridades da hidrodinâmica e dos parâmetros físicos de uma unidade geológica em termos de capacidade para armazenar, liberar e o fluxo da água subterrânea, é realizada a avaliação hidrogeológica da área.

Constituindo 97% da água doce e líquida que existe na terra, as águas subterrâneas são fundamentais para qualquer estudo que envolva o meio físico natural, objetivando planejar o uso da água e a ocupação do solo com uma visão de desenvolvimento sustentável.

Na área onde está sendo realizado o Estudo de Impacto Ambiental - EIA, os fácies litológicas dominantes são os sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras (que capeiam as rochas cristalinas subjacentes) e o aquífero dunar.

O fluxo das águas subterrâneas se dá, preferencialmente, a partir das zonas de cotas mais elevadas para as zonas de cotas mais baixas, em direção ao mar, representadas pelos leitos dos principais cursos d'água que percorrem a área do empreendimento, sendo eles: Generaú, Juá, Cauípe e Ceará.

O escoamento subterrâneo é fortemente influenciado pela rede drenagem superficial. Por outro lado, os poços de bombeamento também exercem uma forte influência na distribuição das cargas hidráulicas, alterando significativamente as direções de fluxo e, conseqüentemente, o escoamento das águas subterrâneas.

Os aquíferos predominantes são o da Formação Barreiras, classificado como aquífero confinado (corpo de rocha capaz de absorver, armazenar e fornecer apenas quantidades restritas de água), o cristalino (fissural) e o aquífero dunar (poroso).

O aquífero Barreiras possui características hidrodinâmicas mais variadas, principalmente em função da variedade nas litologias que o compõe.

As possibilidades hidrogeológicas estão restritas aos níveis arenosos, inseridos nas sequências argilosas.

Para a região litorânea cearense, esse aquífero pode atingir até 10,0 metros saturados, com seus tipos de aquíferos livres, suspensos ou confinados, apresentando uma profundidade média de 45 metros e vazão em torno de 2,5 m³/h.



No cristalino, as vazões são pequenas em função da pouca presença de interstícios armazenadores, como os planos de fraturamento, logo, sendo condicionado pela litologia. Os poços presentes neste aquífero exibem altas taxas de salinização.

Alguns poços na Região Metropolitana de Fortaleza, presentes neste aquífero demonstram uma profundidade média de 65,0 metros e vazão não superior a 1,6 m³/h.

O aquífero dunar da região apresenta melhores vazões chegando até a 13 m³/h. As águas deste aquífero apresentam-se cloretadas, sendo quase 70% sódicas, mas ainda atingindo um bom índice de potabilidade.

Em virtude da alta permeabilidade e porosidade dos depósitos dunares, o sistema eólico é caracterizado por ser uma zona de recarga do aquífero. Todavia, o crescente processo de impermeabilização e poluição causada pelo avanço da urbanização, vem ameaçando esses aquíferos com riscos de contaminação.

A contaminação do solo por efluentes domésticos e industriais é iminente, o que gera riscos em diversas áreas da cidade. Como observado, os recursos hídricos subterrâneos estão atrelados aos efeitos da urbanização e aos recursos superficiais, pois acumulam águas superficiais infiltradas diretamente do escoamento pluvial, que circulam pelo ambiente urbano.

Na AII e adjacências encontram-se às aluviões do Rio Ceará, Juá e Cauípe, que chegam a alcançar espessuras saturadas entre 2 e 5 metros nos trechos mais alargados, contudo, estreitando-se e tornando-se pouco espessos (0,5 a 1 metros) à medida que se afastam do litoral, o que inviabiliza sua exploração como recurso hídrico subterrâneo (aquífero). São apenas encontrados pequenos poços escavados (cacimbas) e artesianos (poços tubulares rasos), na sua maioria contaminada em face da maior densidade ocupacional local.

O aquífero aluvionar possui elevada permeabilidade e transmissividade, podendo oferecer boas vazões, no entanto, tais características também lhe conferem alta vulnerabilidade a poluição hídrica e por isso é pouco utilizado pela população local, a não ser para regar jardins e outras áreas verdes existentes.



Governo do Estado do Ceará
 Secretaria do Meio Ambiente - SEMA
 Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE



PROGRAMA INDICATIVO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS MARINHAS DO LITORAL OESTE DO CEARÁ

BOLETIM MENSAL DE CLASSIFICAÇÃO

Boletim: Nº 202112233-BOL Período: Dezembro/2021 Tipos de amostras: Águas procedentes das praias.
DADOS DE AMOSTRAGEM

49OE - Icaraí	A
50OE - Tabuba	A
51OE - Cumbuco	A
52OE - Lagamar do Cauípe	A
53OE - Pecém	A
54OE - Taíba	EA
55OE - Paracuru	A
56OE - Lagoinha	A
57OE - Flecheiras	A
58OE - Mundaú	A
59OE - Baleia	A
60OE - Icaraí de Amontada	A
61OE - Almofala	A
62OE - Arpoeirás	A
63OE - Jericoacoara	A
64OE - Camocim - Próximo a travessia das balsas.	A
65OE - Bitupitá	EA
66OE - Cruz - Praia do Preá	A

Responsáveis pela coleta: Ademar Almeida de Sousa, Lincoln Davi Mendes de Oliveira.

Os critérios utilizados são baseados na Resolução CONAMA Nº 274, de 29/11/2000.

(A) **Aconselhável:** Resultado abaixo ou igual 100 NMP/100mL.

(EA) **Em Alerta:** Resultado acima de 100 NMP/100mL e abaixo de 400 NMP/100mL.

(I) **Imprópria:** Resultado superior a 400 NMP/100mL.

Procedimentos de amostragem: As amostras são coletadas mensalmente, entre 09h00min e 16h00min, sendo coletada uma amostra em cada ponto, na isóbata de 1 metro de profundidade, que representa a região mais utilizada para recreação.

Metodologia analítica: As amostras foram processadas conforme diretrizes do Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23ª edição, método 9230-D (substrato fluorogênico) para Enterococos.

IMPORTANTE:

- O monitoramento das praias do Estado é indicativo da qualidade microbiológica da água, e tem o objetivo de identificar a necessidade de análises mais frequentes, visto que, quase sempre, não se tratam de áreas com grande adensamento populacional. A classificação aqui utilizada é guiada pela Resolução CONAMA nº 274/2000, porém são realizadas coletas mensais. Por este motivo, é utilizado um critério mais restritivo, em que adota-se o resultado acima de 100 NMP/100mL enterococos como EM ALERTA (EA) para atividades recreacionais. Resultado igual ou abaixo desse limite será tratado como ACONSELHÁVEL (A) para banho. Em análises cujo valor de enterococos detectados seja superior a 400 NMP/100 mL, será informado que as águas estão IMPRÓPRIAS para banho, conforme determina a Resolução CONAMA nº 274/2000.
- (I*) Embora os valores de Enterococos estejam dentro dos critérios estabelecidos, os Pontos de Amostragem foram considerados IMPRÓPRIOS em função da presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleo, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação.
- O banhista deve evitar tomar banho de mar após a ocorrência de chuvas de maior intensidade, nesse episódio as chuvas contribuem para a deterioração da qualidade das águas das praias carregando uma grande quantidade de esgotos, lixo e outros detritos através de galerias de águas pluviais, córregos e canais de drenagem.
- Recomenda-se evitar nadar ou praticar outros esportes náuticos em locais com manchas de coloração vermelha, marrom ou azul-esverdeada. Também é recomendável evitar o consumo de frutos do mar desses locais.

Figura 105: Boletim de Balneabilidade do Litoral Oeste do Ceará, do mês de dezembro de 2021, onde os resultados dos pontos 49, 50, 51 e 52 apresentam resultados aconselhável.

6.1.4 - Uso e Cobertura do Solo de Caucaia

O levantamento do uso e da cobertura deve indicar a distribuição geográfica da tipologia retratada, localizada por meio de padrões homogêneos na superfície terrestre. Para realização deste



levantamento, recorreram-se as etapas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação de produtos de sensoriamento remoto, análise e registro de observações da paisagem.

Os diversos usos e coberturas da terra são frutos de atividades econômicas que, via de regra, privilegia a antropização em detrimento da conservação ou preservação dos ambientes ali inseridos, principalmente nos dias atuais, quando as atividades da indústria e do turismo são apresentadas, pelo governo, como um dos caminhos indutores ao desenvolvimento socioeconômico.

Atualmente em Caucaia, as atividades turísticas e o aumento das áreas urbanizadas modificam os usos de locais até então consolidados, provocando uma série de impactos ambientais.

Podem-se citar, por exemplo, os desmatamentos, o avanço ocupacional sobre campos de dunas, os aterramentos de vales interdunares e as terraplenagens de topos de morro, sendo que estes locais deveriam ser preservados, visando manter o equilíbrio do sistema ambiental da planície litorânea.

É nesse contexto que se faz o uso da terra, considerando as modificações impostas pelas atividades socioeconômicas e a diferenciação das tipologias de uso. A diferença entre a cobertura e o uso da terra corresponde ao fato de que a cobertura avalia os elementos da natureza ou de aparelhos antrópicos que estão recobrendo a superfície terrestre, independentemente se a cobertura é natural ou antropizada.

O uso da terra configura as formas como esses elementos ou coberturas são tratados, atribuídas às variadas atividades humanas sobre estas, sejam elas industriais, urbanas, agropecuárias ou florestais (BRASIL, 2013).

Medeiros et al. (2019) no trabalho intitulado Geoprocessamento Aplicado ao Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra em áreas de Preservação Permanente do Município de Caucaia, Ceará, Brasil, apresentado no Boletim Geográfico, Maringá, v. 37, n. 2, p. 94-112, 2019, apresentou o quantitativo da área e suas respectivas classes que foram mapeadas. Na perspectiva de espacializar estas informações, apresentou o mapa de uso e cobertura da terra para o município de Caucaia.

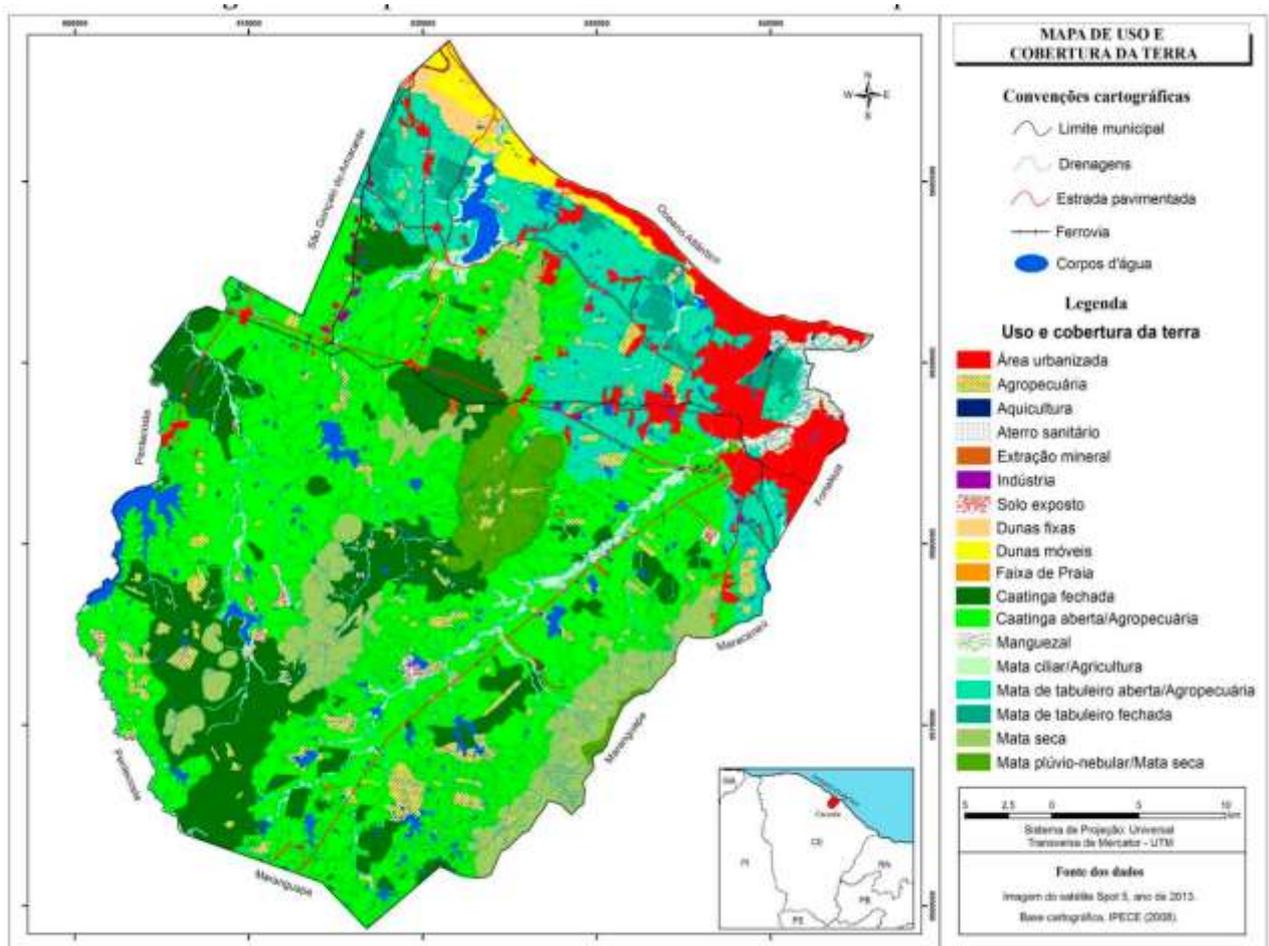


Figura 106: Mapa de uso e cobertura da terra. (Medeiros, 2019).

Em síntese, verifica-se uma prevalência das classes da vegetação de caatinga aberta associada com a atividade da agropecuária (39,92%), vegetação de caatinga fechada (14,28%), mata de tabuleiro aberta/agropecuária (10,08%), mata seca (8,01%) e as áreas urbanizadas (5,48%). No referido mapa constata-se que as áreas urbanizadas se encontram em sua grande maioria na parte norte do município, que é o local de incidência dos sistemas ambientais da planície litorânea e dos tabuleiros pré-litorâneos.

Constata-se, ainda, que a atividade agropecuária ocorre de forma dispersa no território, e na sua maioria, ocupando pequenas áreas, sobretudo, nas proximidades das planícies fluviais, que é onde se encontram as condições mais propícias relacionadas à fertilidade de solos e a presença de água, favorecendo assim o seu desenvolvimento.



Quanto à indústria, esta atividade está tendendo a ter uma maior concentração no setor oeste do município, ou seja, na região do Complexo Industrial e Portuário de Pecém (CIPP).

Dessa forma, por meio do levantamento do uso e cobertura da terra, podem-se identificar as atividades (usos preponderantes) inadequadas e/ou conflitivas no município de Caucaia, auxiliando, por conseguinte, no planejamento territorial, na elaboração de projetos setoriais de uso do solo, na localização de atividades diversas e nos zoneamentos setoriais.

6.1.5 - Avaliação do uso e cobertura da terra nas Áreas de Preservação Permanente

De acordo com Medeiros, à verificação do uso e cobertura da terra nas Áreas de Preservação Permanente (APP), permitiram identificar as incompatibilidades legais que se materializam no território.

Assim, objetivando mapear as APP e unidades de conservação (UC) inseridas no município de Caucaia, efetuou-se uma análise da legislação ambiental vigente, tendo em vista que quando a legislação incidente nos locais a serem efetivamente protegidos é desrespeitada, há consequentemente conflitos de usos.

Neste contexto, a APP é definida no Código Florestal (BRASIL, 2012) como um setor espacial de extrema relevância e que deve ser protegida, em virtude de sua função ambiental estratégica. Portanto, constituem as APP:

- I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima: a) de 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de



- superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) de 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
 - IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
 - V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
 - VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
 - VII - os manguezais, em toda a sua extensão;
 - VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
 - IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
 - X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
 - XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado (BRASIL, 2012, art. 4º).

Ao considerar a legislação em pauta e a escala cartográfica adotada (1:25.000), associado as condições geoambientais do município de Caucaia, as APP mapeadas e que constituem a base jurídico-institucional correspondem às: i) áreas marginais dos rios, dependendo da largura dos

mesmos; ii) áreas de nascentes ou olho d'água num raio de 50 metros; iii) entorno de lagoas e açudes, segundo o local de ocorrência (urbano ou rural); iv) setores com declividade superior a 45°; v) áreas de dunas e vi) manguezais.

Fazem parte também da base jurídico-institucional dessa pesquisa as Unidades de Conservação (UC) existentes no município de Caucaia, referentes à: vii) Estação Ecológica do Pecém; viii) Área de Proteção Ambiental (APA) do Lagamar do Cauípe; ix) APA do Estuário do Rio Ceará; x) Parque Botânico do Ceará e; xi) Terra Indígena dos Tapebas.

Na perspectiva de espacializar a base jurídico-institucional, apresenta-se na Figura 107 a localização das Unidades de Conservação, a terra indígena dos Tapebas e Áreas de Preservação Permanente mapeadas no município de Caucaia, sendo que estes locais compreendem uma área estimada de 332,50 km² (excluídas as intercessões), significando 27% do território municipal.

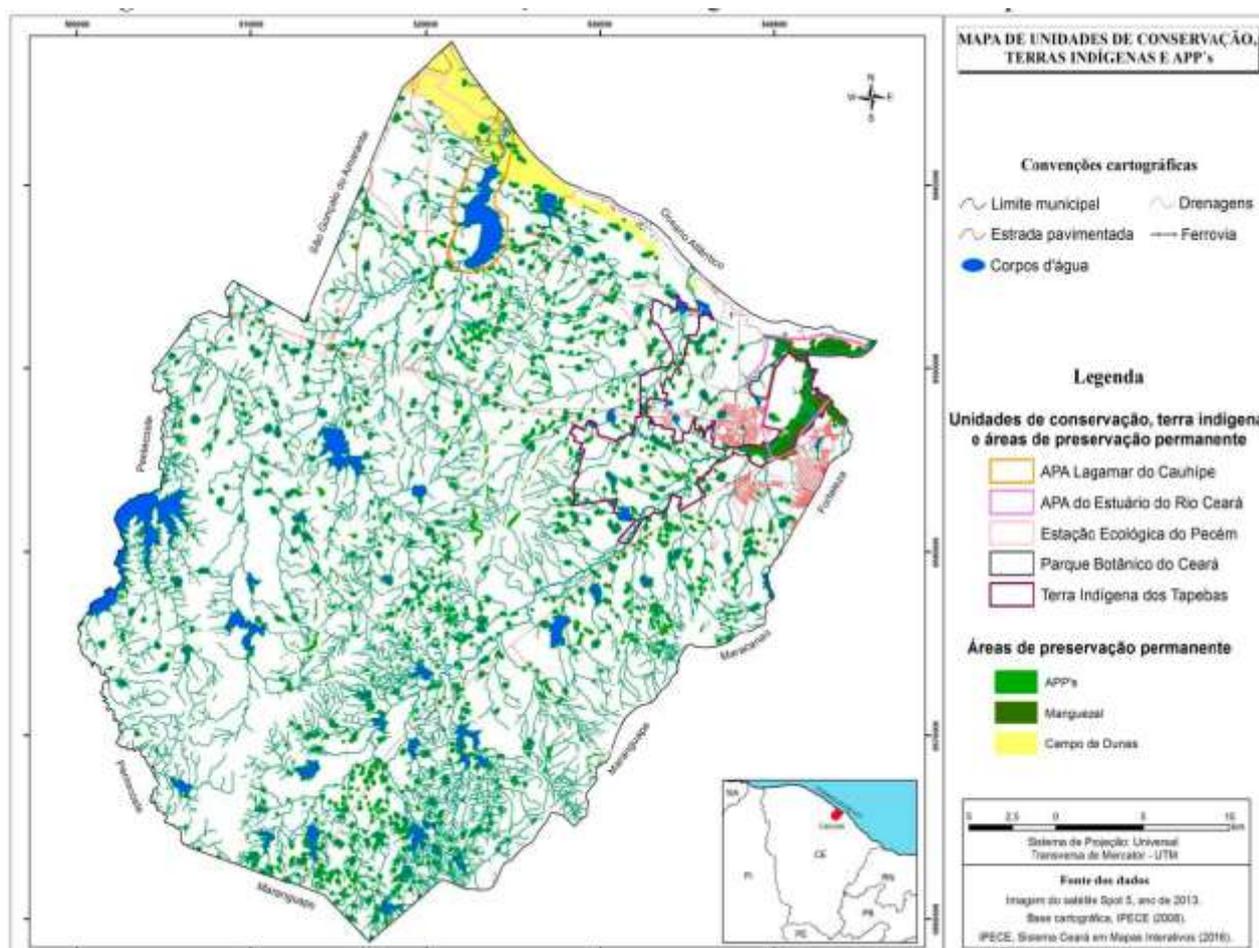


Figura 107: Unidades de conservação, terras indígenas e APP no município de Caucaia. (Medeiros, 2019).



Constata-se que: a) há degradação de significativas extensões das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água, cuja preservação tem como função principal servir de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes; b) os manguezais e paleodunas são outras áreas de reservas ecológicas afetadas pelas ações antrópicas, principalmente associado aos desmatamentos indiscriminados; c) nas áreas de APP é significativo o uso da terra em atividades relacionadas à agropecuária (4,8%), encontrando-se, também, em menor escala, as atividades da aquicultura, indústria e mineração, além das influências das áreas de expansão urbana (1,8%), as quais podem causar impactos ambientais irreversíveis.

Conforme o mapeamento realizado, não se identificaram na Estação Ecológica do Pecém e no Parque Botânico do Ceará atividades humanas causadoras de degradação ambiental.

Não obstante, nas APAs do Rio Ceará e do Lagamar do Cauípe, encontraram-se atividades relacionadas, sobretudo, à agricultura e áreas de expansão urbana, notadamente por meio dos loteamentos.

Quanto à terra indígena dos Tapebas, a maior parte da área é composta pela vegetação de caatinga e manguezais, ressaltando que foi mapeada parcela significativa de área urbana neste setor, englobando o seu núcleo populacional, em associação aos vetores de crescimento de Caucaia.

É importante salientar que o estado de conservação dos recursos hídricos presentes nas UC's, especialmente nas APP's, encontra-se bastante comprometido por ações humanas degradacionais, carecendo estes locais passar por uma política de recuperação prioritária.

Sugere-se que esta política deve ser conduzida pelo poder público, tendo a participação dos proprietários das terras e a população como um todo, para que sejam aceitas e efetivadas as ações de preservação e conservação ambiental a serem adotadas.



6.2 - Meio Biótico

6.2.1 - Generalidades (Biota Terrestre)

A área a ser construído o Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, com implantação de Espigões e Aterro Hidráulico, localiza-se, entre a Praia do Pacheco à Tabuba - Ceará, ocupando uma área aproximada de 750 ha (Área Diretamente Afetada).

O objetivo desse relato é caracterizar a vegetação litorânea e inventariar a fauna costeira e continental, destacando as espécies migratórias, ameaçadas e bioindicadoras ambientais, abrangendo as áreas de influências do referido espigão.

No continente, esse empreendimento, encontra-se inserido no Complexo Vegetacional Litorâneo, destacando: o ambiente praiano, vegetação da superfície de deflação (vegetação pioneira psamófila), vegetação dos campos dunares (vegetação subperenifólia dunar), vegetação paludosa marítima de mangue (manguezal), vegetação subcaducifólia de várzea (mata ciliar), além dos ambientes da vegetação dos tabuleiros pré-litorâneos (vegetação subcaducifólia de tabuleiro). Cabe mencionar também a ocorrência na planície fluvial os corpos d'água.

O trabalho destina-se descrever de forma sucinta a vegetação da região onde será implementado projeto de recuperação do litoral de Caucaia, bem como inventariar sua biodiversidade (flora e fauna) ao longo de sua área de influência.

A área de abrangência indireta desse empreendimento encontra-se inserida nas bacias hidrográficas dos rios Ceará, Juá/Conceição e Cahuipe, destacando os seguintes corpos d'água: açude Camurupim, lagoa do Poço, lagoa Parnamirinho, lagoa Pajuçara, lagoa do Damião, lagoa Tapacaú, lagoa Banana, lagoa do Pecém, lagoa das Bolsas, lagoa Siupé, lagoa Rasa, lagoa dos Talos, rio Anil, rio Siupé, riacho Guaribas, riacho do Coité, riacho dos Matões, rio Buriti Forte, dentre outros.

A biodiversidade costeira encontra-se associada às duas estações climáticas (seca e chuvosa), onde, no período seco, nota-se o rebaixamento do lençol freático e o crescimento da ação eólica, enquanto durante a estação das chuvas formam-se diversos corpos d'água, renovando toda a vida da região, atraindo diversos membros da fauna, especialmente aves aquáticas, anfíbios e artrópodes.



Figura 108: Vegetação do Tabuleiro Pré-litorâneo e do Manguezal, na região litorânea de Caucaia-Ce.

Normalmente entre o final e início do ano ocorre também, o incremento de aves migratórias, especialmente maçaricos e gaivotas, em toda a região litorânea cearense, provinda do hemisfério boreal, onde mariscam nos estuários e manguezal da região.

A ação antrópica local é mais sentida próximo dos centros urbanos, e na área do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). Enquanto nos minifúndios observa o cultivo de subsistência (milho, feijão e mandioca) e de frutíferas (coco, caju, manga dentre outras).

A fauna e em especial a flora desta área, vem ao longo do tempo, adaptando-se fisiomorfologicamente, as adversidades deste ambiente, tais como: forte ação eólica, solo pobre em nutrientes, ação da maresia, clima árido, dentre outras.

6.2.2 - Objetivos e Métodos

O principal objetivo é mostrar de forma sintética, o potencial da região para a implantação do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, alterando o mínimo possível sua paisagem e a biodiversidade do Complexo Litorâneo. Apesar da vigente atividade antrópica da região, principalmente pela existência dos centros urbanos e do CIPP, ainda é possível observar sua biota regional e comprometê-la o mínimo possível.

A avifauna é considerada um excelente bioindicador ambiental, e portanto, conhecendo melhor as diversas tipologias vegetais de uma região, facilita compreender o comportamento e a

sinecologia das assembleias de aves na região. Dessa forma, inicialmente será descrito de forma sucinta sua vegetação, alocando sempre que possível sua biota.

O levantamento e caracterização da vegetação foram executados através de coletas de dados de campo com base na documentação cartográfica da região, como os mapas da SUDENE 1:100.000, além de consultas nas fontes bibliográficas.



Figura 109: Biólogos fotografando a biodiversidade local.

As aves em especial os Charadriiformes (maçaricos, gaivotas), Pelecaniformes (garças, socós), Accipitriformes/Falconiformes (gavião, falcão), ocorrem frequentemente nos ambientes lacustres e no manguezal da região enquanto os Passeriformes (pássaros em geral) e Strigiformes (corujas) dominam no Tabuleiro e nas dunas fixas.

Os dados coletados, de campo foram checados junto a bibliografia especializada, como: Sick, 1997; Ridgely & Tudor, 1994; Ridgely e Tudor, 1998; Dunning, 1987; Souza, 1998; Brown, L. H. e Parey, P, 1980; Forshaw, J. M, 1977; Major, I., Sales Jr., L. G. Castro, R, 2004 e Major, I., Sales Jr., L. G, 2008.

As observações da fauna na região foram feitas através de percursos ao longo de caminhadas por trilhas e (ou) picadas na mata, em pontos estratégicos. Utilizou-se, para tanto em suas observações binóculos KALIMAR - 7 x 50 e SUPER ZENITH - 20 x 50, sempre que possível foram realizadas fotografias.

Os pontos chaves de observações foram devidamente registrados via Sistema de Posicionamento Geográfico (GPS - modelo Garmin GPSmap76CSx), formando um banco de dados com o qual foi possível zonar os diversos ambientes, tabela 3-1.

Além dos dados primários, realizados entre dezembro de 2021 e janeiro de 2022, foram copilados também dados secundários, realizados na região, realizados entre 2013 e 2014 (VERDE VIDA, 2014a; VERDE VIDA, 2014b).



Figura 110: Maçaricos encontrados no litoral de Caucaia – Ce. forrageando na região.

A fisionomia da vegetação foi compartimentalizada de acordo com sua tipologia vegetal e uso atual observado na região. As caracterizações dos diversos biomas foram feitas a partir da análise biogeográfica “in loco”, bem como, segundo a bibliografia especializada.

É importante que, posteriormente seja feito um monitoramento da fauna nesta região, afim de verificar, quais espécies as aves migratórias, estão consumindo no solo do mangue e nos estuários, como moluscos, poliquetos, crustáceos, insetos, etc.

Nesse estudo, não foram feitas atividade de busca passiva (captura), da fauna, só sendo realizado busca ativas, nos pontos e em seus transectos. Devendo no monitoramento, ser realizado, também busca passiva, com uso de armadilhamento e redes de neblina, durante três dias consecutivos por campanha.



6.2.3 - Localização

Os Espigões a serem construídos em Caucaia, localiza-se junto do litoral, adentrando no mesmo, por uns 400 metros, aproximadamente. Ocupando uma área m torno de 570 hectares, com 12 Espigões.

Para chegar de Fortaleza a Caucaia/Icarai, pega-se a CE-085, por 5 km, até chegar no posto rodoviário próximo do parque Botânico, onde pega a CE-090 por mais 4 km, até chegar no empreendimento em Iparana/Pacheco.

A tabela 8 enumera os pontos amostrados, georeferenciados em UTM, além da localização dos ambientais principais, desses pontos. Cabe lembrar que os pontos coletados através de dados primários são numerados de A1 a A4, enquanto os identificados de P1 a P12, foram obtidos via dados secundários, sendo os de Taíba realizados de agosto de 2010 a julho de 2011 (Espaço, 2011), enquanto os do Pecém, foram feitos de outubro de 2013 a julho de 2014 (VERDE VIDA, 2014a; VERDE VIDA, 2014b).

Pontos	Coordenada UTM 24 M		Dados Gerais		
	Latitude (E)	Longitude (S)	Influencia	Ambiente	Local
A1	535230.73	9595202.83	ADA	Planície Litorânea, Ribeirinho; Lacustre; Dunas Fixas	Rio Juá
A2	538601.54	9592850.34	ADA	Planície Litorânea, Praia, Antrópico	Pacheco
A3	540367.68	9591192.61	AID	Ribeirinho, Lacustre, Dunas Fixas	Cahuipe
A4	523816.61	9601457.60	AID	Mangue, Lacustre, Tabuleiro, Mata Ciliar	Iparana
P1	516626.00	9606396.00	AII	Dunas Fixas	EE (SGA)
P2	518456.00	9605820.00	AII	Dunas Fixas, Dunas Semifixas	EE (SGA)
P3	520560.00	9605715.00	AII	Dunas Fixas, Dunas Semifixas, Lacustre	EE (CAU)
P4	522615.00	9603055.00	AII	Dunas Fixas, Dunas Semifixas, Lacustre	EE (CAU)
P5	514765.00	9605223.00	AII	Dunas Fixas, Dunas Semifixas	Pecém
P6	514641.00	9603984.00	AII	Dunas Fixas, Dunas Semifixas, Lacustre	Pecém
P7	514543.00	9602531.00	AII	Dunas Fixas, Dunas Semifixas, Lacustre	Pecém

Pontos	Coordenada UTM 24 M		Dados Gerais		
	Latitude (E)	Longitude (S)	Influencia	Ambiente	Local
P8	516199.00	9601492.00	AII	Dunas Semifixas, Lacustre	Pecém
P9	508604.04	9612376.95	AII	Dunas Semifixas, Lacustre	Taíba
P10	510065.03	9611442.55	AII	Dunas Movel, Lacustre	Taíba
P11	509039.96	9611622.94	AII	Dunas Fixas, Dunas Semifixas, Lacustre	Taíba
P12	510150.23	9610752.43	AII	Dunas Móvel, Lacustre	Taíba

Legenda:

EE = Estação Ecológica

SGA = São Gonçalo do Amarante

CAU = Caucaia.

Tabela 8: Coordenadas dos pontos amostrados, das áreas de influências, com dados ecológicos do local dos Espigões de Caucaia.

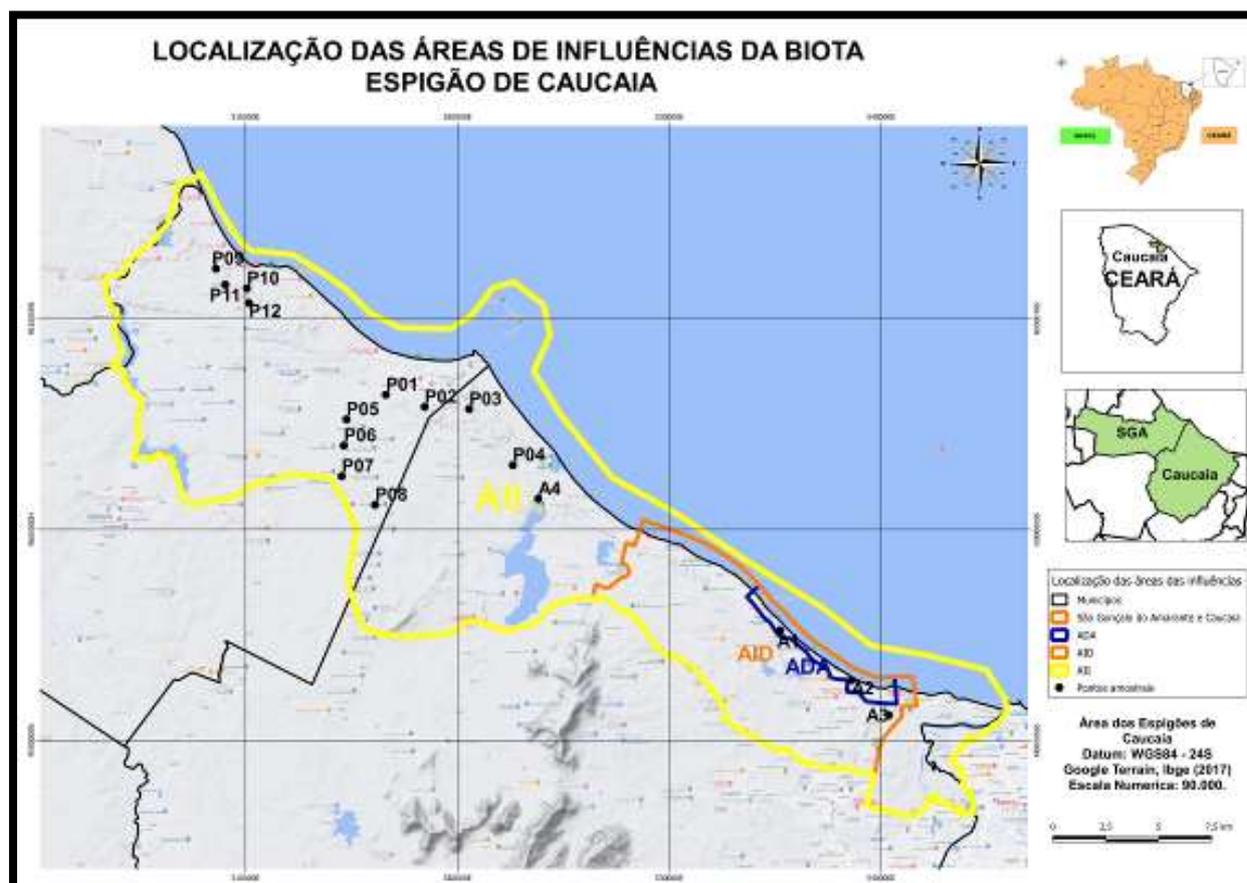


Figura 111: Localização das áreas de Influências (AII, AID e ADA) do Espigões e Aterro Hidráulico, com os pontos amostrais do levantamento da fauna, ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, Ceará.



Figura 112: Localização das áreas de Influências do Espigões e Aterro Hidráulico, com os pontos amostrais do levantamento da fauna, ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, Ceará, em detalhe a ADA e AID.

Os estudos da biota foram realizados nas três áreas de influencias do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, envolvendo a implantação dos Espigões e do Aterro Hidráulico, sendo assim dividido:

Área Diretamente Afetada (ADA), compreendido na área dos espigões e do aterro, com aproximadamente 750 hectares, indo da praia até a CE-090. Abrangendo sobretudo, o ambiente marinho atentando no mar. aproximadamente 400 metros.

A Área de Influência Direta (AID) abrange de Iparana até nas proximidades da lagoa do Banana, indo da Praia até a CE-085, contendo 7.730 hectares.

Por sua vez a Área de Influência Indireta (AII), abrange o litoral de Caucaia e de São Gonçalo do Amarante, indo da foz do rio Ceará até nas imediações do rio São Gonçalo/Anil, entrando no continente até a CE-085.



Figura 113: Localização dos pontos amostrais do levantamento da fauna, no litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, Ceará

6.2.4 - Vegetação

O Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, encontra-se alocada na tipologia vegetal do Complexo Litorâneo, onde destacam os ambientes: manguezal, vegetação do tabuleiro pré-litorâneo associado a mata ciliar, além dos ambientes praianos, planície litorânea e da vegetação de dunas.

Cada tipologia vegetal apresenta características próprias, apesar da mútua ajuda sinecológica, como no suporte climático, na severidade eólica e na manutenção do nível do lençol freático, umedecendo o solo e amenizando o clima, dentre outros pontos. A biodiversidade regional é bem representativa, apesar de certas condições físico-climáticas não serem favoráveis, levando-



as a adaptar-se física e anatomicamente. Alguns destes ecossistemas são considerados como ecótonos entre os ambientes marinhos e terrestres, uma vez que os mesmos se localizam no limiar destes dois grandes biótopos, havendo, portanto, razoável troca energética e biomassa na região.

HABITAT	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	PERÍMETRO (m)	PERIM (%)	FATOR FORMA (Kf)	Kf (%)
Praia	323,911	0,950%	92.146,385	4,351%	0,00038	0,038%
Berma	648,976	1,903%	86.274,678	4,074%	0,00087	0,087%
Casuarina	134,993	0,396%	10.638,966	0,502%	0,01193	1,193%
Duna Móvel	2.146,561	6,294%	220.017,578	10,389%	0,00044	0,044%
Duna Semifixa	8.611,131	25,249%	353.764,011	16,704%	0,00069	0,069%
Duna Fixa	1.960,114	5,747%	199.955,961	9,441%	0,00049	0,049%
Amb Ribeirinho	1.402,983	4,114%	224.620,381	10,606%	0,00028	0,028%
Mangue	1.128,939	3,310%	103.413,332	4,883%	0,00106	0,106%
Mata Ciliar	4.260,491	12,492%	285.974,752	13,503%	0,00052	0,052%
Lg Pré-dunar	27,647	0,081%	15.593,646	0,736%	0,00114	0,114%
Lg Interdunar	177,483	0,520%	61.114,712	2,886%	0,00048	0,048%
Lg Pós-dunar	319,619	0,937%	54.456,599	2,571%	0,00108	0,108%
Tabuleiro	8.834,704	25,904%	186.043,558	8,784%	0,00255	0,255%
Antrópico	4.127,525	12,102%	223.860,777	10,570%	0,00082	0,082%
TOTAL	34.105,078		2.117.875,337		0,02272	2,272%

* Casuarina, tipo especial do Ambiente de Duna Móvel.

Kf = Fator forma

Tabela 9: Tipologia vegetal, nas áreas de influências, com dados de área e perímetros, no local dos Espigões de Caucaia.

Observando a Tabela 9, notam-se pelo menos 9 (nove) tipologias de ambientes distintos, acrescidos do ambiente antrópico, além da casuarina, sendo esse contido no ambiente de dunas móveis. Cabe mencionar que o ambiente lacustre se encontra dividido de acordo com sua posição em relação ao ambiente dunar.

Verifica-se que nesses 34.105,07 hectares, contidos na AII, Figura 113, o Ambiente do Tabuleiro Pré-Litorâneo, destacou com 25,9% de área (8.834,7 ha), seguido do ambiente da duna semifixa com 29,4% de área (8.611,1 ha), Tabela 9.

A água é um elemento na natureza, fundamental para a sobrevivência da biota (fauna e flora), no entanto, nessa região em estudo observou pouco mais de 5,6% de ambientes dominados por esse precioso líquido, como o Ambiente Ribeirinho, com 4,1% (1.402,9 ha) e o Ambiente Lacustre, com aproximadamente 1,6% (524,7 ha), Tabela 9.

A respeito do perímetro ou contorno do requerido Ambiente da Duna Semifixa, também destacou com 16,7% (353.764,01 metros), seguido da Mata Ciliar com 13,5% (285.974,75 metros). Observe que o Ambiente do Tabuleiro Pré-Litorâneo, apesar de ter a maior área apresentou o sétimo lugar quanto ao seu perímetro, com apenas 8,7%), Tabela 9.

O Fator forma, relaciona a área com seu perímetro de uma circunferência, onde quando mais próximo de 0,01, essa área seria mais aparentado com a circunferência. Dessa forma o ambiente da Casuarina, apresentou mais aproximado com o círculo ($K_f = 0,01193$), cujo ambiente, é uma Duna Móvel, vegetada com essa espécie. Seguido do Tabuleiro Pré-litorâneo ($K_f = 0,00255$); assim como da Lagoa Pré-Dunar ($K_f = 0,00114$). Onde boa parte da fauna, utiliza esses ambientes para conseguir água.

O Fator Forma (K_f) relaciona a Área do ambiente com seu Perímetro (L), através da seguinte fórmula:

$$K_f = A/P^2$$

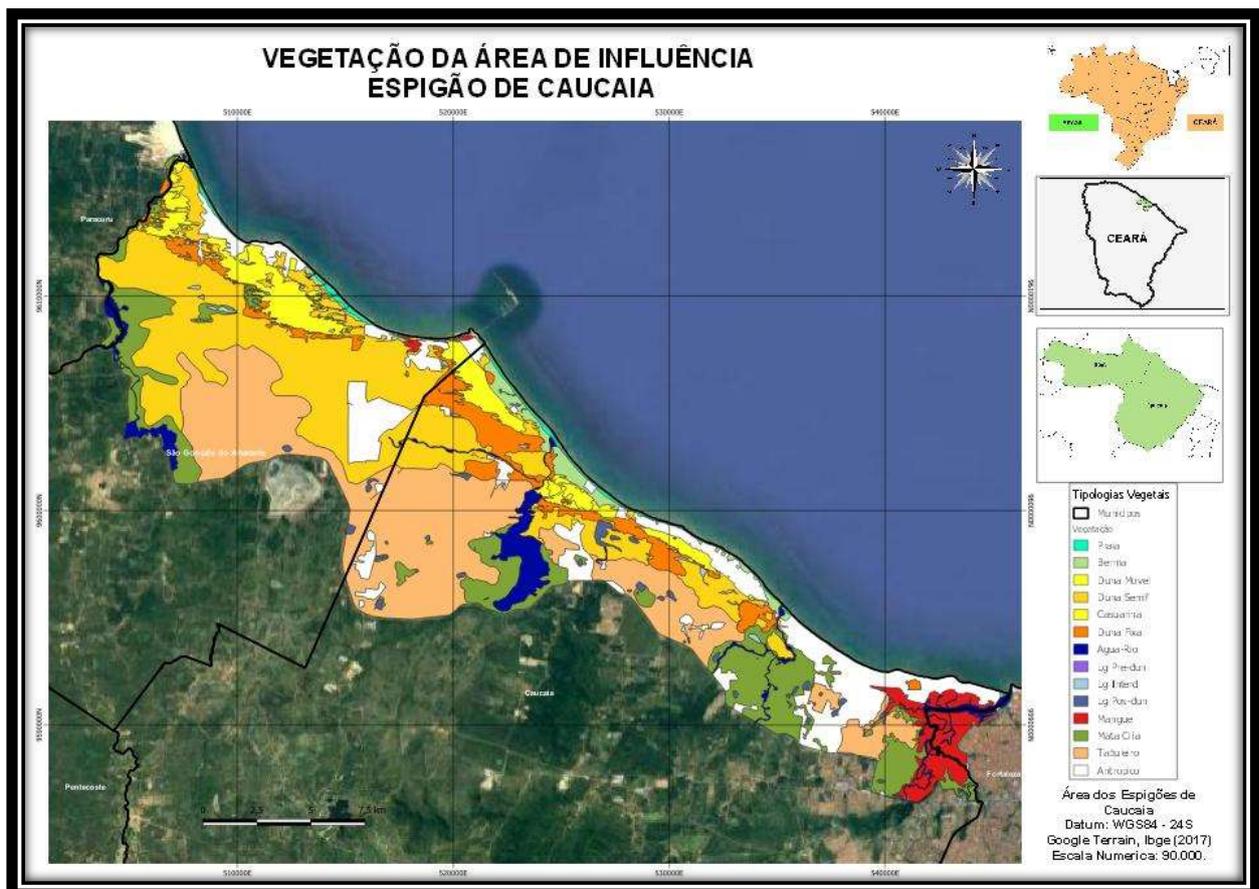


Figura 114: Aspecto geral da vegetação, na AII, do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia.

O complexo litorâneo cearense apresenta na sua porção a sota-vento, logo após o último cordão dunar, a unidade fisionômica denominada Tabuleiro Litorâneo nos diversos interflúvios desenhados pela hidrologia local, diferenciando-se conforme sua fisionomia e biocenose. Percebem-se nesses ambientes costeiros, uma forte dinâmica ambiental, tanto por parte dos fatores físicos (sedimentológicos, litológicos, climáticos, etc.) como dos bióticos (migração, trofismo, sucessão ecológica, etc.), levando a crer que cada unidade ambiental mantém uma estreita relação com as demais biotas circunvizinhas, em certos casos ao longo do tempo, chegando a alterar toda a sua fitofisionomia.



Figura 115: Praia e Planície Litorânea, em Icaraí e no Pecém, Caucaia.

Cabe mencionar que nos interflúvios, salientam sobretudo, os ambientes tabulares e dunares, enquanto nas planícies fluviomarinhas, destacam os manguezais e as mata ciliares ou várzeas.



Figura 116: Aves migratórias, como esses *Tringa melanoleuca* e *Calidris pusilla*, procurando seu alimento, nos alagadiços da região.



Algumas aves migratórias intercontinentais (extremo boreal americano, da Europa oriental e da Ásia) passam pelo litoral de Caucaia, em direção ao extremo Sul do continente latino, merecendo destaque as seguintes espécies: *Calidris alba* (maçarico-de-areia), *Calidris minutilla* (maçarico), *Calidris pusilla* (maçarico), *Charadrius semipalmatus* (maçarico), *Pluvialis dominica* (tarambola), *Numenius phaeopus* (pirão-gordo), *Tringa semipalmata* (maçarico), *Tringa solitaria* (maçarico), *Actitis macularius* (maçariquinho), *Arenaria interpres*, (maçarico), *Haematopus palliatus* (piru-piru), *Sterna dougallii* (trinta-réis-róseo), *Sterna antillarum* (trinta-réis-miúdo), *Gelochelidon nilotica* (trinta-réis), *Chroicocephalus maculipennis* (gavotão), *Chroicocephalus cirrocephalus* (gavotão), etc.

Boa parte destes maçaricos alimentam-se de insetos, crustáceos e polychaetas, encontrados nos alagadiços e nas praias lamacentas do estuário do manguezal, enquanto as gaivotas consomem peixes e crustáceos, sendo, portanto, de fundamental importância, durante o monitoramento dessas aves, de também estudar a Malacofauna e Entomofauna contidos nestes locais. Verificando que espécies realmente os maçaricos consomem ao passarem pela região.

Outra preocupação faunística, são com os pequenos e médios felinos, que transitam nessa região a procura de alimento, particularmente nas proximidades do rio Cahuipe e na estação Ecológica do Pecém, em Caucaia, como *Leopardus tigrinus* (jaguaritica) e *Puma yagouaroundi* (Gato-vermelho).

6.2.4.1 - Ambiente Praiano.

O Ambiente Praiano localiza-se ao longo do litoral, da baixa-maré a maré-alta, que normalmente coincide com a linha do estirâncio.

Neste ambiente inexistente vegetação, só aparecendo algumas algas, desgarradas. A Praia ao longo do litoral pode ser ainda dividida em Praia Arenosa e Praia Rochosa.

A faixa praial, normalmente é muito curta, em geral não ultrapassa 30 metros, Figura 119, porém acompanha praticamente todo o litoral, ocupando aproximadamente 0,95% (323,91 ha), Tabela 9.

A praia arenosa corresponde à linha praia encoberta pela areia quartzosa, geralmente ocorre afastado da foz dos rios, com domínio de crustáceos e equinodermatos.

Enquanto a praia rochosa geralmente ocorre próximo da desembocadura de um rio, onde forma-se um cordão rochoso proveniente do solo aluvional e de incrustações da fauna, neste ambiente ocorrem diversas espécies de crustáceos, equinodermatos, poliquetas, moluscos, dentre outros invertebrados, os quais são normalmente consumidos pelas aves migratórias.



Figura 117: Ambiente Praiano e da Planície Litorânea, localizado nas áreas de Influências do Espigões em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.

A Praia ao longo do litoral de Caucaia e de São Gonçalo do Amarante, encontram-se dominado pela praia arenoso, onde pontualmente pode ser visto incrustações da paia rochosa, como perto da foz do rio Juá, e nas proximidades do porto do Pecém, assim como em alguns trechos da praia da Taíba. (divisa do Icarai com Tabuba).



Figura 118: Ambiente Praiano em Caucaia - Ce.

Na área praiana, bem como no estuário do manguezal do riacho Guaribas e próximo do Porto do Pecém, normalmente ocorrem diversas espécies de aves migratórias (maçaricos) provindos do hemisfério boreal em direção da Patagônia, passando pela costa brasileira.



Figura 119: Ambiente Praiano com aves migratórias, forrageando mariscos.

Cabe mencionar que o litoral, pode ser dividida em supralitoral, quando coberto apenas nas marés mais altas de sizígia, mesolitoral, quando coberto e descoberto diariamente, e infralitoral, quando descoberto somente nas marés mais baixas de sizígia. Cada um desses ambientes apresenta uma bio-diversidade característica, além da região da Plataforma Continental, na qual deverá ser instalado os espigões.

6.2.4.2 - Vegetação da Planície Litorânea.

A Vegetação da Planície Litorânea (superfície de deflação) inicia-se logo após a linha do estirâncio (maré mais alta), indo até o início do complexo dunar. A planície de deflação normalmente apresenta-se com relevo de plano a levemente ondulado com solo quartzoso, no qual encontra fixadas diversas espécies de herbáceas, formando um longo tapete verde. Podendo variar de poucos metros a próximo de um quilometro, Figura 120. Essa tipologia vegetal, abrange 1,9% (648,9 ha) da área de influência desse estudo.

A vegetação pioneira (halófila-psamófila) domina na planície de deflação, caracteriza-se pela baixa riqueza de espécies. Os espécimes considerados halófitas estão relacionados pela tolerância ao sal e psamófitas pela tolerância a alta mobilidade do substrato. Além disso, os ambientes onde estas herbáceas ocorrem podem apresentar baixa disponibilidade de matéria orgânica, drenagem rápida da água, luz solar direta e intensa causando superaquecimento durante algumas horas do dia, principalmente nos meses mais quentes.



Figura 120: Planície Litorânea encontrada ao longo da região litorânea de Caucaia-Ce.

A planície litorânea ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante Caucaia e São Gonçalo do Amarante, encontram-se pouco incipiente com uma faixa geralmente menor que 100 metros.

As principais herbáceas pioneiras caméfitas reptantes da Planície Litorânea são *Cyperus maritimum* (tiririca), *Paspalum maritimum* (gengibre), *Indigofera microcarpa* (anil), *Remirea marítima* (cipó-da-praia), *Blutaparon pontulacoides* (bredinho), dentre outras. O extrato arbustivo,



quando ocorre, encontra formado fundamentalmente por *Byrsonima crassifolia* (murici), *Chrysobalanus icaco* (guajiru), *Jatropha pohliana* (pinhão), *Anacardium occidentale* (cajueiro) e diversas cactáceas como *Cereus jamacaru* (mandacaru), *Pilosocereus* sp (facheiro) e *Opuntia* sp (cacto), onde fixam boa parte das pequenas dunas comuns na região denominadas de “blow out”.

A inexistência de estrato arbóreo e do estrato arbóreo/arbustivo sobre a planície de deflação deve-se, sobretudo ao constante movimento das dunas sobre as mesmas, pois uma vez soterradas dificilmente sobreviverão, enquanto as gramíneas e demais herbáceas, possuem uma maior capacidade de ressurgirem logo após a passagem da duna, sendo-as bem resilientes.

Outro fenômeno interessante oriundo desse movimento dunar é a formação de várias lagoas intermitentes (lagoas pré-dunares) ao longo de toda a planície de deflação (berma), constituídas fundamentalmente por espécies lacustres. Ao longo das lagoas pré-dunares (alocadas na planície de deflação) nota-se a predominância do estrato herbáceo hemicriptógrado, formado essencialmente de: *Stylosanthes humilis* (vassourinha), *Indigofera microcarpa* (anil), *Paspalum maritimum* (gingibre), *Ipomoea pes-caprae* (salsa), *Cyperus* sp. (tiririca) *Digitaria* sp. (capim d'água), etc.

A fauna desse ambiente depende do fornecimento energético das herbáceas, tanto para a pastagem foliar como para o consumo de frutos, sementes e néctar. Normalmente os insetos (ortópteros, lepidópteros, coleópteros, etc.), juntamente com os mamíferos roedores e aves frugívoras/granívoras, constituem a base trófica alimentar formada pelos consumidores primários, os quais fornecem nutrientes e energia para os demais níveis tróficos, mostrando assim que esse ambiente comumente recicla seus nutrientes sem a interferência direta dos demais ambientes circunvizinhos.

As aves da planície litorânea normalmente são de hábitos terrícolas, consumidoras de sementes, insetos e vermes, dentre as quais podem mencionar: *Vanellus chilensis* (teteu), *Anthus lutencens* (caminheiro-do-campo), *Himantopus mexicanus* (pernilongo), *Charadrius collaris* (maçarico-de-colar), *Athene cunicularia* (buraqueira), *Sterna hirundo* (trinta-réis), *Sterna superficialis* (trinta-réis), *Gelochelidon nilotica* (gaivota), *Limnodromus griseus* (maçarico-das-costas-brancas), etc.

As aves dos gêneros *Sterna*, *Chroicocephalus*, *Larus*, *Calidris* e *Charadrius* (Charadriiformes), são em geral, migratórias, provindas do extremo boreal, de onde anualmente durante os meses de outubro a dezembro, voam em direção ao Sul da Patagônia/Argentina,

passando pelo Nordeste Brasileiro, voltando para o Norte do Canadá e Eurásia em fevereiro/março anualmente.

6.2.4.3 - Campos de Dunas.

O complexo dunar compreende a região da planície litorânea com relevo acidentado e razoavelmente ondulado, com solos areno-quartzoso. Conforme a sua tipologia vegetal, recebe a denominação de dunas móveis (isenta de flora), dunas semifixas (com flora arbustiva dispersa) e dunas fixas (com espécies arbóreas e arbustivas agrupadas).

O Ambiente Dunar engloba 37,6% (12.717,8 ha) da área em apreço, sendo 25,2% (8.611,1ha) no ambiente da Duna Semifixa. Cabe lembrar que a área da Casuarina (0,3%), está inserida como Duna Móvel (6,2%), Tabela 9.

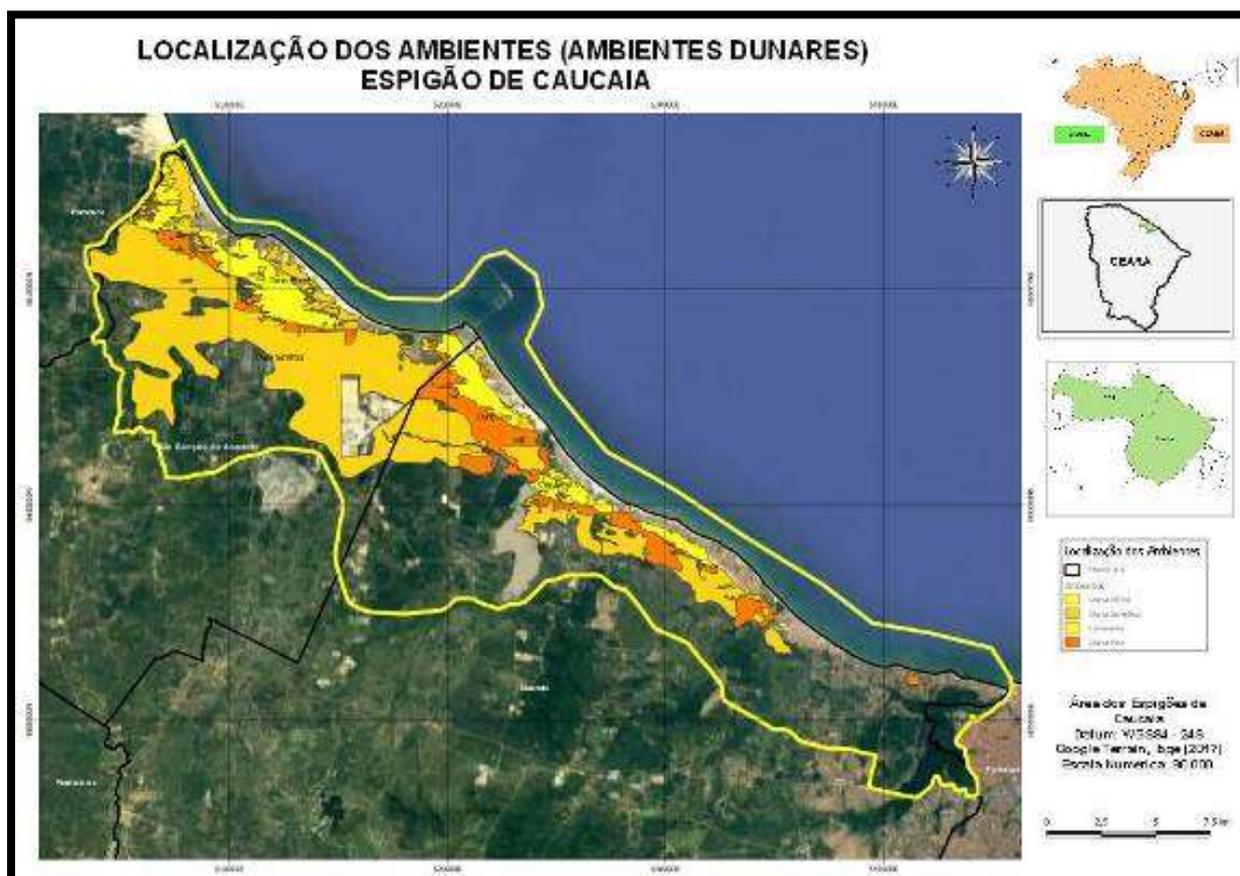


Figura 121: Ambientes Dunares localizados na área de Influência, em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.

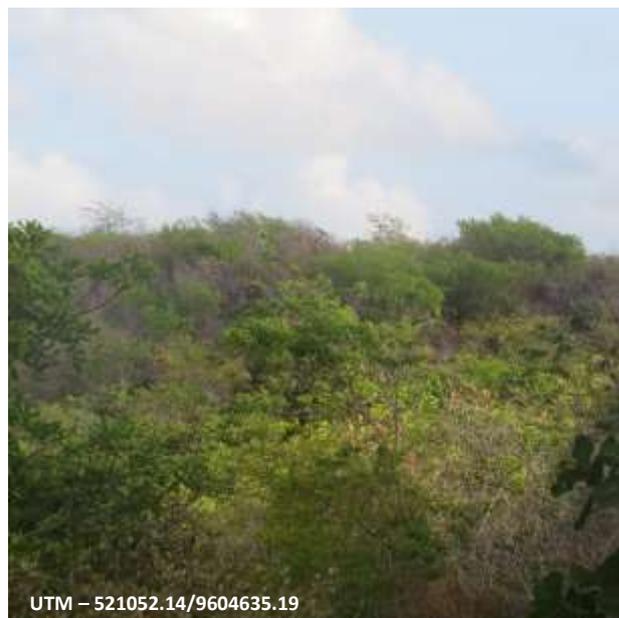
As dunas fixas situam-se, geralmente a sota-vento dos diversos cordões dunares. Apresentam uma vegetação com dois estratos, o arbóreo podendo atingir 6,0m enquanto o arbustivo fica em torno dos 3,0m normalmente com fustes retilíneos encopados no dossel superior. Neste ambiente verifica-se uma fina camada de húmus provinda da queda foliar local, praticamente não há herbáceas, em decorrência da competição pela luz solar, podendo ter discretos representantes da vegetação pioneira.

As principais espécies florísticas que compõem as dunas fixas são: *Paspalum maritimum* (capim-gengibre), *Ouratea fieldingiana* (batiputa), *Anacardium occidentale* (caju), *Casearia guianensis* (café-bravo), *Eugenia uvalha* (ubaia), *Ximenia americana* (ameixa), *Caesalpinia leiostachya* (pau-ferro), *Cocos nucifera* (coco), *Byrsonima crassifolia* (murici), *Cereus squammosus* (facheiro), *Cereus jamacaru* (mandacaru) e várias outras essências florestais.

A fauna dominante das dunas fixas são em geral aves insetívoras e (ou) frutívoras, dentre os quais destacam: *Pitangus sulphuratus* (bem-ti-vi), *Tyrannus melanocholicus* (siriri), *Caracara plancus* (carcará), *Rupornis magnirostris* (gavião), *Mimus gilvus* (sabiá-da-praia), *Anthus lutencens* (caminheiro-do-campo), *Columbina talpacoti* (rolinha-comum), *Columbina passerina* (rolinha-da-praia), *Forpus xantopterygius* (papacú), *Thaupis sayaca* (sanhaço) etc.



UTM – 521052.14/9604635.19



UTM – 521052.14/9604635.19

Figura 122: Ambiente de Dunas Fixas, na região litorânea de Caucaia-Ce.

O ambiente da vegetação de dunas semifixas apresenta algumas espécies arbóreas/arbustivas dispersas (scrub) e herbáceas psamófila, em especial a *Ipomoea pes-caprae* (salsa), *Remirea maritima* (cordão-de-são-francisco), *Cyperus maritimus* (tiririca-das-dunas), *Stylosanthes* sp (vassourinha), *Tephrosia cineria* (anil-bravo), etc.



Figura 123: Ambiente de Dunas Semifixa e Fixas, na região litorânea de Caucaia-Ce.

Na tipologia vegetação de dunas móveis, não ocorre cobertura vegetal, sendo, portanto, desnuda. Sua fauna acolhe algumas espécies de aves terrícolas migratórias ou residentes, répteis e membros da infauna. O representante faunístico residente mais comum neste ambiente é o *Charadrius collaris* (maçarico de colar) e a *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira), capturando pequenos insetos e alguns membros da infauna, nas dunas móveis.

Cabe mencionar que nas proximidades do lagamar do Cahuibe, parte das dunas moveis foram vegetadas com *Casuarina equisetifolia* (Casuarina), formando assim uma paisagem impar no meio das dunas, fixando sua duna.

6.2.4.4 - Vegetação Paludosa Marítima de Mangue (Manguezal)

O manguezal situa-se nos estuários dos grandes e médios rios onde verifica-se troca de água doce e marinha nas planícies fluviomarinhas. Os processos continentais e marinhos ora simultâneos ora intercalados condicionam o depósito de sedimentos síltico-argilosos ricos em matéria orgânica que sustentam e nutrem os manguezais, sua vegetação mais típica, e que se

distribuem rio acima até onde existe influência das marés. Este ecossistema ocorre na região, acompanhado o rio Ceará e seus efluentes (gamboas), além do rio Guariba, e uma pequena porção próximo do terminal portuário do Pecém.

O ambiente do Manguezal envolve 3,3% (1.128,9 ha), abraçando sobretudo o manguezal do rio Ceará, Tabela 9.

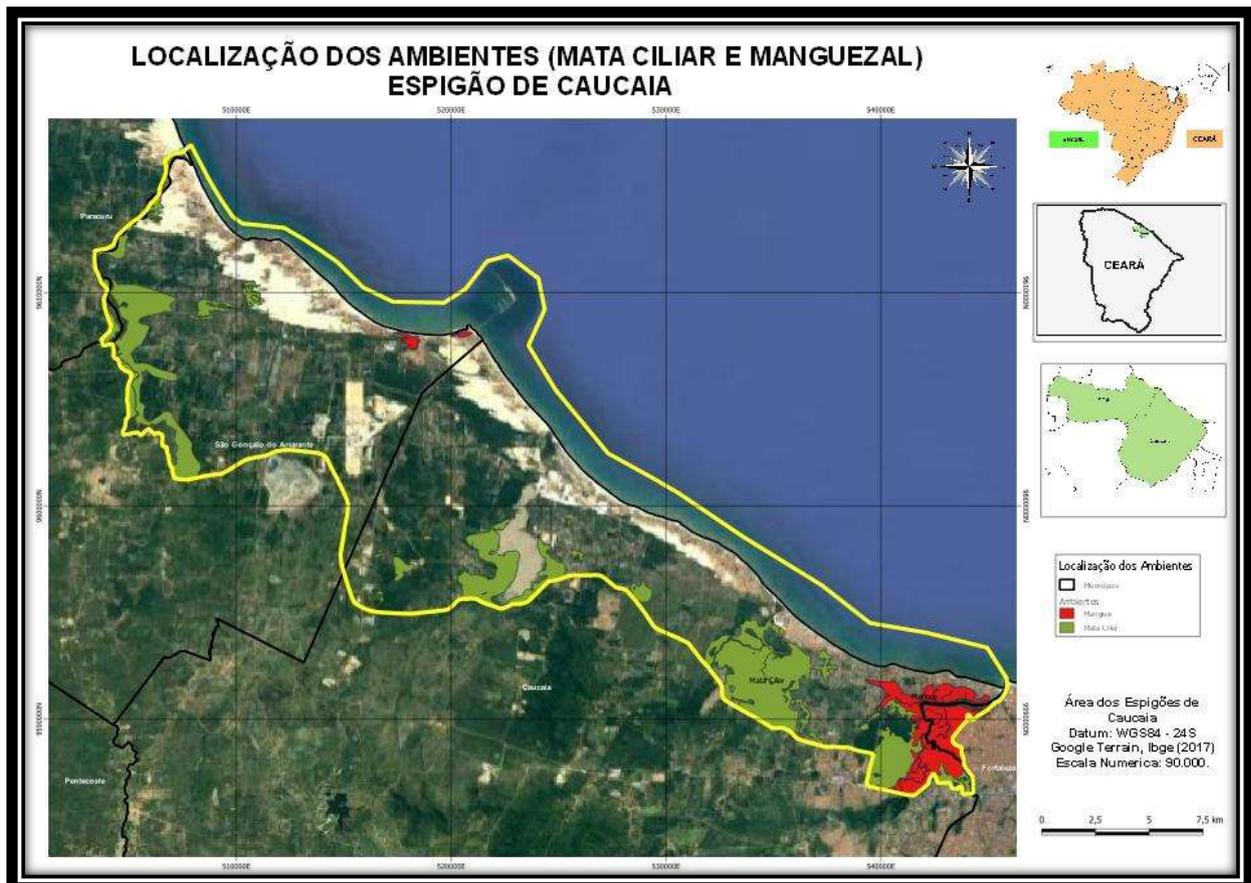


Figura 124: Ambiente Manguezal e da Mata Ciliar, localizados nas proximidades dos cursos d'água na área de Influência dos Espigões, em Caucaia e São Gonçalo do Amarante Ce.

O estuário e seu manguezal são considerados berçários da fauna, uma vez que muitas espécies de peixes, moluscos e crustáceos reproduzem nesses ambientes, os quais são ótimos locais para o crescimento e desenvolvimento de larvas e filhotes da fauna aquática.

As principais espécies nos manguezais são: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racenosa* (mangue branco), *Avicennia shaueriana* (mangue siriúba), *Avicennia nitida* (mangue canoé) e o *Conocarpus erecta* (mangue-botão). Outras espécies encontradas no

manguezal são *Acrostichum aureum* (avencão), *Typha domingensis* (tabua), *Eleocharis sp.* (junco) e *Cyperus sp.* (capim-navalha).

Na região em apreço encontra-se dominado, sobretudo pela *Laguncularia sp* (mangue-branco) acompanhado as pequenas gamboas da região. Nos setores mais afastados, em especial no contato com o Salgado observa-se o domínio do *Conocarpus erecta* (mangue-botão). Junto do manguezal encontrasse vastas áreas desnudas de vegetação denominadas de Salgado, com solo salino encoberto predominantemente de herbáceas halófitas, como *Batis maritimo* (brede), *Iresine sp.* (beldroega).



Figura 125: Vegetação do manguezal, nas gamboas do rio Guaribas em São Gonçalo do Amarante – Ce.

Devido à sua complexidade, os manguezais são sensíveis a pequenas alterações de seu ambiente, como sua salinidade e condições do solo.



Figura 126: Vegetação do Manguezal, próximo do porto do Pecém – Ce.

Estes ambientes são importantes áreas de reprodução de um grande número de espécies de peixe, crustáceos, moluscos e abrigo, fonte de alimento e local de reprodução das aves aquáticas. Servem de tamponamento não só contra enchentes como também de sedimentos, metais tóxicos e pesticidas.



Figura 127: Vegetação do Manguezal, próximo do porto do Pecém – Ce e adjacências.

A vegetação de mangue apresenta uma floresta densa composta de poucas espécies lenhosas, cujos representantes possuem raízes adventícias que as mantêm fixas no solo. Algumas destas desenvolvem-se sobre os troncos das árvores, de cima para baixo até atingir o solo, servindo de escora, assim como substrato para diversos moluscos.

A biodiversidade faunística do manguezal é bastante rica, tendo larvas e filhotes de peixes, crustáceos, moluscos, dentre outros já citados no estuário, bem como várias exemplares de fauna endêmicos ou visitantes.

A ornitofauna ao contrário da grande maioria da fauna do manguezal é visitante ou migratória, como: *Arenaria interpres*, *Tringa flavipes*, *Charadrius collaris*, *Charadrius semipalmatus*, *Mivalgo chimachima*, *Crotophaga ani*, *Ceryle torquata*, *Aramides mangle*, *Conirostrum bicolor*, *Chroicocephalus cirrocephalus*, dentre outras, sendo estes três últimos típicos do manguezal. Muitas destas aves procuram o refúgio do manguezal para protegerem-se dos seus predadores e/ou para conseguirem alimento, constituído essencialmente de: insetos, pequenos peixes, crustáceos, moluscos, vermes poliquetas e algas.

A vegetação da planície fluvial dessa região, encontra-se em constante disputa territorial, cujo mediador em geral é o grau de salinidade dos cursos d'água local, onde normalmente abaixo de 5ppm encontra-se o ambiente do Manguezal e acima dessa salinidade vislumbram a Mata Ciliar,

interagindo com a formação vegetal do Tabuleiro, mesclando-as. O principal representante da mata ciliar é a *Copernicia prunifera* (carnaubeira) vistas geralmente nos interflúvios próximos de pequenos córregos da região.

6.2.4.5 - Tabuleiro Pré Litorâneo.

A Vegetação do Tabuleiro Pré-litorâneo, no Ceará, localiza no complexo setentrional litorâneo logo após o último cordão dunar na sua porção mais a sota-vento, assentada nos diversos interflúvios desenhados pela hidrodinâmica local, diferenciando-se conforme sua fisionomia e biocenose. Deste modo, nos vales do complexo litorâneo, encontram-se os Mangueais e as Várzeas (Mata Ciliar), áreas de aporte sedimentar mais grosseiras, enquanto nos interflúvios vê-se os Tabuleiros Pré-Litorâneos, assentados sobre a Formação Barreiras.

A vegetação do Tabuleiro atinge o maior percentual dentre todos os ambientes com 25,9% (8.834,7 ha), Tabela 9.

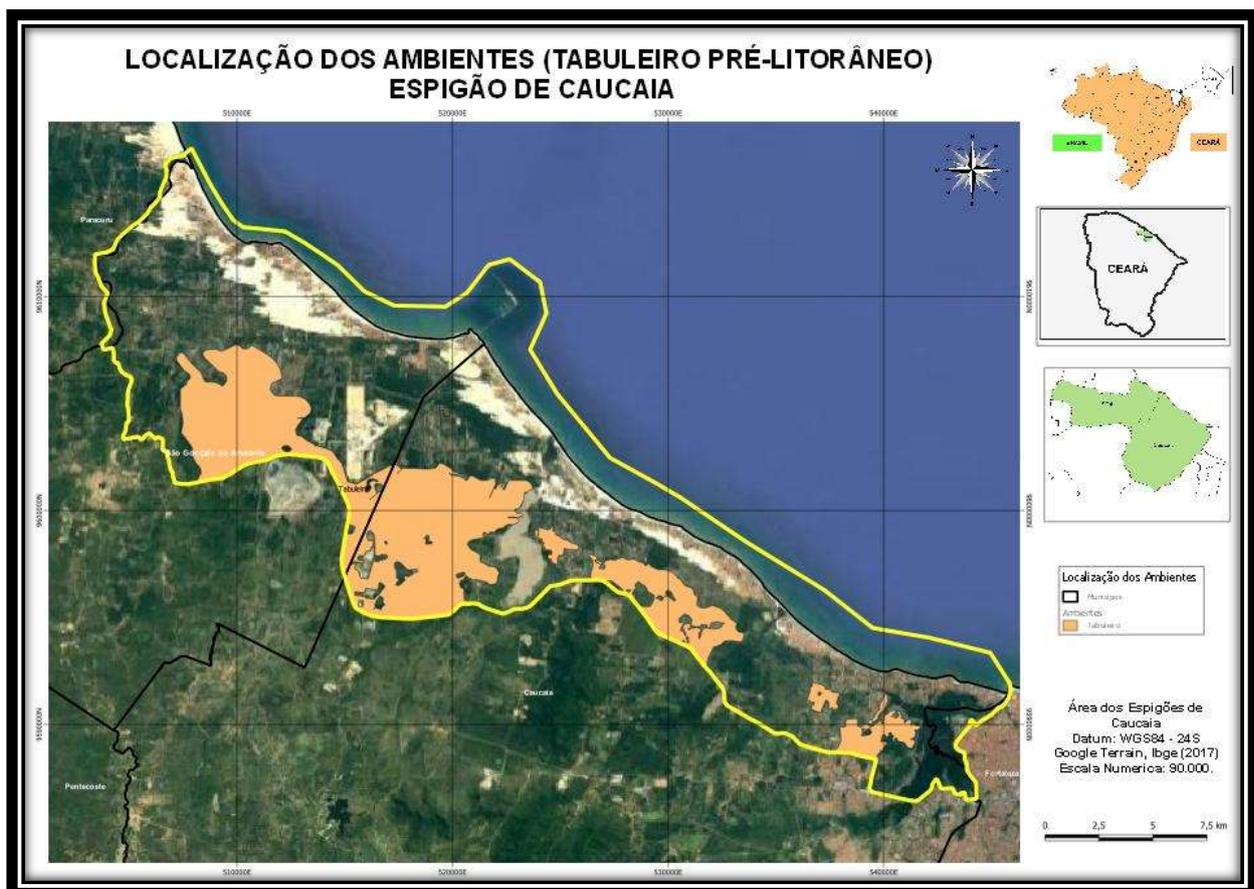


Figura 128: Ambiente da Vegetação do Tabuleiro Pré-Litorâneo, localizado na área de Influência do Espigões em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.

Frequentemente a vegetação do Tabuleiro Pré-Litorâneo, localiza-se logo após o Campo Dunar indo em direção ao continente até, junto da Caatinga, formando uma região ecótona entre estes dois ecossistemas, cortada por vários cursos d'água. Normalmente verificam-se no contato entre o grupo barreira e as dunas, acúmulos d'água, formando os ambientes lacustres pós-dunares.

O Tabuleiro Pré-litorâneo apresenta espécies arbóreas com troncos retilíneos bastante encorpados no dossel superior, raridade de espécies arbustivas e herbáceas; folhas em geral pequenas e algumas coriáceas; solo argiloso com boa quantidade de húmus.

Em virtude da limitação da luz solar, devido, sobretudo o grande adensamento das espécies arbóreas junto ao solo, dificilmente verificam-se ervas e demais subarbustos. Nota-se também caráter xerófito pouco acentuado, uma vez que se observa queda de apenas parte de suas folhas, durante o estio. Suas raízes em geral são do tipo radial, obtendo água à média profundidade.

A reciclagem do húmus do solo desse ambiente é feita em especial por microrganismos e certos insetos (himenópteros, isópteros), os quais utilizam a própria folhagem da vegetação, que aliada ao razoável suprimento hídrico propicia a ocorrência de uma maior diversidade biológica, alicerçada em todos os níveis tróficos.

As principais espécies florísticas são: *Tocayena sp.* (jenipapo bravo); *Mouraria sp.* (manipuça); *Cassia ramiflora* (pau-ferro); *Ximenia americana* (ameixa); *Guettarda sp.* (angélica); *Curatela americana* (lixreira); *Ouratea fieldingiana* (batiputá); *Anacardium occidentale* (caju); *Copaifera langsdorfii* (pau d'óleo), *Melocactus sp.* (coroa de frade), *Byrsonima sp.* (muricí), *Protium heptaphyllum* (almacega), *Tabebuia sp.* (pau d'arco), *Bursera leptophloeos* (imburana); *Annona coriacea*, *Eugenia uvalha* (ubaia); etc. podendo algumas destas espécies atingir os 10,0 m. de altura ou mais.



Figura 129: Vegetação do Tabuleiro Pré-litorâneo.



Em decorrência da constante ação antrópica neste ambiente na região, através de seu desmatamento para cultivo de mandioca, milho, feijão e outras culturas de subsistência bem como fruteiras como *Anacardium occidentale* (caju) e *Cocos nucifera* (coco), verifica-se também diversos trechos de matas secundárias formando ao longo do tempo capoeiras, alterando por completo a mata originária, a qual deve ser também preservada. Além da ocupação urbana de forma esparsa e desordenada, vem alterando a paisagem da vegetação do tabuleiro.

As aves aliadas aos répteis constituem os principais membros da fauna Tetrápoda desse ambiente, os quais alimentam-se principalmente de: frutos e insetos. Destacando-se as seguintes aves: *Mivalgo chimachima* (gavião), *Aramides cajanea* (sericoia), *Columbina passerina* (rolinha da praia), *Columbina talpacoti* (rolinha), *Forpus xanthopterygius* (papacú), *Crotophaga ani* (anu), *Piaya cayana* (alma de gato), *Glaucidium brasilianum* (caburezinho), *Caprimulgus parvulus* (bacurau), *Trogon curucui* (dorminhoco), *Nystalus maculatus* (bico de latão), *Taraba major* (choro), *Pitangus sulphuratus* (bem-ti-vi), *Todirostrum cinereum* (sibitinho), *Progne tapera* (andorinha), *Mimus gilvus* (sabiá-da-praia), *Paroaria dominicana* (campina), *Saltador atricollis* (trinca ferro), etc.]

6.2.4.6 - Mata Ciliar.

Os campos de várzeas ou mata ciliar, localizam-se nos setores mais baixos dos rios, onde a influência da maré é mínima ou nula, tendo normalmente espécies arbórea/arbustivas, formando grandes adensamentos de arbustos, sobre solos alagáveis com tipologia areno-argilosos, Figura 119. O ambiente da Mata Ciliar contempla 12,4% (4.260,4 ha) da área em estudo, Tabela 9.

Durante o período chuvoso, nos campos de várzea (mata ciliar), ocorre o domínio da fauna limno/paludicola, sobressaindo às aves e os peixes. Enquanto no decurso do estio verificam-se: aves insetívoras e (ou) frugívoras; répteis em especial os Squamatas; alguns mamíferos vegetarianos e vários grupos de Artrópodes.

A Mata Ciliar apresenta como principal espécie a *Copernicia prunifera* (carnaúba), bem como *Byrsonima sp.* (muricí), *Chrysobalanus icaco* (guajiru), *Zyziphus joazeiro* (juazeiro), *Mimosa pigra* (calumbi), *Lonchocarpus sp.* (ingá-bravo), *Croton sp.* (marmeleiro), *Coccoloba sp.*

(coaçu), *Anacardium occidentale* (cajueiro), etc. Muitas destas espécies possuem caráter caducifólio e folhas pequenas.



Figura 130: Mata ciliar na planície pluvial em Caucaia – Ce.

Nas proximidades das Mata Ciliares no interior do Tabuleiro ocorrem alguns corpos d'água, onde diversos representantes da fauna vêm beber sua água, minimizando sua sede.

6.2.4.7 - Ambientes Lacustres e Ribeirinhos.

Os ambientes lacustres encontram-se formados pelos corpos d'água lenticos, compostos sobretudo pela vegetação gramíneo-herbácea higrofitica, ocorrendo nas feições geoambientais denominadas de terraços marinhos, superfícies de deflação estabilizadas, planícies lacustres, áreas de inundação sazonal e cordão litorâneo, sendo formada basicamente por espécies gramíneas e herbáceas, desenvolvendo-se em locais com significativa umidade.

Dentre os ambientes de seu desenvolvimento destacam-se as áreas de depressão interdunares, onde o lençol freático torna-se mais superficial e muitas vezes as águas emergem durante o período chuvoso, formando lagoas temporárias.

O ambiente lacustre contempla 1,5% (524,7 ha), envolvendo os ambientes pré-dunar, interdunar e pós-dunar. Enquanto o ambiente ribeirinho tem 4,15 (1.402,9 ha).

Tomando como marco as dunas, pode-se dividir o Ambiente Lacustre do Complexo Litorâneo em Ambiente Lacustre Pré-dunar, Ambiente Lacustre Inter-dunar e Ambiente Lacustre Pós-dunar, todas compostas por macrófitas Gramíneo-herbácea Higrofitica.



Figura 131: Ambiente Lacustre e Ribeirinho na área de Influência dos Espigões em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.

Os Ambientes Lacustres, em seu estado clímax mais avançado, se encontram naturalmente compartimentados em: Zona Limnética, Zona Bêntica, Zona Flutuante, Zona Anfíbia e Zona Circunvizinha.

A Zona Limnética situa-se na porção central do reservatório cujo espelho d'água, em geral localiza acima dos 1,8 m de profundidade, variando de acordo com penetração da luz solar e da profundidade do corpo d'água. Não apresentam espécies florísticas superiores, sendo composta apenas de esporádicas espécies flutuantes desgarradas da margem e por algas dulcícolas. Conforme a penetração da luz e da biodiversidade aqui existente pode ser novamente subdividida em: comunidade planctônica, comunidade nectônica e comunidade bentônica.

A comunidade planctônica é formada por organismos sub e/ou microscópicos: fitoplânctons (diatomáceas, cianobactérias, algas, etc.) e zooplânctons (rotíferos, larvas de insetos,

larvas de peixes, crustáceos, etc.). Esse ambiente coincide com a variação diária da penetração da luz solar. Os espécimes da zona planctônica movem-se conforme a formação de ondas.



Figura 132: Ambiente lacustre na região litorânea de Caucaia-Ce.

A comunidade nectônica se forma, em geral, em maior porção da lagoa, ocupando boa parte de sua coluna d'água, onde encontram-se peixes como: *Geophagus brasiliensis* (cara), *Hoplerythrinus* sp. (iú), *Trachycorystes* sp. (cangati), *Astyanax* sp. (piaba), *Hoplias malabaricus* (traíra), etc. bem como crustáceos, moluscos e vários outros organismos com movimentos próprios.



Figura 133: Ambiente ribeirinho, na região litorânea de Caucaia-Ce, acompanha o leito o foz do rio Ceará.

A comunidade bentônica, ao contrário das demais, é pobre quanto sua biodiversidade, tendo apenas algumas espécies fixadas no substrato, sendo dependentes deste. O substrato pode

ser arenoso, rochoso ou mesmo lodoso, tendo em cada um deles uma fauna específica, os principais grupos taxionômicos são: os artrópodes, os anelídeos, os moluscos e alguns peixes, que dependam do fundo para sua sobrevivência, etc.

A zona flutuante situa-se próximo das margens, indo até uns 1,8 m de profundidade. Constitui-se de macrófitas flutuantes, como *Eichhornia crassipes* (aguapé), *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata*, e várias outras. Dentre os animais encontram-se inúmeras espécies consumidoras primárias, que servem de alimento para os demais elos da cadeia trófica, dos quais podem ser citados os insetos, os moluscos, os crustáceos e aves paludícolas (aves que forrageiam ou nidificam nas macrófitas aquáticas).



Figura 134: Ambiente lacustre, em Pecém, na AII, com um jovem *Jacana jacana* (jaçanã), nas macrófitas.

A zona bêntica situa-se junto da margem do corpo d'água indo até uns 2,5 m de profundidade, o que muitas vezes coincide com a zona flutuante. Suas espécies florísticas estão fixas no substrato, ultrapassando ou não o limite da superfície d'água. Podendo ser encontradas as seguintes espécies: *Typha domingensis* (taboa), *Eleocharis sp.* (junco), *Polygonum sp.* (pimenta d'água), *Montrichardia linifera* (aninga). Os animais representam todos os níveis tróficos, ressaltando-se insetos, crustáceos, peixes e aves paludícolas.

O Ambiente Lacustre Pré-Dunar situa-se na região da planície litorânea, particularmente na Superfície de Deflação. As lagoas e alagadiços, formadas nestas depressões, são em geral pouco profundas (menor de um metro) e de regime hídrico intermitente, com diversos córregos de águas dulcícolas ou salobras, podendo manter uma estreita relação com o manguezal, além de servir em



certos períodos do ano como ação tamponante de certos parâmetros físico-químicos (salinidade, pH, temperatura etc.). sendo formado, sobretudo pelas zonas anfíbia e limnética, dominando as seguintes espécies *Stylosanthes humilis* (vassourinha), *Indigofera microcarpa* (anil), *Paspalum maritimum* (gingibre), *Ipomoea pes-caprae* (salsa), *Cyperus sp.* (tiririca); *Digitaria sp.* (capim d'água) etc. enquanto seu estrato arbustivo, predomina, *Brysonima crassifolia* (murici); *Cereus jamacaru* (jamacaru); *Jatropha mollissima* (pinhão); e a exótica invasora *Calotropis procera* (hortênsia).

As Lagoas Interdunares situam-se no interior, dos setores mais rebaixados do Ambiente Dunar, cujo fornecimento d'água para estes vales interdunares é oriundo da captação e retenção das dunas circunvizinhas, assentadas sobre a formação do Grupo Barreiras, favorecendo a retenção da água que fluem das dunas

A fisionomia da Vegetação Gramíneo-herbacea Higrofítia das Lagoas Interdunares, assemelham-se com a da comunidade anfíbia dos ambientes lacustres. O zoneamento dessas lagoas apresenta os seguintes compartimentos: zona limnética; zona anfíbia e zona bêntica, de forma esporádica. Em decorrência das lagoas serem normalmente intermitentes, não favorece a formação de macrófitas aquáticas e por conseqüente as zonas bênticas e flutuantes, salvo em algumas raras lagoas.

Os campos dunares funcionam como um grande filtro, absorvendo e retendo no seu solo água, ali acumulada durante o período chuvoso, infiltrando até alcançar no Grupo Barreiras, logo abaixo das dunas. Esta água tende a escoar pelas dunas até atingir a planície dos tabuleiros pré-litorâneos, formando os Ambientes Lacustres Pós-Dunares, sendo-as em geral perenes, apresentando um comportamento padrão do ambiente lacustre, destacando as seguintes espécies: *Nymphaea lasiophylla*, *Hydrolea spinosa*, *Echinodorus subalatus*, *Cyperus maritimus* e *Xyris laxifolia*. Observa-se que na composição florística dessa unidade fitoecológica ocorrem algumas espécies comuns a Vegetação Pioneira Psamófila e a Vegetação Gramíneo-herbácea dos apicuns, que se desenvolvem no interior e borda das planícies fluviomarinhas.

Nos períodos chuvosos prolongados, quando há formação de lagoas, surgem várias plantas aquáticas (macrófitas), como *Eleocharis atropurpurea*, *Eleocharis geniculata*, *Nymphoides humboldtiana*, *Najas marina*, *Hydrothrix gardneri*, *Potamogeton ferrugineus* e *Typha domingensis*, bem como pequenos peixes e invertebrados aquáticos, além de aves limícolas.

Acompanhando os cursos d'águas lóticos, verificam-se os Ambientes Ribeirinhos, compostos, em parte pelas mesmas espécies das Várzeas (Mata Ciliar), como *Copernicia prunifera*



(carnaúba), bem como *Byrsonima sp.* (muricí), *Chrysobalanus icaco* (guajiru), *Zyziphus joazeiro* (juazeiro), *Mimosa pigra* (calumbi), etc.

6.2.4.8 - Ambiente Antrópico.

A região litorânea de Caucaia e de São Gonçalo do Amarante, contempla diversos pequenos centros urbanos, desde moradias residências, como de veraneio, sendo essa última, localizada, sobretudo nas proximidades da praia e da planície litorâneas, descaracterizando-as.

A área antrópica contempla 12,1% com 4.127,5 ha, contidos, sobretudo na planície litorânea e no tabuleiro.

Os principais centros urbanos são: Pacheco, Icaraí, Iparana, Tabuba, Cumbuco, Pecém, Taíba, Siupé, dentre outros. Em geral, suas edificações são de um a três, no máximo. Podendo apresentar um pequeno quintal, onde a fauna, em particular as aves e espécies sinantropicas, podem visitar.

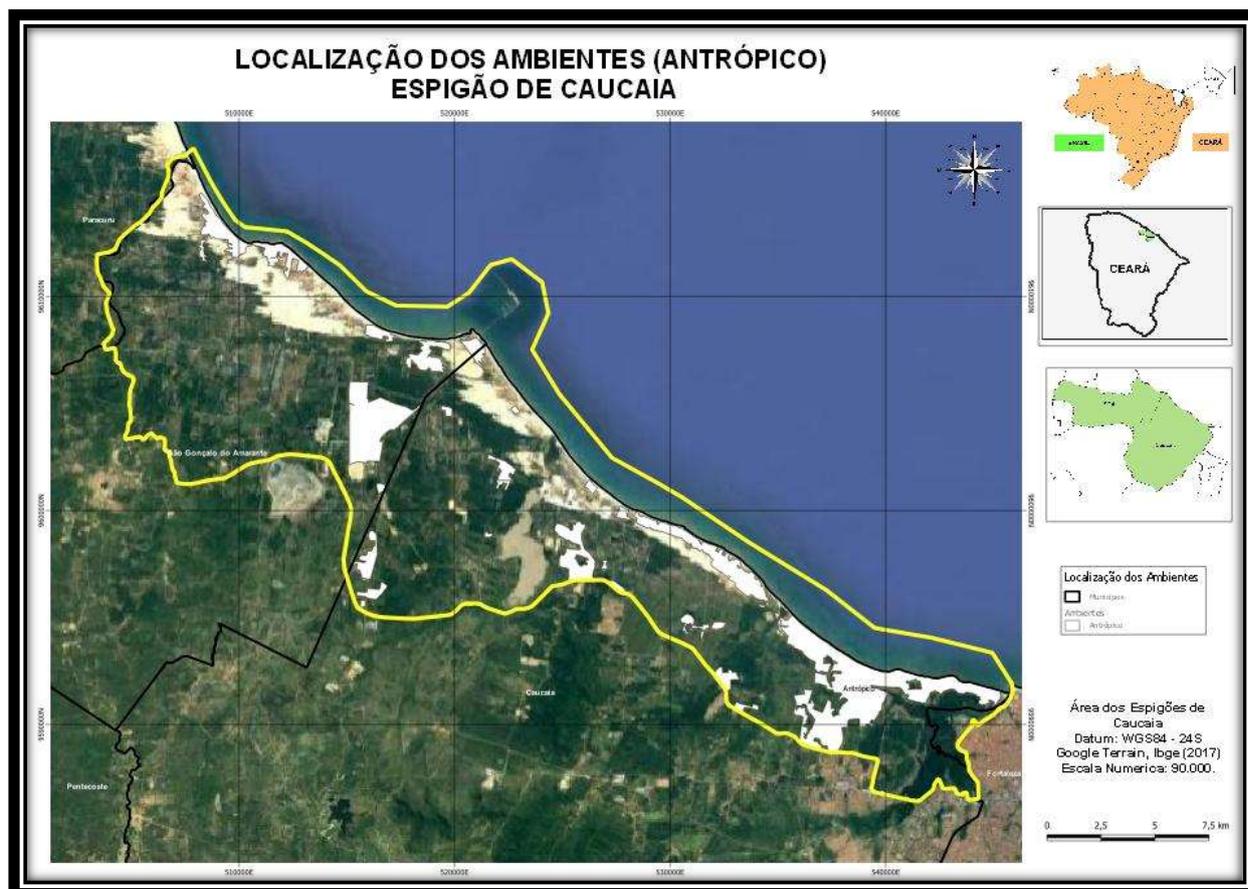


Figura 135: Ambiente Antrópico, localizado na área de Influência do Espigões em Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ce.



No interior, em particular nos tabuleiros e por vezes nas dunas, podem observar pequenos sítios, onde são cultivadas culturas de subsistências e forrageiras. Onde alguns representantes da fauna, transitam a procura de alimento e de proteção.

A fauna silvestre, propriamente falando, ocorre sobretudo nos ambientes mais bem preservados e florestado, todavia, pode-se dividir os representantes da fauna, quanto a sua tolerância em sobreviver próximo ou mesmo junto da espécie humana, dessa forma, temos a seguinte classificação:

- Sinantrópico: espécies que vivem juntos, tolerando a espécie humana, obtendo inclusive alimentos dos mesmos e alojando nos centros urbanos;
- Periantrópico: animais que vivem em ambiente peridomiciliar (sub-urbanos), próximo a residências e que só se encontram ocasionalmente com os humanos,
- Alantrópicos: são espécies faunísticas, que não toleram a convivência com humanos, vivendo longe de aglomerados humanos

Dessa forma, as principais espécies sinantrópicas encontradas nesses centros urbanos são *Mus musculus* (Camundongo), *Rattus norvegicus* (Guabiru), *Rattus rattus* (Ratos de Telhado), assim como *Coragyps atratus* (urubu), *Columbina squammata* (rolinha), *Crotophaga ani* (anum-preto), *Pitangus sulphuratus* (bentivi), *Tangara sayaca* (sanhaçu), *Rhinella jimi* (sapo), *Tropidurus hispidus* (calango), dentre outros.

Estatística.

As aves silvestres dentre os demais grupos de Tetrápodes são usualmente úteis na diagnose e monitoramento ambiental em virtude de sua vasta amplitude ecológica e especificidade nos diversos fatores ambientais como, por exemplo, os gradientes altitudinais, latitudinais e longitudinais os quais têm profundas influências na riqueza (quantidade de espécies) e na composição (variedade de espécies) de suas assembleias, embora não se estenda ainda muito bem, como interferem na estrutura das mesmas, alterando a biodiversidade ao longo do Complexo Litorâneo de Caucaia.

A competição interespecífica e intraespecífica é outro importante fator de estruturação das comunidades das aves silvestres e qualquer mudança nas condições ambiental pode afetar a teia



de competição entre espécies e, desta forma, a composição das comunidades. Além do que são normalmente fáceis de serem observadas e inventariadas.

As aves, dentre os demais Tetrápodos, são extremamente sensíveis aos distúrbios dos ecossistemas e do clima. Mesmo pequenas variações climáticas podem eventualmente gerar desequilíbrio das intrínsecas teias de relações existentes nas suas comunidades/assembleias.

Uma vegetação em avançado nível sucessorial propicia a formação de troncos e galhos que abrigam espécies de aves tipicamente arborícolas em seus vários estratos, além de auxiliar na formação de estratos de serrapilheira de diferentes espessuras, onde várias aves costumam procurar seu alimento, formando assim vários micro-ambientes. Bem como ao longo da costa, o comportamento das aves, diante de suas respostas de sobrevivência, pode ser bem diferente, como formar grandes bandos mistos a procura de alimentos, além de se protegerem de seus possíveis predadores.

A distância geográfica entre as áreas é outro fator importantíssimo a ser considerado nos estudos sobre a diversidade das comunidades da fauna, pois, de maneira geral, as similaridades entre as áreas mais distantes são menores do que entre áreas mais próximas, utiliza o índice de diversidade que pode ser confeccionado por diversos parâmetros sendo o de Sourense e de Jaccard os mais utilizados.

Diante de todos dos fatores ambientais na sua diagnose, uma solução largamente adotada é o uso de grupos “chaves”, os chamados bioindicadores ou indicadores biológicos, assim como, o uso de técnicas de amostragem padronizadas que possibilitem avaliar o valor biológico das áreas abordadas, comparando a biodiversidade entre áreas diferentes e efetuando o trabalho de monitoramento.

Os táxons bioindicadores são geralmente espécies ou grupos de espécies com razoável distribuição, com elevada diversidade local, com taxonomia bem conhecida e, sobretudo com existência de métodos de amostragem bem estabelecidos e idealmente padronizados, como é o caso das aves silvestres.

As aves e os morcegos dentre os Tetrápodos são excelentes bioindicadores ambientais, auxiliando na análise da gestão do ambiente. Alguns parâmetros importantes a serem levantados são: a dieta alimentar e o índice de similaridade, cujos resultados podem auxiliar no diagnóstico ambiental ao longo do monitoramento. Outros parâmetros, como efeito borda e curva do coletor



também são importantes peças no monitoramento ambientais, que auxiliam a mensurar a Diversidade (riqueza “espécies” e abundância “indivíduos”) e a Composição (inventário).

A abundância das espécies pode ser representada por apenas um indivíduo (uniques) e por espécies representadas por apenas dois indivíduos (duplicates) enquanto os parâmetros da riqueza podem ser expressos por indivíduos que são vistos em apenas uma unidade amostral ou caem em uma armadilha (singletons) assim como indivíduos que são vistos ou caem em apenas duas unidades amostrais (doubletons).

Normalmente os estimadores de riqueza (quantidade de espécies) podem ser expressos através da curva de coletor ou acúmulo de espécies, bem como pelo número real de riqueza de espécies baseada em espécies raras compartilhadas entre grupos de amostras (Michaelis-Menten , Jackknife 1 e 2, Chao 1 e 2, e Bootstrap), assim como na riqueza de espécies raras compartilhadas entre grupos de amostras por cobertura (ICE e ACE) e índice de similaridade.

Portando os estimadores de riqueza fornecem a quantidade de espécies que se pode encontrar em uma área, sem levar em conta a quantidade de indivíduos por espécie (abundância).

O estimador Michaelis-Menten é uma função que estima a riqueza através de extrapolação (adição aleatória da ordem das amostras) das curvas de acúmulo de espécies.

Através da observação do comportamento da curva do coletor, podemos fazer uma previsão de quantas espécies (que não foram coletadas) ainda podem vir a ser descobertas. Desde modo quando a curva de acúmulo atinge uma assíntota (formato de uma curva que se estabiliza quando o valor do eixo y não muda, tornando a curva sempre paralela ao eixo x) é porque, virtualmente, todas as espécies de uma área já foram coletadas, estabilizando a curva do coletor estabilizando.

O estimador Jackknife 1 e 2, é um estimador de riqueza baseado na abundância (raridade ou o número de singletons/doubletons ou mesmo no número de espécies representadas por somente 1 ou 2 indivíduos, respectivamente).

O estimador de riqueza Chao 1 baseado na abundância e o estimador Chao 2 encontra-se baseado na incidência de espécies (ou presença/ausência dos dados que quantifiquem raridade (uniques/duplicates) ou o número de espécies encontradas em somente 1 ou 2 amostras, respectivamente)

O índice de diversidade de abundância (indivíduos) pode ser mensurado através da abundância relativa das espécies via diversos modelos matemáticos, dos quais os mais utilizados



são Shannon-Wiener, Simpson, Margalef, MacIntosh e Brillouin, existindo alguns programas (software) que facilmente podem ser calculados.

O índice de Shannon-Wiener assume que os indivíduos são coletados aleatoriamente de uma grande e infinita população, assumindo, também, que todas as espécies estão representadas na amostra.

A diversidade de Shannon-Wiener (H') é apropriada para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade é estimado através da fórmula.

$$H' = - \sum p_i \text{Log } p_i$$

Onde p_i (R% ou sp%) é a proporção da espécie em relação ao número total de espécies encontradas.

Os índices de diversidade Shannon e Simpson podem exibir variação da diversidade em função das unidades amostrais. O Índice de Shannon dá maior peso as espécies dominantes, ou seja, têm maior abundância, enquanto que o Índice de Simpson dá maior peso as espécies raras, que têm menor abundância.

Índice de Shannon: assume que os indivíduos são amostrados de uma população infinitamente grande e que todas as espécies são representadas nas amostras;

O Índice de Simpson é derivado das medidas de dominância (índices heterogêneos que medem os “pesos” das espécies abundantes mais comuns em uma comunidade), dá a probabilidade de um de dois indivíduos retirados ao acaso de uma grande e infinita comunidade pertencerem a espécies diferentes.

Índice de Simpson: índice baseado na dominância das espécies, dando um peso maior as espécies comuns ou dominantes. Trabalha com a probabilidade de dois indivíduos retirados aleatoriamente uma comunidade infinitamente grande pertencer a espécies diferentes. A diversidade obtida é inversamente proporcional ao índice de Simpson.

A Diversidade de Simpson (I_s) e Dominância de Simpson (D_s) não só considera o número de espécies ($R = sp$) e o total de números de indivíduos (T ou N), mas também a proporção do total de ocorrência de cada espécie. A dominância de Simpson é estimada através da seguinte equação ao lado.



$$I_s = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

$$D_s = 1 - I_s$$

ou

$$D_s = 1 - \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Onde T ou ni = número de indivíduos de cada espécie e N = é o número total de indivíduos.

A Dominância de Simpson é um menos a diversidade de Simpson, ou seja, $D = 1 - I_s$.

O Índice de Simpson trabalha com a probabilidade de dois indivíduos retirados de uma amostra aleatoriamente de uma comunidade grande e infinita pertença à mesma espécie (Magurran, 2004).

O Índice de Margalef é demonstrado da combinação do número de espécies registradas (R ou sp) e do número total de indivíduos somados acima de todas as espécies (total de indivíduos).

O Índice de Margalef considera somente o número de espécies (sp-1) e o logaritmo (base 10 ou natural) do número total de indivíduos. Esse índice de diversidade de Margalef (M) é estimado através da seguinte equação:

$$M = (sp - 1) / \text{Log } N$$

Onde: sp é o número de espécies amostradas; N é o número total de indivíduos em todas as espécies.

O MacIntosh relaciona-se da proposta de que uma comunidade pode ser prevista como um ponto em um hipervolume de S dimensões e que a distância euclidiana da assembleia da sua origem pode ser usada como uma medida de diversidade. O Brillouin é usado quando a aleatoriedade da amostra não pode ser garantida

Outro índice de diversidade normalmente utilizado para comparar comunidades faunísticas em diferentes habitats, ambientes ou região é o Índice de Similaridade, dos quais os mais utilizados são as similaridades de Sourense e de Jaccard.



O índice de similaridade é um parâmetro normalmente utilizado no diagnóstico e monitoramento entre diversas comunidades.

O Índice de similaridade de Sorensen pode ser calculado através da formula: $S_s = 2a / (b + c)$, sendo S_s o índice de similaridade e Sorensen, a = número de espécies comuns às duas amostras, b = número de espécies da amostra x1 e c = número de espécies da amostra x2.

Existem vários pacotes estatísticos (gratuitos ou não) que podem ser utilizados no monitoramento faunístico como Bio - Dap® (que é baseado nos cálculos de índices propostos por Magurran, 1988), Ecological Methodology®, Biota®, BioDiversity Profissional, Past (paleontological statistics), EstimateS® (statistical estimation of species richness and shared species from samples) os três últimos foram os utilizados, trabalhando com todos os estimadores não-paramétricos.

Biodiversidade Faunística (Bd)

O cálculo da biodiversidade faunística é um dos parâmetros utilizados para melhor se compreender a dinâmica populacional e o comportamento da fauna no seu ambiente natural.

O cálculo da biodiversidade faunística é representado por $Bd = sp_x / sp$, onde Bd seria a diversidade faunística em uma determinada amostra, sp_x representaria o número de espécies da amostra x e sp o número total de espécies da amostra, expresso em percentual.

Frequência (Fr)

A Frequência (Fr) foi medida por meio da razão entre o número de parcelas em que a espécie x foi constatada pelo menos uma vez, pelo total de parcelas (pontos ou estações amostrais).

Abundância (Ab ou D)

A Abundância representa o número de indivíduos da espécie x pelo total de indivíduos de todas as parcelas.

Índice de Similaridade

O índice de similaridade é uma ferramenta estatística útil na comparação da dinâmica populacional entre duas amostras. Existem diversas fórmulas aplicáveis nos cálculos do índice de similaridade, dentre os quais destacam-se os Índices de Similaridade de Sorensen e de Jaccard, normalmente expressos em dendograma.



O índice de similaridade de Jaccard encontra-se representado pela fórmula $S_j = a / (a + b + c)$, sendo S_j o índice de Similaridade de Jaccard, a = soma das espécies presentes nos respectivos pontos amostrais (X_1 e X_2), b = quantidade de espécies exclusivas do ponto amostral X_1 , e c = quantidade de espécies exclusivas do ponto amostral X_2 . A Tabela 9, indica os pontos amostrais utilizados, com suas respectivas coordenadas.

O Índice de similaridade de Sorensen pode ser calculado pela fórmula: $S_s = 2a / (b + c)$, sendo S_s o índice de similaridade de Sorensen, a = número de espécies comuns às duas amostras, b = número de espécies da amostra x_1 e c = número de espécies da amostra x_2 .

Curva do Coletor

A curva do coletor indica, ao longo do tempo, o incremento de novas espécies em uma determinada área ou região. Desta forma, verifica-se, em cada amostra, o número de novas espécies até se constatar sua estabilidade. Normalmente, a curva do coletor no litoral costuma estabilizar após o terceiro ano de coleta de dados (IEPRO, 2006).

6.2.5 - Aspecto Faunístico

Na região costeira de Caucaia – Ceará, pode ser observado uma riqueza faunística moderada, especialmente de Tetrápodes, podendo chegar a 23 mamíferos, 185 aves, 19 répteis, 22 anfíbios, totalizando 249 espécies, segundo dados primários e secundários, somente com mais estudos e pesquisa, pode-se realmente chegar ao potencial da biodiversidade local, ao longo do seu monitoramento, Tabela 10.

Cabe lembrar que, os dados primários foram realizados de dezembro/2011 a janeiro/2022, enquanto os dados secundários da fauna, foram obtidos de agosto de 2010 a julho de 2011 na Taíba (Espaço, 2011) e de outubro de 2013 a julho de 2014 (VERDE VIDA, 2014a; VERDE VIDA, 2014b), para Pecém.

Em decorrência dos dados secundários de Taíba só constar o grupo das aves, os mesmos foram excluídos na confecção dos cálculos da riqueza, na Tabela 10, apenas constando na tabela geral das aves.

Pontos	Táxon					Diversidade (Riqueza) %				
	Mamíferos	Aves	Repteis	Anfíbios	Total	Mamíferos	Aves	Repteis	Anfíbios	Total
A1	10	59	6	5	80	43,48	31,89	31,58	22,73	32,13
A2	9	16	2	6	33	39,13	8,65	10,53	27,27	13,25
A3	14	64	7	7	92	60,87	34,59	36,84	31,82	36,95
A4	7	16	2	2	27	30,43	8,65	10,53	9,09	10,84
P1	8	93	7	6	114	34,78	50,27	36,84	27,27	45,78
P2	7	94	9	5	115	30,43	50,81	47,37	22,73	46,18
P3	6	126	11	1	144	26,09	68,11	57,89	4,55	57,83
P4	5	136	8	8	157	21,74	73,51	42,11	36,36	63,05
P5	6	81	8	7	102	26,09	43,78	42,11	31,82	40,96
P6	8	93	5	14	120	34,78	50,27	26,32	63,64	48,19
Total	23	185	19	22	249					
Riqueza %	9,24	74,30	7,63	8,84	Média	34,78	42,05	34,21	27,73	39,52

Tabela 10: Diversidade (riqueza) da Fauna na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, na AII.

O ponto P4, apresentou a maior riqueza com 157 espécies (63,0%), seguido do P3 com 144 espécies (57,8%), entre os pontos coletados com dados primários, o ponto A3 apresentou a maior riqueza com 92 espécies (36,9%), seguido do A1, com 80 espécies (32,1%), Tabela 10.

As aves apresentaram a maior média (42,0%), entre os dez pontos analisados, seguido dos mamíferos (34,7%), indicando uma razoável distribuição de suas espécies ao longo desses pontos, Tabela 10.



Figura 136: Aves migratórias existentes na região do litoral contido na AII.

6.2.5.1 - Mamíferos

Foram registradas 23 espécies de mamíferos, ao longo das atividades de campo do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, sendo 17 inventariado através de dados primários (janeiro/2022) e 11 via dados secundários (2010 a 2014), com 5 espécies em comum, Tabela 11.

O registro da mastofauna foram utilizados os dados primários realizados de dezembro/2011 a janeiro/2022, e os dados secundários de Pecém, realizados de outubro de 2013 a julho de 2014 (VERDE VIDA, 2014a; VERDE VIDA, 2014b).

A espécie *Didelphis albiventris* (cassaco) foi vista em todas as 10 parcelas, seguido do *Cerdocyon thous* (raposa) registrado em oito parcelas, todavia duas espécies foram vistas em uma amostra e oito espécies foram registradas em duas parcelas, Tabela 10.

Novamente a espécie mais abundante foi o *Didelphis albiventris* (cassaco) com 188 indivíduos (44,9%), seguido do *Cerdocyon thous* (raposa) com 73 indivíduos (17,4%) somando os dados primários e secundários.



Figura 137: Frequência da Mastofauna, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.

As espécies *Leopardus tigrinus* (Jaguaritica) e *Puma yagouaroundi* (Gato-mourisco), encontram-se na lista de animais ameaçados de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza/UICN, ambos com status de vulnerável (VU). Todavia, só foram registrados na área da Estação Ecológica do Pecém, provavelmente transitem pela região, utilizando o rio Cauhupe, como corredor ecológico. Devendo, ser confeccionado um plano de monitoramento, para essas espécies.



TÁXON			Área de Influência (Pontos)										Dados			
			ADA		AID		AII									
Família	Nome Científico	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	ni	Ab %	P	F%
CARNIVORA																
Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa	2	0	2	0	15	4	9	3	19	19	73	17,4	8	80,00
Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>	Jaguatirica	0	0	0	0	3	2	3	1	0	0	9	2,15	4	40,00
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato-vermelho	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0,48	2	20,00
Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim	1	0	2	0	1	1	0	0	1	2	8	1,91	6	60,00
CINGULATA																
Dasypodidae	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-Peba	0	0	0	0	3	7	5	3	1	2	21	5,02	6	60,00
DIDELPHIMORPHA																
Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	Cassaco	2	2	1	1	31	18	57	25	31	20	18	44,9	1	100,0
Didelphidae	<i>Gracilinanus agilis</i>	Cuíca	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	0,96	2	20,00
Didelphidae	<i>Micoureus demerare</i>		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,24	1	10,00
Didelphidae	<i>Monodelphis domestica</i>		0	0	2	0	1	1	1	0	5	6	16	3,83	6	60,00
PRIMATA																
Cebidae	<i>Callithrix jacchus</i>	Soim	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	8	1,91	3	30,00
QUIROPERO																
Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Morcego-do-rio	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0,72	2	20,00
Emballonuridae	<i>Saccopteryx billineata</i>	Morcego	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,24	1	10,00
Emballonuridae	<i>Saccopteryx leptura</i>	Morcego	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	9	2,15	3	30,00
Molossidae	<i>Eumops glaucinus</i>		5	0	2	2	0	0	0	0	0	0	9	2,15	3	30,00
Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	Morcego	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0,72	2	20,00



TÁXON			Área de Influência (Pontos)										Dados			
			ADA		AID		AII									
Família	Nome Científico	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	ni	Ab %	P	F%
Molossidae	<i>Molussus molossus</i>	Morcego	3	0	2	8	0	0	0	0	0	0	13	3,11	3	30,00
Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Morcego	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0,72	2	20,00
Vespertilionidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Morcego-vermelho	0	2	3	2	0	0	0	0	0	0	7	1,67	3	30,00
Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Morcego	6	9	3	2	0	0	0	0	0	0	20	4,78	4	40,00
Vespertilionidae	<i>Myotis riparius</i>	Morcego	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	5	1,20	2	20,00
RODENTIA																
Caviidae	<i>Galea spixii</i>	Preá	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	9	2,15	2	20,00
Cricetidae	<i>Necromys lasiurus</i>		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0,48	2	20,00
Echimyidae	<i>Makalata didelphoides</i>		0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	4	0,96	3	30,00
		Total de Indivíduos	31	24	31	20	56	34	76	34	58	54	41		8	
		Abundancia	7,42	5,74	7,42	4,78	13,4	8,13	18,1	8,13	13,8	12,9	8			
		Espécies	10	9	14	7	8	7	6	5	6	8	23			
		Diversidade	43,4	39,1	60,8	30,4	34,7	30,4	26,0	21,7	26,0	34,7				
			8	3	7	3	8	3	9	4	9	8				

Legenda: ni = número de indivíduos; Ab% = abundancia relativa; P = número de parcelas; F% = frequência.

Tabela 11: Diversidade (riqueza) da Mastofauna na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, envolvendo o litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (AII).

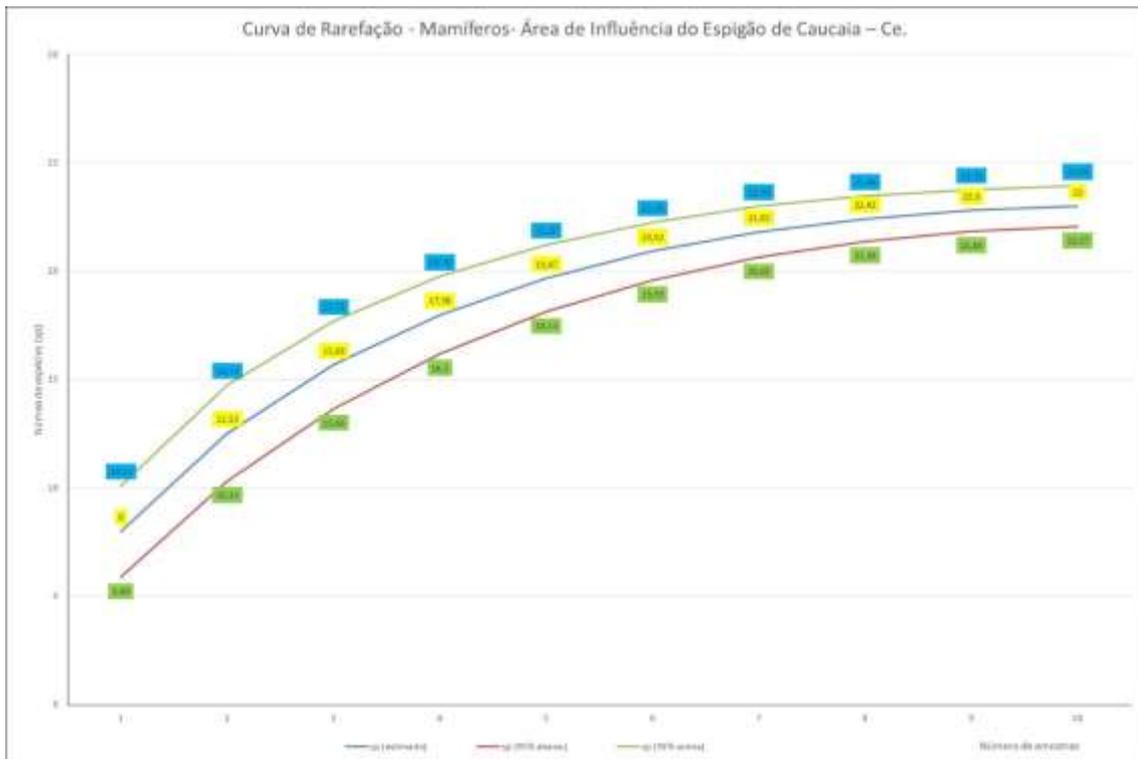


Figura 138: Curva de rarefação da mastofauna, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.

A curva de rarefação (Figura 138), para a mastofauna, demonstra que ocorre uma ligeira tendência para a estabilização, no entanto carece de maiores estudos ao longo do monitoramento da fauna na região para comprovar a real situação desse grupo.



Figura 139: *Didelphis albiventris* (cassaco), espécie comum na área da AII, do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia-Ce.

6.2.5.2 - Aves

Foram inventariadas 185 espécies de aves, ao longo das atividades de campo realizados de dezembro/2011 a janeiro/2022 (dados primários), enquanto os dados secundários para a avifauna foram coletados de agosto de 2010 a julho de 2011 na Taíba (ESPAÇO, 2011), além de outubro de 2013 a julho de 2014 (VERDE VIDA, 2014a; VERDE VIDA, 2014b), para Pecém, Tabela 9.

Dentre essas 185 espécies de aves registradas na região litorânea, 110 foram amostardas nos dados primários, enquanto 144 espécies foram registradas em Pecém (VERDE VIDA, 2014a; VERDE VIDA, 2014b), e 69 vistas em Taíba (ESPAÇO, 2011).



Figura 140: Aves migratórias, encontradas no litoral da AII, do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia – Ce.

Entre as sete espécies mais abundantes encontrados nos dados primários e secundários, destacam: *Euphonia chlorotica* (300 indivíduos, 2,50%), *Pitangus sulphuratus* (301 indivíduos, 2,51%), *Coereba flaveola* (318 indivíduos, 2,66%), *Tolmomyias flaviventris* (332 indivíduos, 2,77%), *Coragyps atratus* (337 indivíduos, 2,81%), *Mimus gilvus* (369 indivíduos, 3,04%), *Columbina picui* (368 indivíduos, 3,07%), de um total de 11.977 indivíduos registrados.



Figura 141: Bando de *Calidris* sp, e *Tringa melanoleuca*, forrageando nos alagadiços do litoral de Caucaia – Ce.



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
TINAMIFORMES																						
Tinamidae	<i>Crypturellus parvirostris</i>	Nambuzinha-do-pé-vermelho	0	0	0	0	0	1	6	5	1	2	2	0	0	0	0	0	17	0,14	6	37,50
Tinamidae	<i>Crypturellus tataupa</i>	Nambu-de-pé-roxo	0	0	0	0	0	2	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	11	0,09	5	31,25
Tinamidae	<i>Nothura maculosa</i>	Nambu-espanta-cavalo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
PODICIPEDIFORMES																						
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Mergulhão-cinzentado	0	0	1	0	0	0	7	2	0	0	0	7	0	0	0	0	17	0,14	4	25,00
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	mergungão	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,04	2	12,50
SULIFORMES																						
Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianus</i>	Pato-mergulhão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Guarapirá	0	0	0	0	3	6	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,16	4	25,00
PELECANIFORMES																						
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garça-branca	7	0	15	3	0	1	78	7	1	39	31	7	0	17	13	0	219	1,83	12	75,00
Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garça-parda	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Ardeidae	<i>Bubucus ibis</i>	garça-vaqueira	0	2	0	4	2	0	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	16	0,13	6	37,50
Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	Soco-azul	2	0	1	0	0	0	3	3	1	2	0	1	0	0	0	0	13	0,11	7	43,75
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garça-pequena	0	2	15	0	0	0	17	3	0	1	0	19	0	8	24	0	89	0,74	8	50,00
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Tamatião	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	1	0	0	0	0	6	0,05	4	25,00
Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	Soco-boi	0	0	0	0	0	0	6	7	1	2	1	4	0	0	3	0	24	0,20	7	43,75
CATHARTIFORMES																						



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Urubu-caçador	0	1	0	2	12	10	51	28	9	10	8	10	11	2	41	46	241	2,01	14	87,50
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeia-amarela	0	0	1	0	5	4	49	28	12	10	0	9	0	1	3	1	123	1,03	11	68,75
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-preto	7	2	0	4	34	17	42	26	10	6	0	7	35	26	74	47	337	2,81	14	87,50
ANSERIFORMES																						
Anatidae	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreco-pé-vermelho	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25
Anatidae	<i>Anas bahamensis</i>	Pato-do-queixo-branco	0	0	5	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0,17	2	12,50
Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Marreca-tapuia	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,04	2	12,50
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	Marreca-viuvinha	0	0	11	0	0	0	10	3	0	5	0	5	0	0	4	0	38	0,32	6	37,50
ACCIPITRIFORMES																						
Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavião-bombacha	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavião	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	2	12,50
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Gavião-pintado	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	gavião-caracoleiro	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	gavião-peneira	1	0	0	0	1	2	8	5	0	2	0	3	0	0	1	0	23	0,19	8	50,00
Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caramujeiro	0	0	3	0	0	0	9	3	0	0	0	12	0	0	6	11	44	0,37	6	37,50
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	0	1	0	1	1	9	19	18	3	7	7	4	0	0	4	4	78	0,65	12	75,00
Accipitridae	<i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-caboclo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
FALCONIFORMES																						
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carcará	3	0	5	0	12	9	23	17	3	2	5	4	11	6	10	8	118	0,99	14	87,50
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Quiri-quiri	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	6	0,05	4	25,00



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Acauã	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	0	0	0	0	2	4	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	14	0,12	5	31,25
GALLIFORMES																						
Cracidae	<i>Penelope jacucaca</i>	Jacu-verdadeiro	0	0	0	0	2	6	18	9	4	7	0	3	0	0	0	0	49	0,41	7	43,75
Cracidae	<i>Penelope superciliaris</i>	Jacu-pequeno	0	0	0	0	15	3	26	7	3	11	0	0	0	0	0	0	65	0,54	6	37,50
GRUIFORMES																						
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carão	0	0	3	2	0	0	17	5	0	9	0	12	2	0	10	0	60	0,50	8	50,00
Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	sericóia	1	0	2	0	5	1	15	26	2	5	2	6	0	0	0	0	65	0,54	10	62,50
Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	Galinha-d'água	3	0	2	0	0	0	19	5	1	2	0	16	0	0	0	0	48	0,40	7	43,75
Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	frango-d'água-azul	4	0	2	0	0	0	10	2	0	0	0	10	0	0	0	0	22	0,18	3	18,75
CHARADRIIFORMES																						
Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>		0	0	7	0	0	0	18	8	0	0	0	21	24	18	39	6	141	1,18	8	50,00
Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	piru-piru	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	Maçarico-de-colar	3	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	16	9	16	29	91	0,76	6	37,50
Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Batuíra-de-bando	4	0	0	2	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,13	3	18,75
Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	batuíra-bicuda (caranguejo)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	Tarambola	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Charadriidae	<i>Vanellus cayanus</i>	Maçarico-barulhento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Té-téu	5	0	9	0	3	0	29	34	2	4	8	11	14	12	56	19	206	1,72	13	81,25
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	maçarico-pintado	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	vira-pedras	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Maçarico-de-areia	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,03	1	6,25
Scolopacidae	<i>Calidris himantopus</i>	maçarico-pernilongo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	maçarico-de-colete	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	maçariquinho	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,03	1	6,25
Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	maçarico-rasteirinho	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0,08	1	6,25
Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Maçarico-de-costas-brancas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	maçarico-de-perna-amarela	6	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,12	2	12,50
Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	maçarico-grande-de-perna-amarela	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25
Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	maçarico-de-asa-branca	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	maçarico-solitário	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,03	2	12,50
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	pernilongo-de-costas-negras	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0,07	1	6,25
Sternidae	<i>Phaetusa simplex</i>	trinta-réis-grande	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Sternidae	<i>Sterna dougallii</i>	trinta-réis-róseo	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25
Sternidae	<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis-boreal	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Sternidae	<i>Sternula antillarum</i>	trinta-réis-miúdo	2	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	5	0	0	0	0	13	0,11	4	25,00
Sternidae	<i>Thalasseus aciflavus</i>	trinta-réis-de-bando	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,05	1	6,25
COLUMBIFORMES																						
Columbidae	<i>Columba livia</i>	pombo	0	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,10	2	12,50
Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	rolinha-pé-de-anjo	2	0	4	0	4	4	31	12	1	13	18	0	20	41	53	53	256	2,14	13	81,25



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Rolinha-da-praia	0	0	0	0	1	6	21	8	0	0	7	3	55	14	40	28	183	1,53	10	62,50
Columbidae	<i>Columbina picui</i>	Rola-branca	0	3	0	0	37	12	96	36	15	26	56	11	12	34	20	10	368	3,07	13	81,25
Columbidae	<i>Columbina squammata</i>	Rola-cascavel	3	0	2	0	21	3	34	14	8	11	3	7	0	0	0	0	106	0,89	10	62,50
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Rola-caldo-de-feijão	4	5	3	2	25	29	87	18	34	30	11	2	6	6	0	0	262	2,19	14	87,50
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti	0	0	0	0	17	9	39	18	16	14	1	0	0	0	0	0	114	0,95	7	43,75
PSITACIFORMES																						
Psittacidae	<i>Amazona aestiva</i>	Papagaio-verdadeiro	0	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,06	3	18,75
Psittacidae	<i>Eupsittula aurea</i>	Periquito-estrela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	8	18	0,15	3	18,75
Psittacidae	<i>Eupsittula cactorum</i>	Periquito-do-sertão	0	0	4	0	7	9	22	12	1	6	2	6	14	4	0	20	107	0,89	12	75,00
Psittacidae	<i>Forpus xanthopterygius</i>	Papacú	3	0	0	0	19	5	25	7	0	8	0	3	8	0	41	6	125	1,04	10	62,50
CUCULIFORMES																						
Cuculidae	<i>Coccyzus eulerei</i>	Papa-lagarta-de-barriga-branca	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Cuculidae	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Papa-lagarta	0	0	0	0	5	4	8	4	0	1	0	0	0	0	0	0	22	0,18	5	31,25
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Anum-preto	0	4	0	0	41	7	48	39	5	18	4	27	22	31	16	17	279	2,33	13	81,25
Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	Anum-cocoroca	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25
Cuculidae	<i>Guirra guira</i>	Anum-branco	3	0	0	4	6	17	50	11	13	0	9	15	70	28	16	56	298	2,49	13	81,25
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	0	0	0	0	5	3	10	7	1	2	0	2	0	0	0	0	30	0,25	7	43,75
STRIGIFORMES																						
Tytonidae	<i>Tyto furcata</i>	Rasga-mortalha	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	2	12,50
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	10	16	20	58	0,48	5	31,25



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Caburezinho	0	0	2	0	0	4	10	9	5	4	0	1	3	4	3	10	55	0,46	11	68,75
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Coruja-com-orelhas	0	0	0	0	7	2	5	8	1	3	1	0	0	0	0	0	27	0,23	7	43,75
NYCTIBIFORMES																						
Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	mãe-da-lua	0	0	0	0	2	2	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	15	0,13	5	31,25
CAPRIMULGIFORMES																						
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis parvula</i>	bacurau-chintã	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis torquata</i>	bacurau-tesoura	0	0	0	0	0	0	4	3	0	3	0	1	0	0	0	0	11	0,09	4	25,00
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Curiano	0	0	0	0	10	4	32	10	1	21	3	2	0	0	0	0	83	0,69	8	50,00
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus hirundinaceus</i>	Bacurauzinho-da-caatinga	0	0	0	0	8	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,12	2	12,50
APODIFORMES																						
Apodidae	<i>Tachornis squamata</i>	Andorinha-de-cauda-tesoura	0	0	0	0	10	7	31	12	0	8	7	1	0	0	0	0	76	0,63	7	43,75
Trochilidae	<i>Amazilia fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-verde	0	0	0	0	5	4	12	10	4	2	1	3	0	0	2	0	43	0,36	9	56,25
Trochilidae	<i>Amazilia leucogaster</i>	beija-flor-de-barriga-branca	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	6	0,05	3	18,75
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	beija-flor-de-bico-vermelho	0	0	0	0	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0,08	4	25,00
Trochilidae	<i>Eupetomena macroura</i>	Beija-flor-de-cauda-tesoura	1	0	0	0	1	1	7	4	3	0	3	0	0	0	2	3	25	0,21	9	56,25
Trochilidae	<i>Hylocharis cyanus</i>	beija-flor-roxo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Trochilidae	<i>Phaethornis ruber</i>	rabo-branco-rubro	0	0	0	0	2	3	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0	15	0,13	6	37,50
TROGONIFORMES																						
Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	Dorminhoco	0	0	1	0	12	26	33	20	5	18	0	1	0	0	8	9	133	1,11	10	62,50
CORACIFORMES																						



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0,05	5	31,25
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	14	6	26	0,22	5	31,25
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Pescador-grande	0	0	1	0	0	0	6	3	1	5	0	0	0	0	0	0	16	0,13	5	31,25
PICIFORMES																						
Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	2	0	0	0	11	7	24	14	9	6	1	0	0	0	0	0	74	0,62	8	50,00
GALBULIFORMES																						
Bucconidae	<i>Nystalus maculatus</i>	Bico-de-latão	1	1	0	0	11	21	27	18	3	1	9	4	1	0	1	1	99	0,83	13	81,25
PICIFORMES																						
Picidae	<i>Celeus ochraceus</i>	Pica-pau-de-topete-amarelo	1	0	1	0	5	0	9	8	0	1	7	1	0	0	0	0	33	0,28	8	50,00
Picidae	<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0,07	4	25,00
Picidae	<i>Colaptes melanochloros</i>	Pica-pau-pedrês	0	0	1	0	3	0	4	2	0	2	2	0	0	0	0	0	14	0,12	6	37,50
Picidae	<i>Melanerpes candidus</i>	Pica-pau-branco	0	0	4	0	6	7	28	6	18	3	0	0	0	0	0	0	72	0,60	7	43,75
Picidae	<i>Piculus chrysochloros</i>	Pica-pau-verde	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25
Picidae	<i>Picumnus limae</i>	pica-pau-da-caatinga	3	0	0	0	18	27	44	16	11	16	1	0	0	0	3	0	139	1,16	9	56,25
Picidae	<i>Veniliornis passerinus</i>	Picapauzinho-oliva	0	0	2	0	5	3	11	4	0	0	1	0	0	0	0	0	26	0,22	6	37,50
PASSERIFORMES																						
Dendrocolaptidae	<i>Dendroplex picus</i>	arapaçu-de-bico-branco	0	0	0	0	2	12	10	9	0	1	2	1	0	0	0	0	37	0,31	7	43,75
Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	8	0,07	2	12,50
Furnariidae	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	Vira-folha-vermelho	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	1	6,25
Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	casaca-de-couro-amarelo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	1	6,25



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Furnariidae	<i>Pseudoseisura cristata</i>	Casaca de couro	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,03	2	12,50
Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i>	Ui-pi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Furnariidae	<i>Synallaxis frontalis</i>	Crispim	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,04	1	6,25
Thamnophilid ae	<i>Sakesphorus cristatus</i>	Choro-prateado	0	0	0	0	2	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	8	0,07	5	31,25
Thamnophilid ae	<i>Taraba major</i>	Choro-grande	1	0	0	2	6	14	37	14	1	9	2	3	2	3	4	4	102	0,85	14	87,50
Thamnophilid ae	<i>Thamnophilus capistratus</i>	choca-barrada-do-nordeste	0	0	1	0	43	47	80	28	19	23	5	2	0	0	11	3	262	2,19	11	68,75
Thamnophilid ae	<i>Thamnophilus pelzelni</i>	Chorozinha	0	0	0	0	32	51	73	19	10	16	5	0	0	0	4	0	210	1,75	8	50,00
Thamnophilid ae	<i>Formicivora grisea</i>	papa-formiga-pardo	0	0	2	0	12	17	10	8	3	4	1	0	0	0	0	0	57	0,48	8	50,00
Thamnophilid ae	<i>Formicivora melanogaster</i>	Papa-formigas-barriga-preta	1	0	0	0	6	0	15	7	3	5	0	0	0	0	0	0	37	0,31	6	37,50
Pipridae	<i>Neopelma pallescens</i>	Fruxu-do-sertão	0	0	0	0	4	8	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0,13	4	25,00
Rhynchocyclid ae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	Sebinho-do-camurça	0	0	0	0	2	2	0	4	0	0	0	0	6	3	5	3	25	0,21	7	43,75
Rhynchocyclid ae	<i>Hemitriccus striaticollis</i>	sebinho-rajado-amarelo	0	0	0	0	6	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0,13	2	12,50
Rhynchocyclid ae	<i>Todirostrum cinereum</i>	Sibite-relógio	0	0	0	0	9	13	26	21	6	2	1	0	6	0	16	11	111	0,93	10	62,50
Rhynchocyclid ae	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Mosqueteiro	0	0	0	0	32	77	117	30	17	22	6	10	10	0	7	4	332	2,77	11	68,75
Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleiro-preto	0	0	1	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	6	0	4	16	0,13	6	37,50
Tyrannidae	<i>Arundinicola leucocephala</i>	Vovô	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	4	10	33	0,28	6	37,50
Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	João-bobo	0	0	0	0	0	2	10	4	0	7	0	0	0	0	0	0	23	0,19	4	25,00
Tyrannidae	<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Papa-moscas	0	0	0	0	4	13	33	18	9	13	4	3	0	0	0	0	97	0,81	8	50,00
Tyrannidae	<i>Elaenia cristata</i>	Topetudo	1	0	2	0	5	4	14	12	1	3	3	0	0	0	6	0	51	0,43	10	62,50
Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	0	0	0	0	4	8	48	14	8	21	7	7	0	0	3	7	127	1,06	10	62,50



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Tyrannidae	<i>Elaenia spectabilis</i>	Tiôu	0	0	0	0	2	3	19	9	0	17	2	3	0	0	0	0	55	0,46	7	43,75
Tyrannidae	<i>Empidonomus varius</i>	peitica	0	0	0	0	2	4	14	13	1	6	1	0	0	0	0	0	41	0,34	7	43,75
Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Mosqueteiro-castanho	0	0	0	0	3	2	35	10	3	19	17	2	0	0	0	0	91	0,76	8	50,00
Tyrannidae	<i>Fluvicola nengeta</i>	lavandeira-de-nossa-senhora	0	0	3	0	0	2	8	7	0	1	1	5	0	13	38	4	82	0,68	10	62,50
Tyrannidae	<i>Machetornis rixosa</i>	Bem-ti-vi-do-gado	0	0	0	0	2	0	10	6	0	1	4	5	6	0	0	6	40	0,33	8	50,00
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Bem-ti-vi-do-bico-chato	0	0	0	0	4	4	28	9	7	12	2	1	0	0	0	0	67	0,56	8	50,00
Tyrannidae	<i>Myiarchus ferox</i>	Tiotoim	0	0	0	0	3	3	8	4	0	1	0	1	0	0	0	0	20	0,17	6	37,50
Tyrannidae	<i>Myiarchus swainsoni</i>	Tiou	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	6	8	3	5	30	0,25	6	37,50
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	1	0	0	0	12	4	12	2	3	0	0	2	0	0	0	0	36	0,30	7	43,75
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	bentevizinho-de-penacho-vermelho	0	0	0	0	6	13	50	17	9	23	8	1	0	0	2	1	130	1,09	10	62,50
Tyrannidae	<i>Phaeomyias murina</i>	Papa-mosquito	0	0	2	0	11	5	7	4	0	5	0	0	0	0	0	0	34	0,28	6	37,50
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi-verdadeiro	0	0	0	0	29	24	106	22	14	34	11	37	6	2	16	0	301	2,51	11	68,75
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	0	0	1	0	15	11	79	21	21	21	6	25	16	24	10	11	261	2,18	13	81,25
Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	tesoura	0	0	0	0	6	5	14	3	0	3	0	0	0	0	0	0	31	0,26	5	31,25
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Andorinha-do-peito-vermelho	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0,03	3	18,75
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-das-igrejas	0	0	0	0	4	7	26	6	0	4	4	0	0	0	0	0	51	0,43	6	37,50
Hirundinidae	<i>Tachycineta albiventer</i>	Andorinha-do-rio	0	0	0	0	0	2	7	4	2	0	0	9	2	6	10	2	44	0,37	9	56,25
Corvidae	<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	Cã-cão	0	0	4	0	26	35	58	13	18	7	3	0	0	0	0	0	164	1,37	8	50,00
Troglodydae	<i>Cantorchilus longirostris</i>	garrinchão-de-bico-grande	0	0	0	0	14	13	42	14	11	13	5	1	0	0	0	0	113	0,94	8	50,00



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	Richinó	2	1	0	1	7	10	25	13	2	4	1	5	9	0	0	3	83	0,69	13	81,25
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sabiá-da-praia	0	0	0	0	17	21	88	41	9	21	28	13	45	20	26	35	364	3,04	12	75,00
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	Papa-sebo	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	gatinha	2	0	0	0	13	32	85	21	12	20	5	4	3	0	3	9	209	1,75	12	75,00
Turdidae	<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-bico-de-osso	0	0	0	0	0	0	5	2	2	3	0	0	5	0	10	12	39	0,33	7	43,75
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-da-mata	0	0	0	0	28	54	88	33	22	21	7	7	2	8	16	12	298	2,49	12	75,00
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-congá	0	0	1	0	6	7	10	3	2	0	0	1	0	0	0	0	30	0,25	7	43,75
Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	Caminheiro-do-campo	0	0	0	0	0	3	23	9	2	13	3	0	19	3	4	0	79	0,66	9	56,25
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Mane-besta	0	0	0	0	24	15	88	34	15	32	14	6	6	7	29	15	285	2,38	12	75,00
Vireonidae	<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	vite-vite-de-olho-cinza	0	0	0	0	8	10	19	9	3	1	0	2	0	0	0	0	52	0,43	7	43,75
Vireonidae	<i>Vireo chivi</i>	Juruviara	0	0	0	0	16	42	18	12	3	4	1	0	0	0	0	0	96	0,80	7	43,75
Icteridae	<i>Agelaioides fringillarius</i>	Asa-de-telha-pálido	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,04	1	6,25
Icteridae	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	Papa-arroz	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	6	0	0	0	0	13	0,11	3	18,75
Icteridae	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Graúna	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	1	6,25
Icteridae	<i>Icterus jamacaii</i>	Corrupião-vermelho	1	0	2	0	3	2	13	9	3	3	3	2	0	0	0	0	41	0,34	10	62,50
Icteridae	<i>Icterus pyrrhopterus</i>	primavera	0	0	1	0	1	3	12	10	1	4	0	3	0	0	0	0	35	0,29	8	50,00
Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Azulão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	4	18	0,15	2	12,50
Icteridae	<i>Procalcicus solitarius</i>	Boé	0	0	0	0	0	3	6	2	0	3	0	0	0	1	0	0	15	0,13	5	31,25
Icteridae	<i>Sturnella superciliaris</i>	Polica-inglesa-do-sul	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	7	0,06	3	18,75
Parulidae	<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-da-mata	0	0	0	0	26	26	60	18	19	12	9	2	0	0	0	0	172	1,44	8	50,00



TÁXON			Área de Influência (Pontos)																Dados			
			ADA		AID		AII (Pecém)								AII (Taíba)							
Família	Espécies	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	ni	Ab %	P	F%
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	sibite	3	0	0	2	23	55	93	20	13	34	9	4	7	11	22	22	318	2,66	14	87,50
Thraupidae	<i>Dacnis cayana</i>	Verdelino	1	1	0	0	1	12	25	11	8	9	1	0	2	0	2	1	74	0,62	12	75,00
Thraupidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	Vem-vem	0	1	2	0	27	45	86	34	25	25	14	9	0	2	23	7	300	2,50	13	81,25
Thraupidae	<i>Schistochlamys melanopis</i>	Sanhaço-cinza	0	0	0	0	1	0	11	4	2	8	0	1	0	0	0	0	27	0,23	6	37,50
Thraupidae	<i>Tangara palmarum</i>	Sanhaço-de-coqueiro	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0,03	3	18,75
Thraupidae	<i>Tangara sayaca</i>	Sanhaço-azul	2	2	1	1	7	11	56	26	19	20	6	7	6	14	15	17	210	1,75	16	100,00
Emberizidae	<i>Coryphospingus pileatus</i>	Abre-e-fecha	0	0	0	0	0	4	10	4	0	4	1	3	0	0	0	0	26	0,22	6	37,50
Emberizidae	<i>Paroaria dominicana</i>	Galo-campina	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	15	0	29	0,24	4	25,00
Emberizidae	<i>Sporophila albogularis</i>	Golinha	1	0	4	0	0	0	15	14	3	0	0	14	0	0	17	0	68	0,57	7	43,75
Emberizidae	<i>Sporophila bouvreuil</i>	Cabocolino	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	2	0	9	0,08	3	18,75
Emberizidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Papa-capim	0	0	0	0	0	0	13	16	2	0	0	14	0	0	12	0	57	0,48	5	31,25
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Tziu	0	0	0	0	0	0	13	3	0	0	1	12	3	1	35	2	70	0,58	8	50,00
Cardinalidae	<i>Saltatricula atricollis</i>	Trinca-ferro	0	0	0	0	0	3	5	1	0	0	7	0	0	0	0	0	16	0,13	4	25,00
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Pardal	0	9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	42	92	0,77	4	25,00
Estrildidae	<i>Estrilda astrild</i>	Bico-de-lacre	0	0	6	0	0	0	8	1	8	0	0	0	0	0	0	0	23	0,19	4	25,00
Total de Indivíduos (ni)			150	43	182	42	932	1081	3182	1399	557	888	426	511	534	459	915	676	11977	1	1120	37,04
Abundancia %			1,25	0,36	1,52	0,35	7,78	9,03	26,57	11,68	4,65	7,41	3,56	4,27	4,46	3,83	7,64	5,64				
Espécies (sp)			58	16	63	16	93	94	126	136	81	93	69	81	42	40	61	51	189			
Riqueza %			30,69	8,47	33,33	8,47	49,21	49,74	66,67	71,96	42,86	49,21	36,51	42,86	22,22	21,16	32,28	26,98				

Legenda: ni = número de indivíduos; Ab% = abundancia relativa; P = número de parcelas; F% = frequência.

Tabela 12: Diversidade (riqueza) da Avifauna na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, envolvendo o litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (AII).

A frequência média, entre todas as espécies foi de 37,0%, onde apenas uma espécie foi vista em todas as 16 parcelas (*Tangara sayaca*), seguido de seis espécies vistas em 14 amostras, enquanto 40 espécies foram catalogadas em uma amostra e 13 espécies vistas em duas amostras, Figura 142.

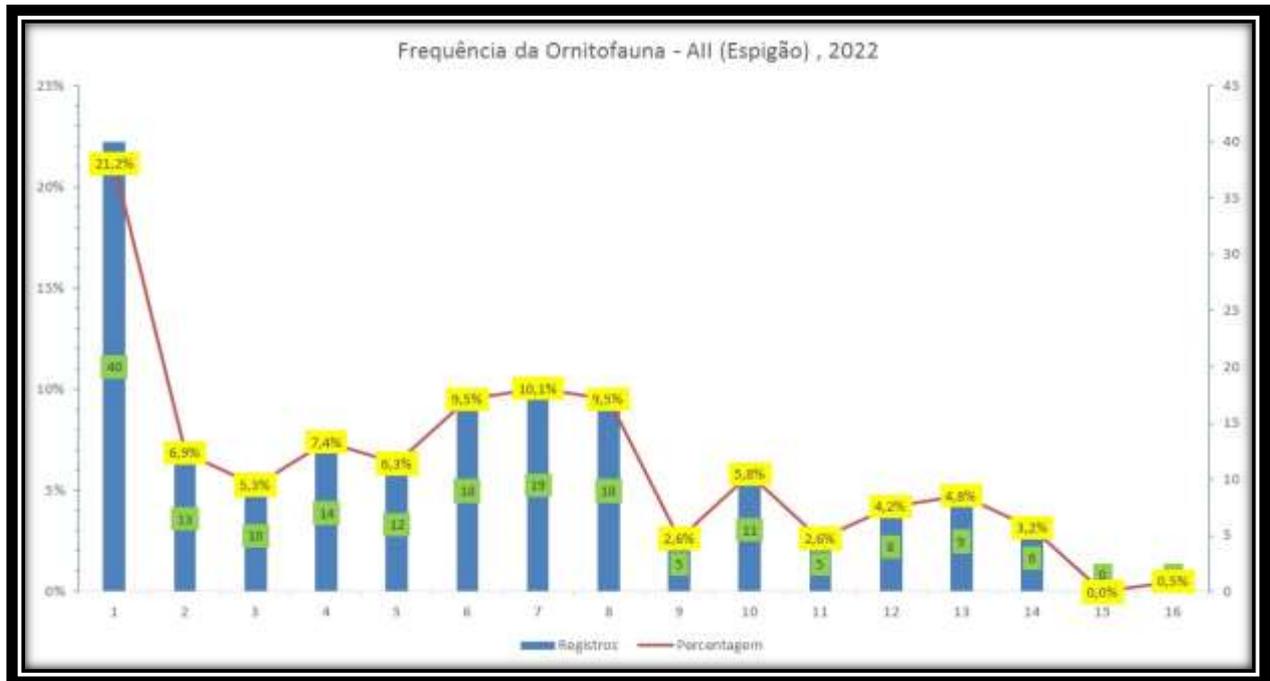


Figura 142: Frequência das aves, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.



Figura 143: *Ardea alba* (garça-grande) e *Egretta thula* (garça-pequena) forrageando nos alagadiços, no litoral da AII.

A Figura 144 observa um dos estimadores de riqueza (curva de coletor de espécies ou rarefação), onde nota-se razoável estabilização, longe do esperado segundo o estimador de riqueza.

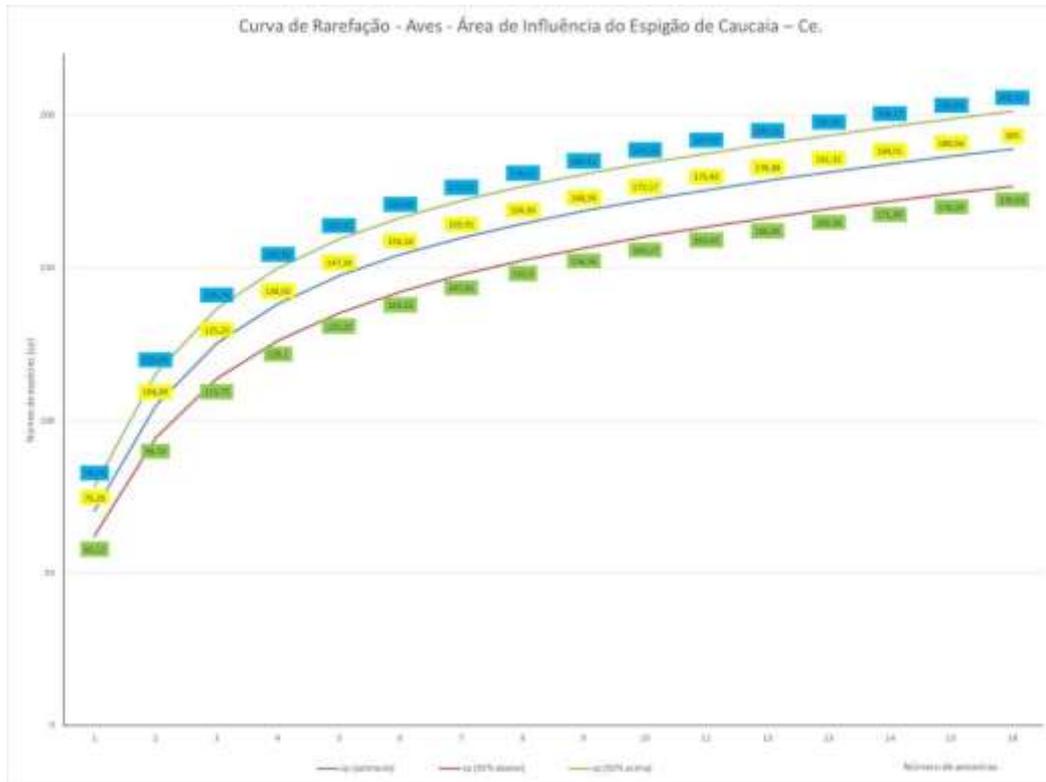


Figura 144: Curva de coletor de espécies (rarefação) das aves, ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante - Ceará.



Figura 145: *Butorides striata* (socó) forrageando, nos ambientes lacustres, encontradas na região.



Figura 146: Aves predadoras, encontradas no litoral da AII, no Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia.

Entre as espécies encontradas na região, que estão na lista de aves ameaçadas podem-se mensurar as seguintes: *Penelope jacucaca* (Jacucaca, VU); *Limnodromus griseus* (Maçarico-de-costas-brancas, CR); *Calidris canutus* (Maçarico-de-papo-vermelho, CR), *Calidris pusilla* (Maçarico-rasteirinho, EN); *Sterna dougallii* (Trinta-réis-róseo, VU) e *Thalasseus maximus* (Trinta-réis-real, EN), sendo portanto imperceptível que seja elaborado, nos Planos de Básicos Ambientais, um Monitoramento das aves, por um período mínimo de cinco anos.

6.2.5.3 - Repteis e Anfíbios

A Herpetofauna, envolve o estudo dos repteis e anfíbios, tendo sido inventariados 41 espécies, sendo 19 repteis e 22 anfíbios, ao longo das atividades de campo do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, entre dados primários e dados secundários, Tabela 11.

O registro da herpetofauna foram utilizados os dados primários realizados de dezembro/2011 a janeiro/2022, e os dados secundários de Pecém, realizados de outubro de 2013 a julho de 2014 (VERDE VIDA, 2014a; VERDE VIDA, 2014b).

A espécie *Rhinella jimi* (sapo) entre os anfíbios, foi vista em nove parcelas, enquanto entre os repteis a *Ameivula ocellifera* (tibubina) e *Tropidurus hispidus* (calango), foram observados em todas as dez amostras. Por sua vez, sete anfíbios e 6 repteis configuraram com apenas uma parcela, Tabela 12 e Tabela 13.

Registro	Anfíbio	Réptil	Herpetofauna
1	7	6	13
2	7	5	12
3	3	1	4
4	2	2	4
5	0	2	2
6	0	0	0
7	2	0	2
8	0	1	1
9	1	0	1
10	0	2	2
Número de Espécies	22	19	41

Tabela 13: Síntese da frequência da herpetofauna, na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.

Entre os anfíbios mais abundantes, figuram: *Rhinella jimi* (com 124 indivíduos, 15,76%), *Physalaemus cuvieri* (com 145 indivíduos, 18,42%) e *Leptodactylus macrosternum* (com 342 indivíduos, 43,46%), enquanto para os reptéis destacam: Ameiva ameiva (com 80 indivíduos, 11,75%), *Micrablepharus maximiliani* (com 119 indivíduos, 17,47%), *Ameivula ocellifera* (com 143 indivíduos, 21,0%) e *Tropidurus hispidus* (com 260 indivíduos, 38,18%).

Não consta registro de espécie da herpetofauna ameaçada, porém com o monitoramento da fauna, poderá ampliar essa lista, e encontrar possíveis espécies ameaçadas.

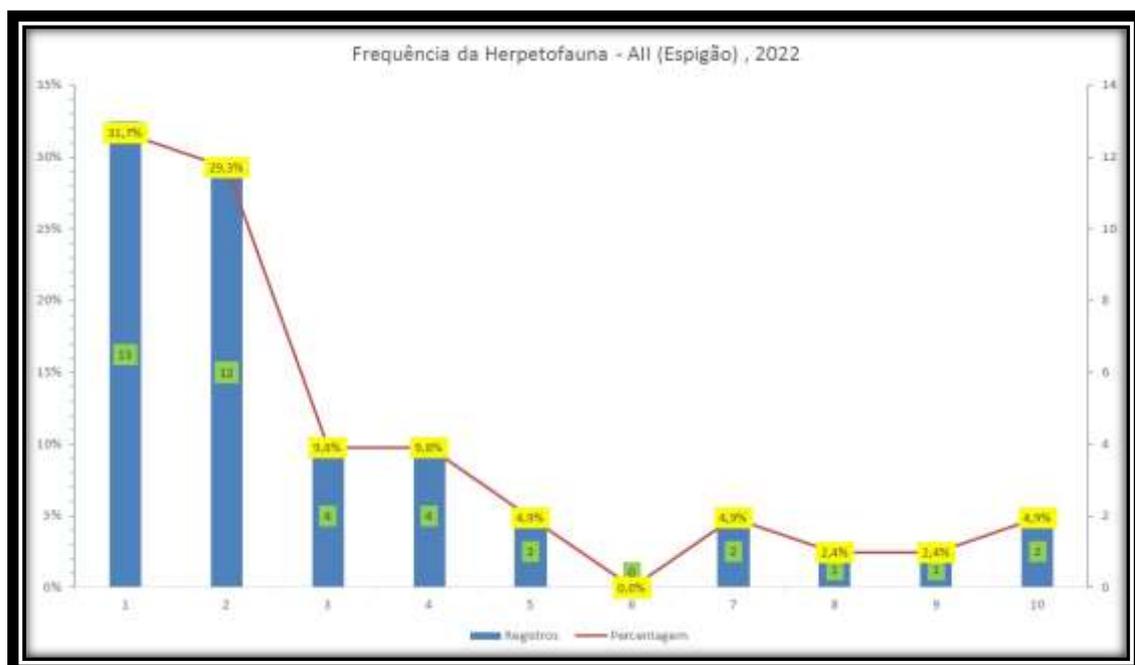


Figura 147: Frequência da Herpetofauna, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.



TAXON			Área de Influência (Pontos)										Dados			
			ADA		AID		AII									
Família	Nome Científico	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	ni	Ab%	P	F%
ANFÍBIO																
ANURA																
Bufonidae	Rhinella granulosa	Sapo	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0,38	2	20,00
Bufonidae	Rhinella jimi	Cururu	3	1	5	2	5	86	0	5	2	15	124	15,76	9	90,00
Hylidae	Dendropsophus microcephalus	Pereca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,13	1	10,00
Hylidae	Dendropsophus nanus	Pereca	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,13	1	10,00
Hylidae	Hypsiboas raniceps	Pereca	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0,38	2	20,00
Hylidae	Phyllomedusa nordestina	Pereca	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,25	1	10,00
Hylidae	Scinax x-signatus	Ransinha	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,38	2	20,00
Leiuperidae	Physalaemus albifrons	Pereca	0	0	0	0	1	0	0	2	0	60	63	8,01	3	30,00
Leiuperidae	Physalaemus cicada	Pereca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,13	1	10,00
Leiuperidae	Physalaemus cuvieri	Pereca	0	2	1	0	8	5	0	34	4	91	145	18,42	7	70,00
Leptodactylidae	Leptodactylus fuscus	Rã	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0,64	2	20,00
Leptodactylidae	Leptodactylus macrostemum	Rã	3	2	2	0	1	0	0	1	1	332	342	43,46	7	70,00
Leptodactylidae	Leptodactylus marmoratus	Rã	0	0	0	0	11	3	0	0	0	3	17	2,16	3	30,00
Leptodactylidae	Leptodactylus mystaceus	Rã	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5	8	1,02	2	20,00
Leptodactylidae	Leptodactylus pustulatus	Rã	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4	7	0,89	4	40,00
Leptodactylidae	Leptodactylus troglodytes	Rã	0	0	0	0	6	0	2	0	1	10	19	2,41	4	40,00
Leptodactylidae	Leptodactylus vastus	Rã	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0,38	2	20,00
Leptodactylidae	Pleurodema diplolister	Rã	0	0	0	0	0	0	0	1	0	17	18	2,29	2	20,00
Leptodactylidae	Proceratophrys caramaschi	Rã	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,13	1	10,00
Leptodactylidae	Pseudopaludicola saltica	Rã	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,13	1	10,00
Microhylidae	Elachistocleis cesarii	Perereca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,13	1	10,00
Microhylidae	Elachistocleis ovalis	Perereca	0	0	0	0	0	0	0	2	2	15	19	2,41	3	30,00
Total de Indivíduos (ni)			13	8	15	3	32	96	2	49	12	557	787	1	61	27,73



TAXON			Área de Influência (Pontos)										Dados			
			ADA		AID		AII									
Família	Nome Científico	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	ni	Ab%	P	F%
Abundancia %			1,65	1,02	1,91	0,38	4,07	12,20	0,25	6,23	1,52	70,78				
Espécies (sp)			5	6	7	2	6	5	1	8	7	14	22			
Diversidade (%)			22,73	27,27	31,82	9,09	27,27	22,73	4,55	36,36	31,82	63,64				
RÉPTIL																
AMPHISBANEIA																
Amphisbaenidae	Amphisbaena polystegum	cobra-cega	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,15	1	10,00
OFIDEOS																
Boidae	Boa constrictor	jiboia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,15	1	10,00
Colubridae	Tantilla melanocephala	cobra-de-cabça-preta	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4	0,59	2	20,00
Dipsadidae	Oxyrhopus trigeminus	cobra-falsa-coral	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0,29	1	10,00
Dipsadidae	Philodryas olfersii	cobra-verde	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0,29	2	20,00
Dipsadidae	Taeniophallus occipitalis	cobra-corredeira	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0,29	1	10,00
Elapidae	Micrurus ibiboboca	coral	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,15	1	10,00
SAURIA																
Gekkonidae	Hemidactylus agrius	bribo	0	0	0	0	7	2	3	0	1	0	13	1,91	4	40,00
Gekkonidae	Hemidactylus mabouia	bribo	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0,29	2	20,00
Gymnophthalmidae	Colobosauroides cearensis	lagarto	0	0	0	0	0	2	5	15	1	2	25	3,67	5	50,00
Gymnophthalmidae	Micrablepharus maximiliani	calango-do-rabo-azul	2	0	2	0	17	18	19	19	41	1	119	17,47	8	80,00
Gymnophthalmidae	Vanzosaura rubricauda	calango-do-rabo-vermelho	4	0	5	0	0	0	0	1	0	0	10	1,47	3	30,00
Polychrotidae	Polychrus acutirostris	Papa-vento	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,15	1	10,00
Scincidae	Brasiliscincus heathi	calango-liso	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0,44	2	20,00



TAXON			Área de Influência (Pontos)										Dados			
			ADA		AID		AII									
Família	Nome Científico	Popular	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	ni	Ab%	P	F%
Sphaerodactylidae	Coleodactylus meridionalis	lagartixa	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	5	0,73	2	20,00
Teiidae	Ameiva ameiva	lagarto-verde	0	0	0	0	19	12	2	0	39	8	80	11,75	5	50,00
Teiidae	Ameivula ocellifera	tijubina	3	2	4	3	38	10	19	11	35	18	143	21,00	10	100,00
Teiidae	Salvator merianae	tejo	2	0	3	0	0	0	1	1	0	0	7	1,03	4	40,00
Tropiduridae	Tropidurus hispidus	calango	3	7	2	3	78	25	68	23	33	18	260	38,18	10	100,00
Total de Indivíduos (ni)			15	9	18	6	161	73	127	72	153	47	681	1	65	34,21
Abundancia %			2,20	1,32	2,64	0,88	23,64	10,72	18,65	10,57	22,47	6,90				
Espécies (sp)			6	2	7	2	7	9	11	8	8	5	19			
Diversidade (%)			31,58	10,53	36,84	10,53	36,84	47,37	57,89	42,11	42,11	26,32				

Legenda: ni = número de indivíduos; Ab% = abundancia relativa; P = número de parcelas; F% = frequência.

Tabela 14: Diversidade (riqueza) da Herpetofauna na área de influência do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, envolvendo o litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (AII).

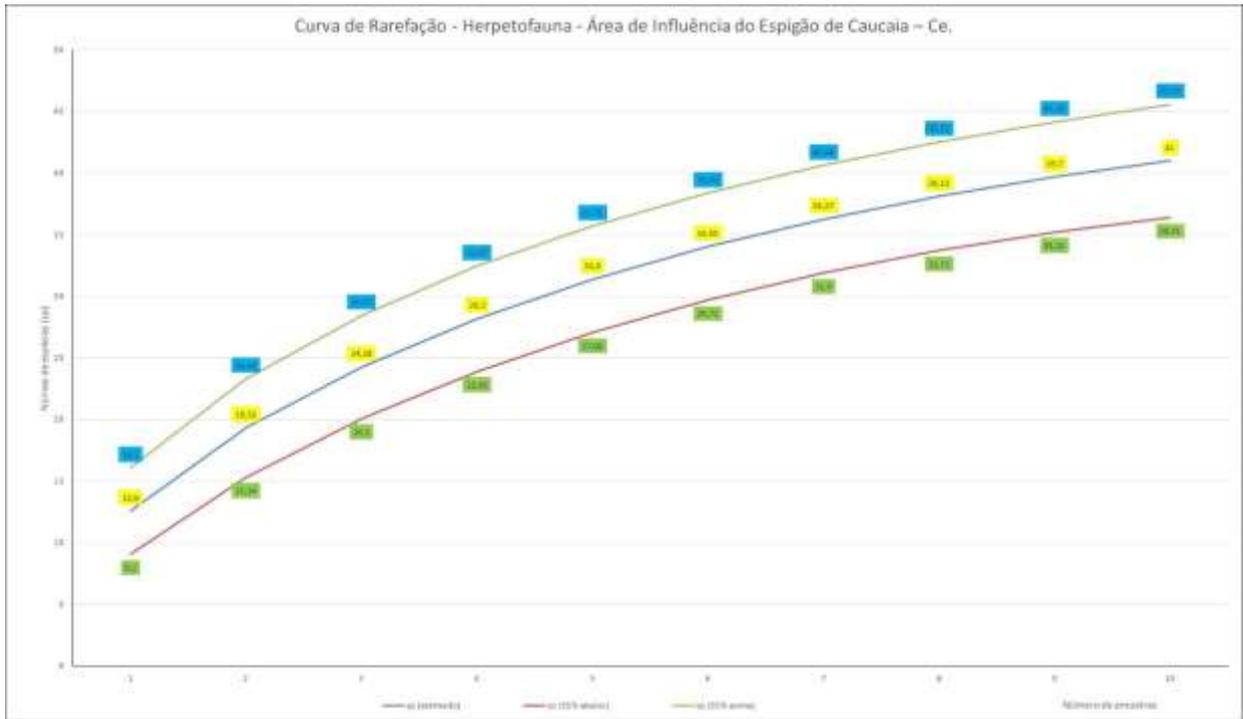


Figura 148: Curva de rarefação da herpetofauna, na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.

A curva de rarefação (Figura 148), para a herpetofauna, encontra-se em ascensão, demonstrando que ainda não atingiu a estabilidade na curva, e portanto carece de mais amostragens. Que poderá ser feito ao longo dos estudos do monitoramento da fauna na região para comprovar a real situação desse grupo.



Figura 149: Anfíbios encontrados na AII do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Ce.



Figura 150: Répteis encontrados na AII do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Ce.

6.2.5.4 - Peixes

Os peixes foram inventariados através de dados primários, obtidos por busca ativa e passiva, com entrevistas e capturas em alguns corpos d'água, em janeiro de 2022. Foram inventariadas 22 espécies, envolvendo tanto espécies exóticas como nativas, existentes nos corpos d'água continental.

Entre as principais espécies exóticas, podem-se mencionar: *Colossoma macropomum* (tambaqui), *Oreochromis niloticus* (tilapia) e *Charias gariepinus* (tamboatá). Não sendo encontradas espécies ameaçadas de extinção.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	POPULAR
CHARACIFORMES	Anostomidae	<i>Leporinus piau</i>	Piau-gordura
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari-do-rabo-vermelho
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Cheirodon jaguaribensis</i>	Piabinha
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Colossoma macropomum</i> *	Tambaqui
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Compsura heterura</i>	Piabinha
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Hemigrammus rodwayi</i>	
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Phenacogaster calverti</i>	



ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	POPULAR
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Serrapinnus heterodon</i>	Piabinha
CHARACIFORMES	Characidae	<i>Serrapinnus piaba</i>	Piabinha
CHARACIFORMES	Curimatidae	<i>Steindachnerina notonota</i>	Piabussú
CHARACIFORMES	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra
CHARACIFORMES	Prochilodontidae	<i>Prochilodus brevis</i>	Curimatã
CHARACIFORMES	Prochilodontidae	<i>Prochilodus cf. vimboides</i>	Curimatã
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Lebiste
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Crenicichla brasiliensis</i>	Jacundá
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus*</i>	Tilápia
SILURIFORMES	Clariidae	<i>Charias gariepinus*</i>	Tamboatá
SILURIFORMES	Loricariidae	<i>Hypostomus carvalhoi</i>	Cascudo
SILURIFORMES	Loricariidae	<i>Hypostomus plecostomus</i>	Bodó
SYNBRANCHIFORMES	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Muçum

Tabela 15: Diversidade (riqueza) da Ictiofauna continental, na área de influência do espigão, envolvendo a área continental, ao longo do litoral de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (AII).

6.2.6 – Unidades de Conservação

A região de Caucaia e adjacências, onde será feito a requalificação do litoral de Caucaia, verifica-se seis Unidades de Conservação: APA do rio Ceará, APA do Lagamar do Cauaipe, Parque Estadual Botânico do Ceará, Estação Ecológica do Pecém (I e II), além da APA do rio Maranguapinho, todas pela pelo Estado.

A APA do Estuário do Rio Ceará foi criado através do Decreto Nº 25.413, de 29/03/1999, com área de 3.892,4 ha, localizado em Fortaleza e Caucaia; o Parque Estadual Botânico do Ceará, foi criado via Decreto nº 30.868, de 10/04/2012 com 190 ha, localizado em Caucaia; a APA do Lagamar do Cauaipe, criado pelo Decreto Nº 24.957, de 05/05/1998, com 1.884,46 ha, localizado em Caucaia; e a Estação Ecológica do Pecém, criada pela Decreto nº 25.708, de 17/12/1999, com 973,09 ha, sendo uma parte localizada em São Gonçalo do Amarante (SGA I) e a outra em Caucaia (Cau II).



Figura 151: Unidades de Conservação (UC) localizados na área litorânea de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, para o Projeto do Espigão.

6.2.7 – Ecossistemas Marinhos

A análise da dinâmica ambiental da área de influência de um empreendimento apresentando uma caracterização dos principais processos atuantes na área de estudo é o principal foco do Diagnóstico Ambiental. Os estudos de base permitem a obtenção das informações necessárias à identificação e à previsão dos impactos, à sua posterior avaliação e fornecerão elementos para a elaboração do Plano de Gestão Ambiental. Os resultados dos estudos de base formam uma descrição e análise da situação atual de uma área de estudo feita por meio de levantamento de componentes e processos do meio ambiente físico, biótico e antrópico e de suas interações, definido como diagnóstico ambiental (SÁNCHEZ, 2008).



Assim, quanto mais se conhece sobre um ambiente, maior é a capacidade de prever impactos e, portanto, de gerenciar o projeto de modo a reduzir os impactos negativos.

6.2.7.1 – Dive Survey, Batimetria, Registro de Imagens, Caracterização do leito Marinho, Coleta de Sedimentos e Identificação da Biota Marinha (Nectons).

Foram realizados estudos oceânicos, através do mergulho autônomo, na área compreendida entre a Praia de Iparana à Praia da Tabuba em Caucaia, Ceará. A presente prospecção do relevo submarino visa compor um trabalho que subsidiará com informações a implantação do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.

As atividades executadas, através do mergulho, listamos abaixo:

- Filmagem subaquática e foto sub em 12 linhas perpendiculares à praia;
- Manutenção no cabo guia com cem metros de comprimento com plaquetas marcadas de 0 -100m;
- Batimetria ao longo do cabo guia;
- Identificação da biota marinha;
- Coleta de substrato consolidado ou não;
- Elaboração de relatório ao final dos trabalhos com a análise das imagens coletadas e identificação da biota marinha presente nas filmagens ou avistada.
- Entrega do material gravado bruto.

Materiais Empregados

Materiais utilizados para a execução dos trabalhos:

- 10 Garrafas de mergulho;
- 01 Compressor de alta pressão;
- 02 Coletes equilibradores;
- 03 Reguladores de pressão;
- 02 Computadores de mergulho;
- 02 Cintos de lastro;
- 02 Roupas de mergulho;
- 01 GPS;



- 01 Câmera sub, com caixa estanque e iluminação externa;
- Veículo para o transporte dos materiais e pessoal.
- 02 câmeras subaquáticas com caixa estanque e iluminação externa;
- Cabo guia/Carretel de nylon com 100m de comprimento metrificado a cada 10m
- Pé de cabra;
- Marreta.

Para a realização do trabalho, foi utilizada a embarcação “SINAI” com equipe técnica à bordo formada por:

- 2 mergulhadores/Eng^{os} de Pesca da XEUMAR;
- Uma pesquisadora, doutoranda, duas estudantes de geografia;
- Embarcação de apoio com motor e tripulação;
- Um jet sky com piloto

6.2.7.1.1 – Metodologia Utilizada para a Filmagem “Dive Swimm Survey”.

A metodologia utilizada para o serviço em tela foi iniciada com a preparação e manutenção de um cabo guia confeccionado para este fim composto de nylon 180 mm monofilamento, com flutuabilidade negativa (afunda) com chumbadas dispostas a cada 5 metros, e a cada 10 metros foi atada uma plaqueta de PVC, que iniciará em uma extremidade do cabo com 00m, 10m e assim sucessivamente até os 100m.

Com o cabo guia preparado com a equipe técnica/mergulhadores e embarcação na área de lançamento, iniciamos os procedimentos para realizar o posicionamento da embarcação e lançamento do cabo guia.

O posicionamento da embarcação, nas posições previamente georreferenciadas ao longo da área para a coleta dos sedimentos, através do mergulho foi de responsabilidade da equipe do EIA – RIMA, locando os pontos seja na coleta de sedimentos ou no “dive swimm survey”.

Lançamento do Cabo Guia

Nos dias 01 a 03 de fevereiro de 2022 os trabalhos foram realizados com cabo sendo esticado e colocado na posição previamente georreferenciada em uma extensão de 100 metros ao longo de 12 linhas distribuídas na área compreendida entre a Praia de Iparana a Praia da Tabuba.



Figura 152: Localização dos perfis de mergulho.

Mergulhos

A embarcação SINAI partiu, nos três dias do trabalho, do Porto Pesqueiro do Mucuripe, com dois tripulantes, dois mergulhadores e três técnicas da UECE. O tempo de viagem do Porto Mucuripe até a Tabuba, foi feito em 2:00 horas de navegação. Os mergulhos e demais atividades se iniciaram as 10:00h e finalizados às 15:00h.



Figura 153: Saco de coleta e transporte de amostras no momento da coleta no mergulho. Na segunda fotografia a coleta do substrato para as análises.

Depois de posicionado o cabo guia no leito marinho, o mergulho (com garrafas de ar comprimido), realizamos as filmagens subaquáticas e coleta de sedimentos na área prospectada, e assim sucessivamente ao longo dos 12 pontos, variando a distância em relação à praia. Durante a filmagem sub se realizou uma inspeção técnica ao longo dos 100 metros, com ênfase no tipo de substrato de fundo (na secção de 10m) no local, (que constam em uma tabela no tópico resultados) bem como na identificação da vida marinha presente. Durante a filmagem nos detivemos em mostrar o tipo de fundo e a profundidade encontrada a cada 50 metros percorridos e ao longo da secção de 100 metros a zero metro, bem como o horário de início dos mergulhos. As filmagens foram realizadas de forma ininterruptas. Para a coleta de sedimentos foi lançada pequena âncora, com boia e cabo guia, em cada ponto georreferenciado pela equipe do estudo ambiental. Após o posicionamento da embarcação no ponto de coleta, os mergulhadores desciam pelo cabo da boia até a âncora, e lá um mergulhador coletava os sedimentos e outro realizava filmagem.



Figura 154: Material utilizado para a quebra do substrato. Na segunda foto, a quebra e coleta do substrato

Resultados dos Mergulhos

Linha 11:

Início Mergulho: 10h:50min

O mergulho foi feito do 00 a 100m da terra para o mar

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
90-100	5,5	Areia grossa e Pedra
80-90	5,3	Areia grossa e Pedra
70-80	5,5	Areia grossa e cascalho
60-70	5,5	Areia grossa e cascalho
50-60	4,6	Areia grossa
40-50	4,6	Areia Grossa e Pedra
30-40	4,6	Areia Grossa e Pedra
20-30	5,2	Areia Grossa e Pedra
10-20	4,8	Areia Grossa e Pedra
00-10	4,5	Areia grossa e pedra

Tabela 16: Detalhamento do Perfil 11 do mergulho no 1º dia.

Em todos os perfis as profundidades são correspondentes aos primeiros números da metragem.

Os tipos de fundo são relativos aos intervalos de 10 em 10 metros.

Nesse perfil o tipo fundo observado foi predominante misto com pedras esparsas e altas (50-100cm), apresentando areia grossa/cascalho.



Figura 155: Fundo misto pedras esparsas com algas e areia grossa linha 11.



Figura 156: Pedras com algas e esponjas linha 11 e Areia grossa Linha 11.



Linha 10:

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
90-100	6,0	Pedra
80-90	5,8	Areia grossa e pedras esparsas
70-80	6,1	Areia grossa e pedras esparsas
60-70	5,0	Laje de pedra
50-60	5,4	Pedras esparsas e areia grossa
40-50	5,8	Pedras esparsas e areia grossa
30-40	5,5	Laje de pedra e seixos rolados
20-30	5,4	Laje de pedra e seixos rolados
10-20	5,7	Pedras baixas e seixos rolados
00-10	5,5	Pedras altas e seixos rolados

Tabela 17: Detalhamento do Perfil 10 do mergulho no 1º dia.

Linha 10.1: 2º Dia (pontos mais próximos da praia) Início mergulho: 10:30

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	3,2	Pedra
90-80	2,9	Pedra
80-70	3,0	Pedra/Areia fina
70-60	2,6	Areia
60-50	2,3	Areia fina e pedra
50-40	2,0	Areia fina
40-30	1,3	Areia fina
30-20	1,0	Areia Fina
20-10	0,5	Areia fina e pedra
10-00	0,0	Areia fina e pedra

Tabela 18: Detalhamento do Perfil 10 do mergulho no 2º dia.

Linha 09:

Foi feita do 00 a 100m da terra para o mar

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
90-100	7,1	Areia grossa
80-90	6,3	Pedra e areia grossa
70-80	5,9	Pedra
60-70	4,5	Pedra com corais
50-60	3,9	Pedra com corais
40-50	3,8	Pedras
30-40	6,2	Pedra muito alta com desnível do fundo até a pedra de 3m
20-30	5,8	Pedra
10-20	5,9	Pedra
00-10	5,8	Pedra

Tabela 19: Detalhamento do Perfil 09 do mergulho no 1º dia.

Linha 08:

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
90-100	8,0-8,2	Areia fina e pedras isoladas
80-90	7,7	Areia fina, pedras isoladas
70-80	7,8	Areia Fina
60-70	7,9	Areia Fina
50-60	7,7	Areia Fina
40-50	7,4	Areia fina, poucas pedras enterradas
30-40	7,3	Pedra e areia fina
20-30	6,6	Pedra
10-20	6,9	Pedra
00-10	6,7	Pedra

Tabela 20: Detalhamento do Perfil 08 do mergulho no 1º dia.

Linha 08.1: 2º Dia (pontos mais próximos da praia)

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	3,5	Areia
90-80	3,2	Areia
80-70	2,5	Areia
70-60	2,0	Pedra
60-50	2,1	Pedra
50-40	1,6	Pedra
40-30	1,4	Areia
30-20	1,0	Areia
20-10	0,5	Areia
10-00	0,2	Areia

Tabela 21: Detalhamento do Perfil 08 do mergulho no 2º dia.



Figura 157: Cascalho e areia grossa aos 60 m.



Linha 06:

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	6,0	Pedra
90-80	5,9	Pedra
80-70	5,7	Pedra
70-60	5,4	Pedra
60-50	5,6	Pedra
50-40	5,3	Pedra
40-30	5,0	Pedra
30-20	4,4	Pedra
20-10	4,1	Pedra
10-00	4,1	Pedra

Tabela 22: Detalhamento do Perfil 06 do mergulho no 2º dia.

Linha 06: 3º Dia (pontos mais próximos da praia) Início do mergulho: 10:15

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	6,7	Pedras com areia grossa
90-80	6,7	Pedras esparsas com algas com areia grossa e algas
80-70	6,9	Pedras esparsas com areia fina, silte
70-60	6,6	Pedras, seixos rolados e areia
60-50	6,8	Areia, pedras isoladas
50-40	6,7	Areia fina, silte, seixos rolados, pedras isoladas
40-30	6,4	Pedra alta, do enrocamento
30-20	6,4	Pedra lisa, laje, com seixo rolado
20-10	6,1	Pedra lisa plana, com seixos rolados e algas
10-00	6,3	Pedra lisa plana, com seixos rolados e algas

Tabela 23: Detalhamento do Perfil 06 do mergulho no 3º dia.

Linha 05:

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	6,2	Pedra alta e seixo rolado
90-80	5,8	Pedra e seixos rolados
80-70	5,6	Pedra com algas
70-60	5,8	Pedra com algas
60-50	6,8	Pedra e seixos rolados
50-40	6,8	Pedra natural e da contenção
40-30	7,3	Pedras naturais e da contenção
30-20	7,1	Pedras naturais e da contenção
20-10	7,0	Pedras naturais e da contenção
10-00	7,0-6,5	Pedras da contenção e areia

Tabela 24: Detalhamento do Perfil 05 do mergulho no 2º dia.



Foi observado o fundo homogêneo com pedras naturais(laje), com pedras da contenção de tamanhos variados e seixos rolados. A profundidade foi constante em toda a secção.

Linha 05: (pontos mais próximos da praia)

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	6,3	Pedra lisa e seixos rolados
90-80	6,3	Pedra lisa e seixos rolados
80-70	7,4	Areia grossa
70-60	6,6	Areia grossa, cascalho, pedra e seixos rolados
60-50	6,5	Areia grossa, cascalho, pedra e seixos rolados
50-40	6,0	Cascalho, pedra e seixos rolados
40-30	5,6	Pedra com pedras do enrocamento por cima
30-20	5,6	Laje
20-10	5,5	Laje
10-00	5,6	Laje, com pedras do enrocamento

Tabela 25: Detalhamento do Perfil 05 do mergulho no 3º dia.

Linha 03:

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	5,4	Laje
90-80	5,3	Laje
80-70	5,8	Pedra e areia
70-60	5,3	Pedra
60-50	5,4	Laje, pedras enrocamento
50-40	6,0	Pedra lisa, laje, seixo rolado
40-30	5,6	Pedra lisa, laje, seixo rolado e areia grossa
30-20	5,5	Pedras soltas, areia grossa, cascalho
20-10	5,8	Cascalho, areia grossa, pedras isoladas
10-00	5,7	Cascalho, areia grossa, pedras isoladas

Tabela 26: Detalhamento do Perfil 03 do mergulho no 3º dia.

Linha 02

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	6,7	Areia grossa e pedras
90-80	6,5	Areia grossa e pedras
80-70	6,9	Areia grossa e pedras da contenção
70-60	6,8	Areia grossa e pedras da contenção
60-50	7,1	Areia grossa e pedras da contenção
50-40	7,1	Areia grossa, pedras da contenção e silte
40-30	6,8	Silte
30-20	6,7	Silte
20-10	6,5	Silte
10-00	6,4	Silte

Tabela 27: Detalhamento do Perfil 02 do mergulho no 2º dia.



Linha 01:

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	5,7	Pedra lisa, laje, seixos rolados, cascalho, pedras soltas
90-80	5,6	Pedra lisa, laje, seixos rolados, cascalho, pedras soltas
80-70	5,7	Pedra lisa, laje, seixos rolados, cascalho, algas
70-60	5,5	Pedra lisa, laje, seixos rolados, cascalho
60-50	5,8	Pedra lisa com algas, laje, seixos rolados, cascalho
50-40	5,7	Pedra lisa com algas, laje, seixo rolado, cascalho
40-30	5,7	Pedra lisa com algas, laje, seixo rolado, cascalho, pedras soltas
30-20	5,2	Pedra lisa com algas, laje, seixo rolado, cascalho, pedras soltas
20-10	5,5	Pedra lisa com algas, laje, seixo rolado, cascalho, pedras soltas
10-00	5,4	Pedra lisa com algas, laje, seixo rolado, cascalho, pedras soltas

Tabela 28: Detalhamento do Perfil 01 do mergulho no 3º dia.

Linha 00:

Metragem(m)	Profundidade(m)	Tipo de fundo
100-90	7,2	Areia fina, silte, cascalho
90-80	6,9	Pedras pequenas isoladas com algas, laje, seixo rolado, cascalho
80-70	6,7	Pedra, laje, cascalho
70-60	6,3	Pedra, laje, cascalho
60-50	5,6	Pedra, laje, cascalho
50-40	5,9	Pedra, laje, cascalho
40-30	6,3	Pedra, laje, cascalho
30-20	6,3	Pedra, laje, cascalho
20-10	7,0	Pedra, laje, cascalho
10-00	6,3	Pedra, laje, cascalho

Tabela 29: Detalhamento do Perfil 00 do mergulho no 3º dia.

É importante a informação que apenas no perfil 09, foi localizado pedra com corais, contudo estas estão a uma profundidade variando entre 3,9m à 6,3m, o que significa que o enrocamento de pedras (espigão) que será implantado próximo a esta linha não afetará ou atingirá o respectivo ecossistema, o mesmo acontecendo com o aterro hidráulico proposto.

Identificação da Biota Marinha

São apresentados a seguir a fauna encontrados e registrados durante os mergulhos de prospecção nas 12 linhas mergulhadas:

Ictiofauna

ESPÉCIE	NOME VULGAR
<i>Pomacantus paru</i>	Paru preto
<i>Pomacanthus ciliaris</i>	Peixe anjo
<i>Haemulon plumieri</i>	Biquara
<i>Haemulon sciurus</i>	Xila
<i>Anisotremus virginicus</i>	Frade/Salema
<i>Acanthurus chirurgus</i>	Lanceta azul
<i>Acanthurus coeruleus</i>	Lanceta preta

Tabela 30: Identificação da Ictiofauna nos mergulhos.

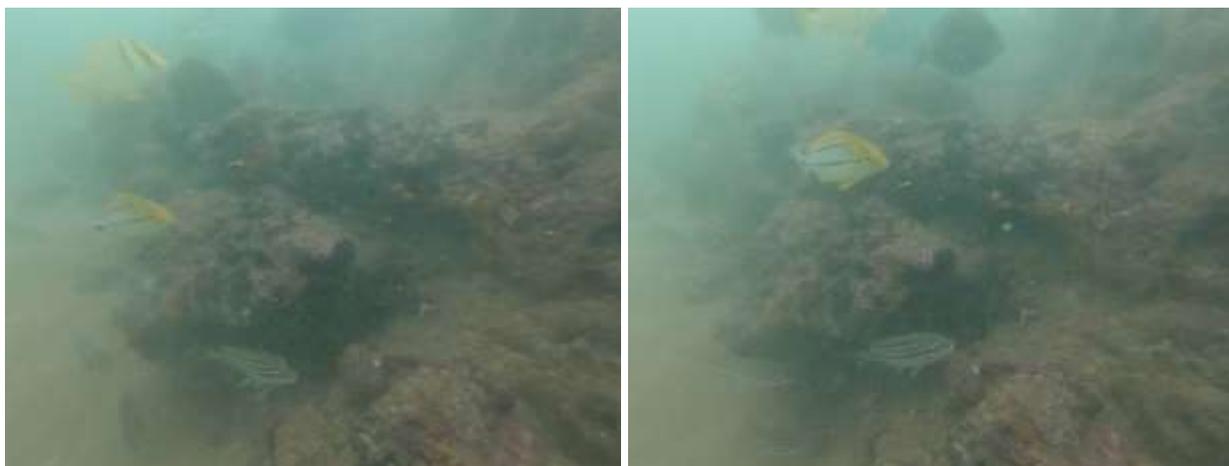


Figura 158: Vista das espécies ictias Frade, Xila e Carro de boi



Figura 159: Vista das espécies ictias Carro de boi e Xila

Espônjas

ESPÉCIE
<i>Didemnum sp</i>
<i>Haliclona sp.</i>
<i>Aplysina cauliformis</i>
<i>Chodrilla sp</i>
<i>Chelonaplysilla sp</i>
<i>Botrylloides sp</i>
<i>Cinachyrella sp</i>
<i>Xestospongia sp</i>
<i>Leucetta sp</i>
<i>Plakortis sp</i>
<i>Agelas sp</i>
<i>Trididemnum sp</i>
<i>Distaplia sp</i>

Tabela 31: Identificação das Espônjas nos mergulhos.



Figura 160: Vista da espécie de esponja *Haliclona sp.*, abundante na área e da espécie *Aplysina cauliformis*



Figura 161: Vista da espécie de esponja *Chodrilla sp.* e da espécie *Chelonaplysilla sp.*



Figura 162: Vista da espécie de esponja *Didemnum sp* e da espécie *Aplysina sp*.



Figura 163: Vista da espécie de esponja *Botrylloides sp* e da espécie *Cinachyrella sp*.



Figura 164: Vista da espécie de esponja *Xestospongia sp* e das espécies *Aplysina sp* e *Clathrina sp*.



Figura 165: Vista das espécies de esponja *Leucetta sp* e *Plakortis sp* e da espécie *Ircinia sp*.



Figura 166: Vista das espécies de esponja *Agelas sp*, *Trididemnum sp* e da espécie *Ircinia sp*.



Figura 167: Vista das espécies de esponja *Distaplia sp* e da espécie *Ircinia sp*.



Figura 168: Vista da espécie de esponja *Aplysina Sp.*

Corais

ESPÉCIES
Mussimilia hispida
Mussimilia harttii
Mussimilia braziliensis

Tabela 32: Identificação dos Corais nos mergulhos.



Figura 169: Vista das espécies de coral *Mussimilia hispida* e *Mussimilia braziliensis*.



Figura 170: Vista das espécies de coral *Mussismilia harttii* e *M. brasiliensis* e *M.harttii*.



Figura 171: Vista do Perfil 09 com 50 m e as 3 espécies de corais *Mussismilia harttii*, *Braziliensis* e *Hispida*. Na segunda foto as 3 espécies de corais, *M. harttii*, *braziliensis*, *hispida*.



Figura 172: Vista das espécies de coral *M. brasiliensis* e *M. harttii* e na segunda foto as espécies *M.harttii* e *braziliensis*.

Algas

Nome Vulgar	Nome Científico
Algas	
Alga macarrão	<i>Gracilaria birdiae</i>
Alga Macarrão grosso	<i>Gracilaria caudata</i>
Alga Sargasso	<i>Sargassum vulgare</i>
Ova de bagre	<i>Botryocladia sp</i>
Palma	<i>Palmaria palmata</i>
Uvinha	<i>Caulerpa racemosa</i>
Crespa	<i>Criptonemia seminervis</i>

Tabela 33: Identificação das Algas nos mergulhos.

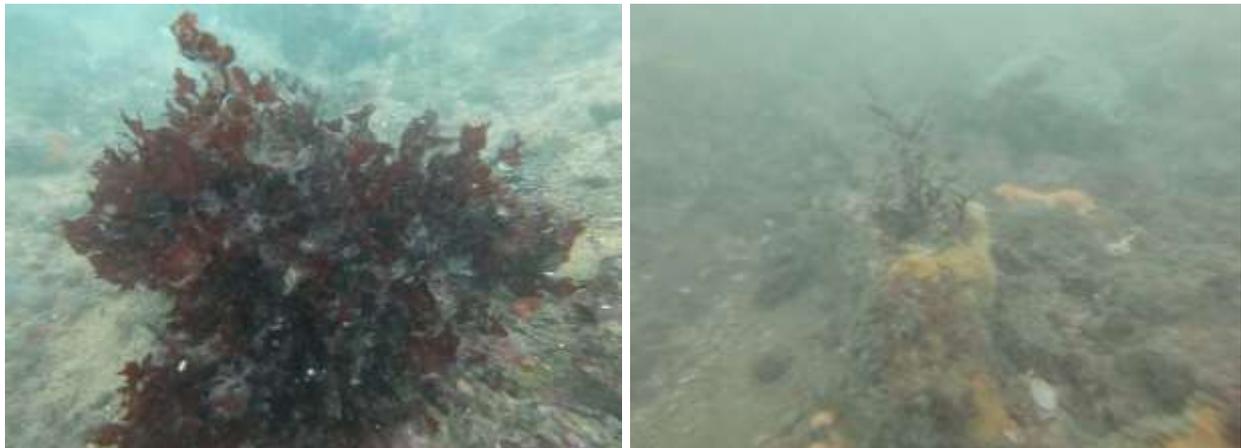


Figura 173: Vista da espécie de alga *Criptonemia seminervis* e na segunda foto a espécie *Gracilaria birdiae*.



Figura 174: Vista da espécie de alga *Palmaria palmata* e na segunda foto a espécie *Botryocladia sp*.



Figura 175: Vista da espécie de alga *Botryocladia sp* e na segunda foto a espécie *Caulerpa racemosa*.



Figura 176: Vista da espécie de alga *Caulerpa racemosa*.

Crustáceos

Não foram avistados nenhuma espécie durante os mergulhos

Discussão dos Resultados

De uma forma geral, com relação a vida marinha presente no local, podemos afirmar preliminarmente, pelos mergulhos realizados, que em todas as linhas pesquisadas os invertebrados são os animais mais abundantes, compostos de poliquetas, ascídeas e esponjas, sendo esse último, disparadamente o mais abundante. Em todas as linhas de mergulho foi observada a presença de esponjas, com a mesma variação de espécies, sendo uma ou outra espécie mais abundante.



Existe uma fraca ocorrência de peixes, com uma ictiofauna muito pobre, sendo mais exuberante e diversa em locais que havia um desnível maior nas pedras superior à um metro, isso favorece uma maior ocorrência de peixes e outros animais. Essa fraca abundância de peixes, de uma forma geral, parece que ocorre em virtude de a área marinha prospectada ser extensa e tendo em sua maior porção a ocorrência de substrato consolidado plano, dessa forma os peixes se espalham em busca de alimento e se concentram em alguns locais, com maior desnível, com maior turbulência e profundidade, bem como essa concentração é para o acasalamento e reprodução.

Não foram avistadas espécies de peixes pelágicos ou de passagem, ou cardumes de nenhuma espécie.

O leito marinho de uma forma geral nas linhas prospectadas, é majoritariamente composto de substrato consolidado, pedras, planas como uma laje, alguns cabeços de pedras ou com pedras do enrocamento de contenção que o mar “puxou” da praia até cerca de 400 metros mar a dentro. Nessas pedras existem poucos locais que sirvam como abrigo para peixes e crustáceos, motivo pelo qual não foram avistadas lagostas ou outro representante dos crustáceos.

Uma área que merece um estudo mais detalhado é a linha 09, onde identificamos 03 espécies de corais, em uma quantidade bastante abundante, haja vista que essa formação de corais é endêmica do Brasil e altamente ameaçada de extinção. Porém elas estão localizadas fora da área de implantação do projeto, mas merece um monitoramento contínuo durante a implantação das obras.

Com relação aos tipos de fundo encontrados durante a prospecção, pode concluir que no perfil 11 o que predominou foi pedra e cascalho, no perfil 10 seixos rolados e pedras, no perfil 09 pedras firme, com um grande desnível, formando um cabeço, com peixes e corais, no perfil 08 dos 100 aos 50 metros areia e até o 00 pedra. E nos demais perfis de uma forma geral o fundo predominante foi de pedras, com exceção do perfil 02, que foram encontrados depósitos de silte, muito provavelmente por este ser o ponto mais próximo da desembocadura do Rio Ceará.

Composto por organismos com grande capacidade locomotora na coluna d'água. Inclui toda ictiofauna (peixes ósseos e cartilagosos), além mamíferos e répteis aquáticos

A ictiofauna foi composta pelas seguintes espécies: *Pomadasys corvinaeformis* (cocoroca), *Eucinostomus gula* (carapicu), *Menticirrhus americanos* (betara), *Abudefduf saxatilis* (sargento), *Ablennes hians* (laborão), *Calamus pennatula* (pena), *Archosargus rhomboidalis* (sargo de dente), *Holocentrus adscensionis* (mariquita), *Anisotremus surinamensis* (pirambú), *Haemulon parra* (cambuba), *Pomacanthus paru* (parum preto), *Sparisoma amplum* (bodião), *Sparisoma axillare*



(bodião), *Sparisoma frondosum* (bodião ou batatas), *Acanthurus coeruleus* (lanceta azul), *Holacanthus ciliaris* (peixe-anjo), *Chaetodipterus faber* (parum branco), *Ocyurus chrysurus* (guaiúba), *Kyphosus sectatrix* (caramaniçoba), *Lutjanus analis* (cioba), *Lutjanus apodus* (caranha), *Bathygobius soporator* (moré), além das espécies de maior interesse econômico para a pesca artesanal: Serra (*Scomberomorus brasiliensis*), Guarajuba (*Caranx latus*), Ariacó (*Lutjanus synagris*), Biquara (*Haemulon plumieri*), Robalo (*Centropomus undecimalis*) e a Tainha (*Mugil cephalus*).

Mamíferos

Dentre os mamíferos com ocorrência na área estudada, podemos citar o boto-cinza *Sotalia fluviatilis* e o *Tursiops truncatus*, com registros esparsos. Não existem registros de que a área de instalação do projeto seja rota migratória de baleias no litoral nordestino.

Quelônios

Quanto aos quelônios, das 5 espécies que ocorrem no Brasil, 4 destas utilizam a região do projeto como corredor migratório e área de alimentação e descanso: a tartaruga verde ou aruanã (*Chelonia mydas*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), a tartaruga de oliva (*Lepidochelys olivacea*), e a tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*). Com exceção desta última, estudos recentes (Projeto INTERPESCA, 2021) revelam o uso da área do projeto para nidificação e reprodução destes animais. Cabe destacar que são espécies em perigo de extinção e protegidas por leis federais e internacionais. Nesse sentido, solicitamos atenção especial para as medidas mitigatórias e as compensações ambientais específicas propostas relacionadas a este táxon.

5.2.7.2 – Macrofauna Bentônica.

As praias do litoral de Caucaia apresentam diferentes tipos de formações fito-fisionômicas e ambientes como falésias, dunas, planícies fluviomarinhas e lagunas, que são diretamente influenciados pela ação dos processos costeiros (LIMA, 2019).

Os invertebrados marinhos bentônicos residem em quase todo sedimento do fundo oceano, e constituem uma das maiores assembleias faunísticas em área de cobertura no planeta.

Todo esse sedimento é tomado pela macrofauna bentônica, que se torna, dessa forma, um dos principais componentes dos ecossistemas aquáticos, uma vez que suas funções ecossistêmicas (ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica) são essenciais na manutenção e



regulação do ecossistema (ODUM, 1983). Por isso, torna-se essencial o estudo da macrofauna bentônica no momento em que se pretende inferir sobre possíveis impactos ambientais em ecossistemas aquáticos (GARCIA et al. 2014)

O presente item traz os resultados obtidos durante campanhas de coletas da macrofauna bentônica realizadas no ano de 2022 para atender aos objetivos do projeto de recuperação do litoral do município de Caucaia. O projeto avaliou a riqueza e a abundância dos principais grupos da macrofauna bentônica presentes na região entre a praia de Dois Coqueiros e Cumbuco.

Objetivo e Ação Específica

Objetivo: Realizar o levantamento da macrofauna bentônica coletada na área de interesse do projeto de recuperação do litoral do município de Caucaia entre a praia de Dois Coqueiros e Cumbuco, localizado no litoral oeste do estado do Ceará.

Ação: Determinar a abundância e os principais táxons da macrofauna bentônica que compõe o ecossistema aquático na área de influência do projeto de recuperação do litoral do município de Caucaia.

Materiais e Métodos

Áreas de Coleta

A área de estudo está localizada entre a praia de dois coqueiros e a praia do cumbuco, local de interesse do estudo, localizado no município de Caucaia, Ceará.

Os pontos foram definidos tendo como premissa a possível área afetada pela influência de um fator externo e antrópico. Foram amostrados 10 pontos distribuídos dentro da zona infralitoral considerando uma distância de aproximadamente 250m da costa e equidistantes entre si. As coletas foram realizadas visando uma melhor caracterização da biodiversidade da macrofauna bentônica presente no local.



Figura 177: Pontos de amostragem coletados entre a praia de dois coqueiros e cumbuco – Caucaia/CE. Fonte: Google Earth.

Procedimentos Laboratoriais

Procedimentos laboratoriais para amostras de macrofauna bentônica

Após a coleta, as amostras biológicas foram encaminhadas para análise. No laboratório, (Figura 178a) foram coradas com rosa bengala (Figura 178b) e após 24 horas, foram direcionadas para a triagem (Figura 178 c, d, e). Após a triagem, foi realizada a identificação e contagem dos organismos através de um estereomicroscópio (Figura 178f). A identificação dos táxons foi realizada a nível taxonômico de Classe, sendo utilizada bibliografia especializada.

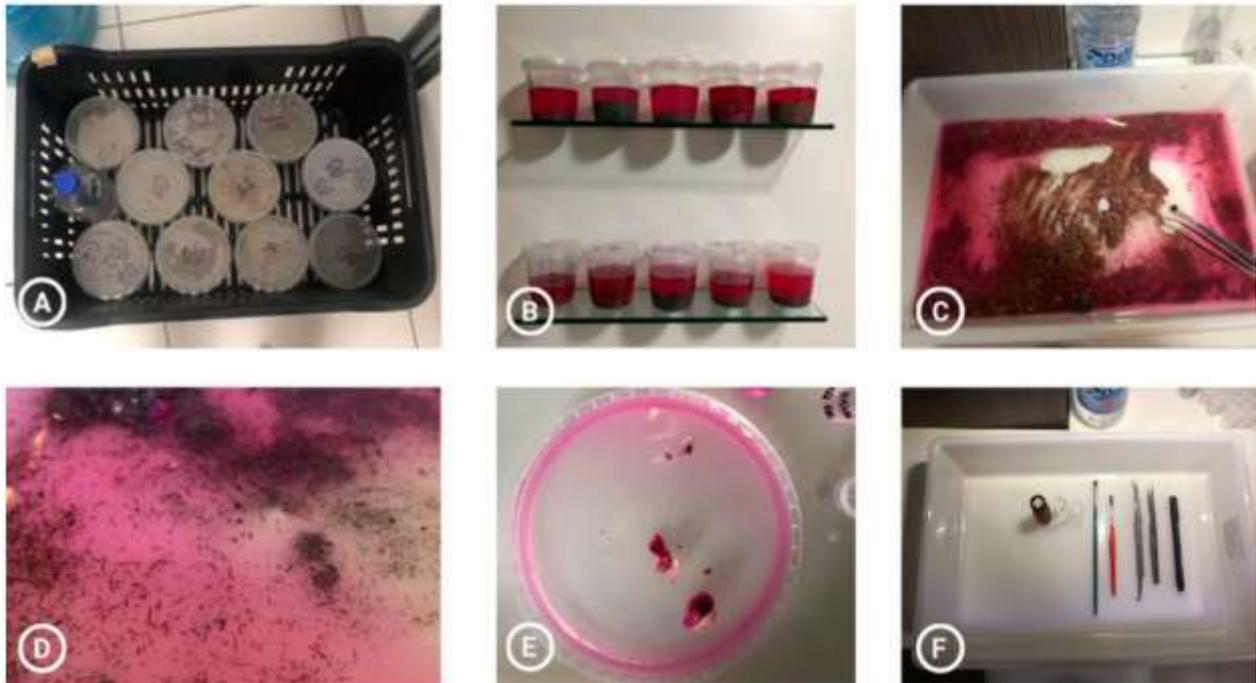


Figura 178: Atividades laboratoriais. a. Amostras armazenadas em recipientes e preparadas para receber o corante. b. Amostras coradas com a solução Rosa Bengala. c. Processo de triagem da macrofauna bentônica. d. Organismos presentes nas amostras. e. Separação dos organismos por grupo taxonômico. f. Material utilizado na triagem dos organismos presentes nas amostras.

Resultados

Dados Bióticos

Durante o levantamento da macrofauna foram contabilizados invertebrados pertencentes a cinco filos (Nemertea, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Equinodermata). O filo Arthropoda foi a categoria taxonômica de maior representatividade com 126 indivíduos, seguido do filo Annelidae com 48. O filo Mollusca, representado pelos gastrópodes e bivalves, foi o terceiro filo mais representativo com 11 indivíduos. Os filos Nemertea, Echinodermata apresentaram 2 e 9 representantes respectivamente.

Considerando a campanha de amostragem, foram coletados 196 invertebrados marinhos bentônicos, sendo os anelídeos poliquetas, amphipodas e moluscos os grupos mais representativos (Tabela 34). O Ponto 1 de amostragem foi a área com maior abundância de organismos coletados.

Grupos Taxonomicos	Poliqueta	Gastropode	Bivalve	Amphipoda	Caridea	Brachyura	Ofiuroide	Pycnogonyda	Nematoda	Isopode	Total
Abundância	48	3	8	117	1	2	9	2	2	4	196

Tabela 34: Abundância dos principais grupos de invertebrados coletados.

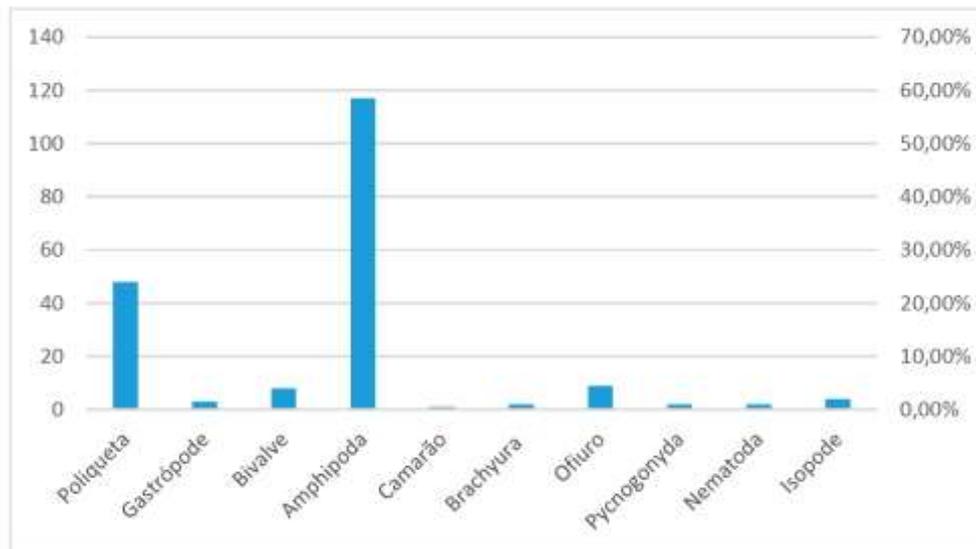


Figura 179: Gráfico apresentando a Soma da Abundância de Invertebrados Marinhos dos Ecosistema marinho entre a praia de dois coqueiros e cumbuco.

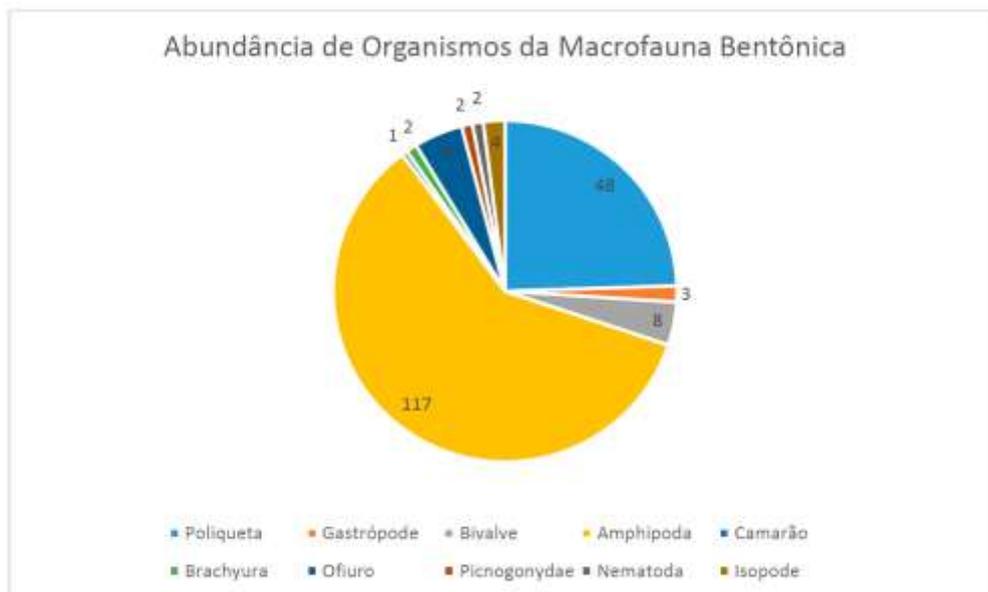


Figura 180: Gráfico da Abundância de Invertebrados Marinhos dos Ecosistema marinho entre a praia de dois coqueiros e cumbuco.

Grupos Taxonomicos	Pontos de amostragem									
	P0	P1	P2	P3	P5	P6	P7	P9	P10	P11
Nemertea	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Mollusca	0	5	3	0	0	1	0	2	0	0
Annelida	1	10	9	5	5	1	6	6	3	2
Arthropoda	2	50	2	9	0	3	3	14	43	1
Echinodermata	1	2	0	1	0	0	0	3	2	0
Total	5	67	15	17	5	5	10	22	46	4

Tabela 35: Abundância total dos principais grupos de invertebrados marinhos zoobentônicos coletados nas áreas de amostragem.

O Ponto 01 foi o ambiente que apresentou a maior abundância de organismos, um total de 67 animais contabilizados (34%) em todo o período de estudo (figura 178). O ponto 10 foi o segundo ambiente com relação a abundância de indivíduos, apresentando 45 organismos (24%).



Figura 181: Gráfico da Abundância de Invertebrados Marinhos dos Ecossistema marinho entre a praia de dois coqueiros e cumbuco.

Os Amphipodas (N=117) juntamente com os Poliquetas (N=48) foram os grupos mais abundantes no geral. Apesar da riqueza de táxons, os demais grupos não foram tão abundantes, entretanto um esforço amostral maior poderia destacar uma quantidade mais representativa desses animais.

De acordo com Neves e Valentim (2011), levando em conta a importância ecológica e econômica desses ambientes, é necessário aumentar o esforço de estudos de caracterização do

ecossistema bentônico. O uso monitoramentos periódicos seria necessário para uma caracterização mais significativa.

A baixa abundância de organismos presente em cada ponto coletado, pode ter relação significativa com o número de réplicas aplicado em cada amostragem realizada. De acordo com Costa et al. (2009) o número de réplicas a ser realizado por ponto de amostragem, vai depender do objetivo do trabalho a ser realizado com a macrofauna bentônica, recomendando-se de 2 a 3 réplicas por ponto. Entretanto, realizando uma réplica de coleta por ponto, apresentou uma presença considerável dos organismos na faixa amostrada entre a região da praia de dois coqueiros e cumbuco (Figura 182).

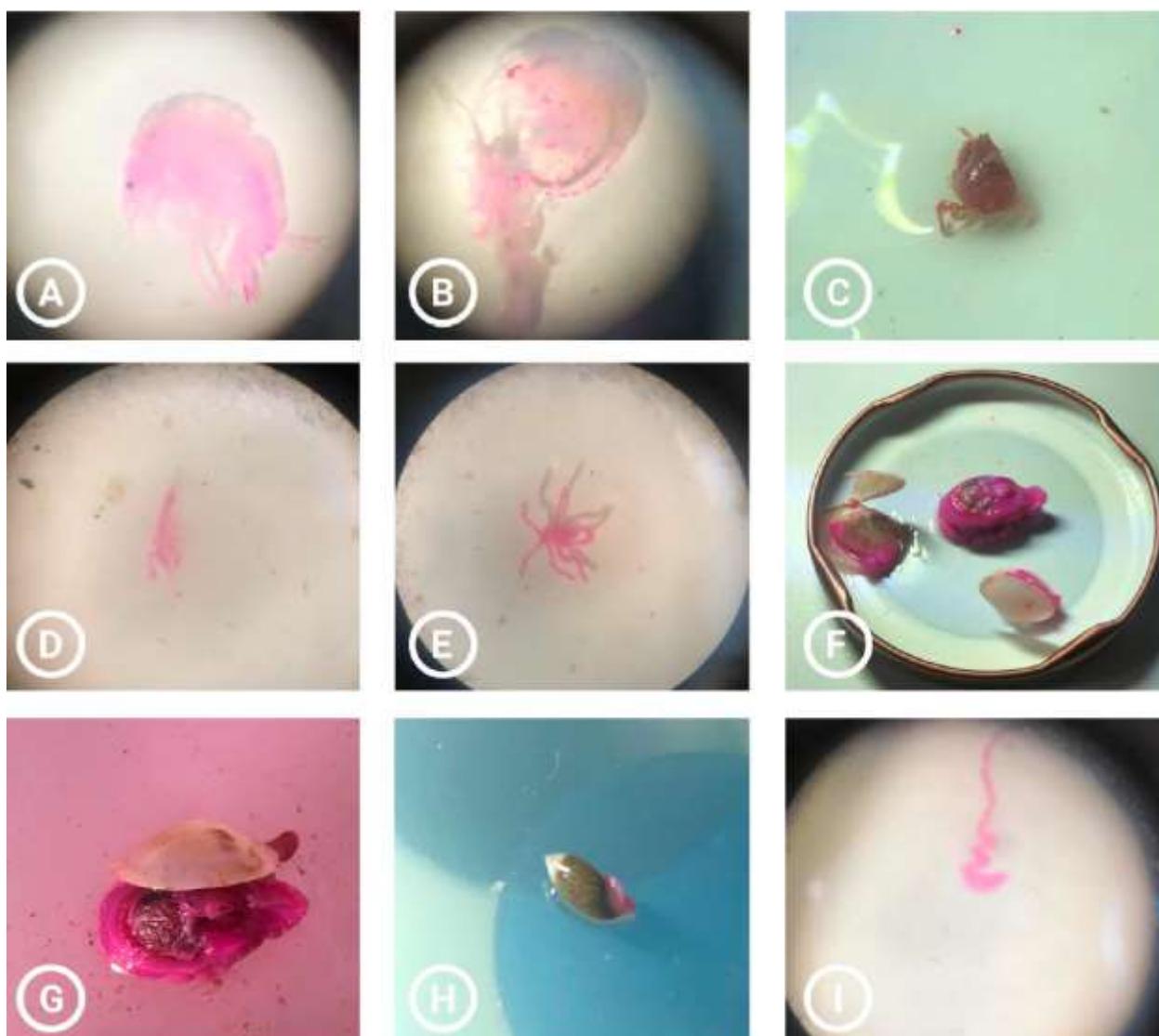


Figura 182: Amostras de organismos pertencentes a macrofauna bentônica coletada no município de Caucaia. A e B (Anfípoda); C (Brachyura); D (Anfípoda); E (Pycnogonida); F, G (Bivalve); H (Gastrópode); I (Poliqueta).



Em virtude do pouco conhecimento sobre a macrofauna bentônica das praias do nordeste, análises desta natureza mostram-se importantes para o conhecimento da biodiversidade local. Sendo importante para uma caracterização do ambiente, bem como embasamento para possíveis impactos ambientais que afetem a fauna nativa. Inclui os organismos que vivem tanto associados aos substratos consolidados (duros) como não consolidados (moles).

A flora bentônica é caracterizada principalmente pelas macroalgas, as quais desempenham um importante papel na base da cadeia alimentar pela fixação e introdução da energia nas cadeias tróficas. Encontram-se normalmente associadas a substratos consolidados e servem de abrigo ou substrato para briozoários, pequenos moluscos e crustáceos, dentre outros animais. Trabalhos revelam que na região ocorrem 45 táxons de algas, distribuídos em: 8 táxons de Chlorophyta; 6 táxons de Phaeophyta, e 31 táxons de Rhodophyta. Não tendo sido registrada a ocorrência da Divisão Cyanophyta.

Através de estudos bibliográficos, quanto à fauna bentônica, na área de estudo são encontrados basicamente os moluscos gastrópodes das espécies *Collisella subrugosa*, *Thais haemastoma floridana* e *Thais rustica*. Também é comum a presença dos crustáceos *Ligia exotica*, caranguejos grapsídeos, *Pachygrapsus transversus* e as cracas *Tetraclita stalactifera*, *Chthamalus* spp. e *Balanus* sp.

Dentre os organismos encontrados aderidos, foram registrados os filos Mollusca, Arthropoda, Chordata, Porifera, Cnidaria, Nematoda, Echinodermata, Brachiopoda, Ectoprocta, Polychaeta, Sipuncula, Kamptozoa, Echiura e Turbellaria. Através de mergulhos pôde-se constatar a presença de ascidiáceos (*Phallusia nigra*, *Didemnum* sp., *Eudistoma* sp.), octocorais (*Carijoa riisei*), anêmonas (*Bunodosoma* sp.), hidrozoários, moluscos vermetídeos e das esponjas *Aplysina* sp. e *Cinachyrella* sp. Na zona intertidal, a macrofauna bentônica compõe-se dos ouriços-do-mar (*Lytechinus variegatus* e *Echinometra lucunter*), corais madreporários (*Favia gravida*), moluscos gastrópodes (*Cerithium atratum*, *Leucozonia nassa*, *Pleuroploca aurantiaca*), molusco bivalve (*Crassostrea rhizophorae*), molusco cefalópode (*Octopus vulgaris*) e pelos crustáceos *Balanus amphitrite* e *Menippe nodifrons*.

6.2.7.2 – Avaliação qualitativa e quantitativa de fitoplâncton e zooplâncton

6.2.7.2.1 - Introdução

A comunidade planctônica é composta por diminutos organismos autotróficos, heterotróficos e mixotróficos com representantes de diferentes filos do reino animal, que vivem na



coluna d'água à deriva. Esses organismos não se movimentam, sendo seu deslocamento produto do movimento das águas oceânicas.

Existem diversas categorias de plâncton, mas duas são particularmente utilizadas para a alegação de respostas biológicas rápidas a alterações ambientais naturais ou antrópicas: zooplâncton e fitoplâncton. Esses dois grupos de organismos marinhos podem atuar como bioindicadores de impactos ambientais, principalmente os adversos, que podem ocorrer no ambiente oceânico.

O zooplâncton é um importante elo na transferência de energia entre os produtores primários e os demais níveis tróficos como peixes, tubarões e tartarugas (KENNISH, 1986; KIØRBOE, 2008). Por apresentarem curtos ciclos de vida e responderem rapidamente às mudanças ambientais e impactos antrópicos, esses organismos podem servir como bioindicadores de estresses, seja por uma modificação natural ou antrópica. Desta forma, a comunidade planctônica pode ser uma importante ferramenta para a compreensão do ecossistema e gestão ambiental de empreendimentos na zona costeira (BEDFORD et al., 2018).

O fitoplâncton é a fração do plâncton responsável pela maior parte da produtividade primária das zonas costeiras e oceanos, de forma que alterações em sua estrutura e dinâmica ecológica podem repercutir por toda a teia trófica, levando a graves impactos ambientais, sociais e econômicos (LADONI et. al., 2014). Os impactos ambientais adversos são possíveis de serem evitados por meio do monitoramento ambiental da composição de microalgas em regiões sob forte pressão de atividades humanas, mecanismos eficientes de gestão costeira são ferramentas importantes na preservação dos ambientes marinhos.

O monitoramento da floração de algas nocivas (HABs – Harmful Algal Blooms), é um tema muito debatido nas políticas públicas internacionais de prevenção e contenção de danos ambientais para a disponibilidade de recursos hídricos. O conceito de algas nocivas, segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO (2019), se baseia em dois potenciais riscos que o enriquecimento das águas marinhas, de modo antrópico ou natural, que podem causar danos, com relação a população de certas microalgas específicas, podendo haver um surto populacional (aumento abrupto em biomassa) e o aumento em biomassa de algas produtoras de toxinas. No primeiro caso o risco é a anoxia ambiental tendo em vista o volume de microalgas mortas em estado de decomposição após o esgotamento de nutrientes do meio; o outro caso se relaciona ao envenenamento da biota marinha local, com perda na qualidade de paisagem.

Desta forma o presente relatório tem como objetivo geral analisar a comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) que habita a área prevista para a implantação das obras de aterros e espigões do projeto de recuperação ambiental do litoral do município de Caucaia, nas Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba.

O estudo apresenta ainda como objetivos de gerar dados iniciais, gerar conhecimento sobre as áreas das obras de recuperação ambiental do litoral de Caucaia, de forma que possam ser úteis também para a elaboração de táticas de gerenciamento costeiro e sustentabilidade dos ecossistemas.

Outro fator relevante desse estudo é a importância de se fazer um levantamento de dados anteriores as obras costeiras que serão realizadas no município, de modo a sabermos as condições ambientais do fitoplâncton e zooplâncton a priori, para se ter condições de comparação com as condições ambientais durante as obras e após a conclusão dos trabalhos de recuperação e proteção da zona costeira de Caucaia.

Metodologia

O relatório é composto pelos dados coletados entre os pontos 0 e 11 da área de intervenção das obras de recuperação do litoral do Município de Caucaia nas Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba (Figura 1).



Figura 183: Área de coleta das amostras de água para análise de fitoplâncton e zooplâncton.



As amostras foram coletadas em expedição marítima utilizando uma embarcação motorizada com tripulação experiente na coleta de fitoplâncton e zooplâncton. A expedição foi realizada no dia 1º de fevereiro de 2022. Foram coletadas amostras de água nos Pontos 00, 02, 04, 06, 08, 10 e 11. A escolha desses pontos se justifica por cobrir de forma significativa, dentro da perspectiva dos sistemas ambientais, toda a área do projeto de recuperação e proteção costeira do município de Caucaia.

A Tabela 36 estão apresentadas as coordenadas geográficas dos pontos de coleta no sistema UTM da Zona 24 M.

Pontos	Fitoplâncton	Zooplâncton	Longitude	Latitude
Ponto 00	X	X	540467	9592824
Ponto 01			539779	9592756
Ponto 02	X	X	539160	9592981
Ponto 03			538549	9593259
Ponto 04	X	X	538028	9593622
Ponto 05			537404	9594075
Ponto 06	X	X	536834	9594468
Ponto 07			536297	9594885
Ponto 08	X	X	535890	9595298
Ponto 09	X	X	535382	9595855
Ponto 10	X	X	534890	9596283
Ponto 11	X	X	534430	9596792

Tabela 36: Amostras de fitoplâncton e zooplâncton coletadas nos entre os pontos 0 e 11.

A expedição coletou um total de 8 amostras de água superficiais para análise de fitoplâncton e zooplâncton para o projeto de recuperação ambiental do litoral de Caucaia nas Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba.

6.2.7.2.2 – Análise de zooplâncton

As amostras de zooplâncton analisadas nesse relatório foram coletadas na expedição marítima realizada em 1º de fevereiro de 2022, para monitoramento da microbiota aquática da área de interesse.

O material foi coletado através de arrastos marítimos horizontais subsuperficiais com rede cônica de 20 μm , com uma corda de 5 metros de comprimento e abertura de boca de 30 cm de diâmetro (Figura 184A).

Os arrastos foram realizados com a embarcação girando em torno do ponto escolhido para coleta, durante um tempo de 5 minutos.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos (Figura 184 B) e fixadas em solução de formaldeído 4%.



Figura 184: A – Rede para coleta e fitoplâncton e zooplâncton; B – amostras fixadas com formaldeído.

6.2.7.2.3 – Fitoplâncton

As amostras para análise qualitativa de fitoplâncton foram coletadas com auxílio de uma rede cônica de plâncton, com corda de extensão de 5 metros (Figura 184 A), mantida submersa na sub superfície de cada ponto coletado, ao passo que a embarcação girava em torno de seu eixo, permanecendo submersa durante 5 minutos.

Terminado o arrasto, o material coletado foi armazenado em frascos de plástico (Figura 2B) e fixados com formaldeído na concentração de 4%.

Todas as amostras coletadas foram destinadas ao Laboratório de Carcinicultura da Universidade Estadual do Ceará (LACAR – UECE), aonde foram analisadas.

6.2.7.2.4 – Análise laboratorial

Zooplâncton e Fitoplâncton

No laboratório os organismos zooplancônicos presentes nas amostras foram contados através de microscópio estereoscópio. Os táxons foram identificados a nível de ordem.

A densidade (ind./m³) do zooplâncton foi calculada através da formula de Villafañe e Reid (1995) que tem a seguinte estrutura:

$D=N/V$, aonde

N = número total de cada táxon na amostra, e

V -= volume de água filtrado na coleta.

As análises qualitativas e quantitativas do fitoplâncton das amostras coletadas foram feitas utilizando um microscópio óptico binocular modelo MLW Labplan com Zoom Óptico de 10x (Figura 185).

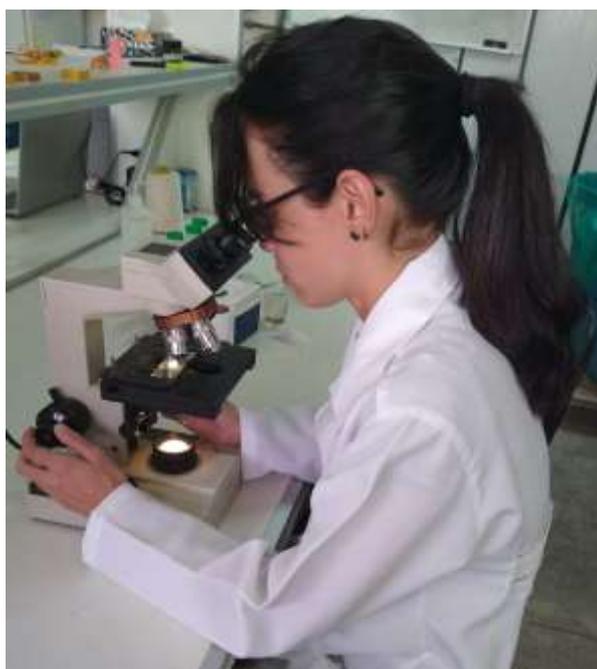


Figura 185: Análise quali-quantitativa ao microscópio óptico binocular MLW Labplan.

6.2.7.2.5 – Resultados

A comunidade zooplânctônica nas áreas de coleta foi composta por 17 táxons, com representantes das ordens Cladocera, Cyclopoida, Anostraca, Anomopoda, Calanoida. A densidade média total das amostras 71,8 ind./m³.

O grupo de organismos zooplânctônicos com maior abundância relativa foram Cladocera e Cyclopoida, sendo encontrados em todas as amostras.

A densidade relativa total de fitoplâncton, calculada pela média das 8 amostras coletadas na zona marinha da área diretamente afetada do projeto de recuperação do litoral de Caucaia foi de 118,75 ind./L.

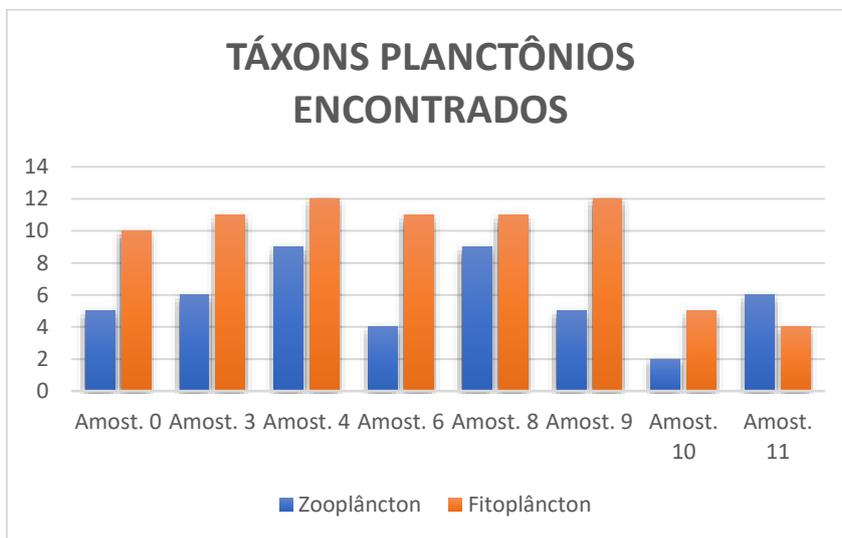


Figura 186: Gráfico da Quantidade de indivíduos por táxon encontrados nas amostras entre zooplâncton e fitoplâncton.

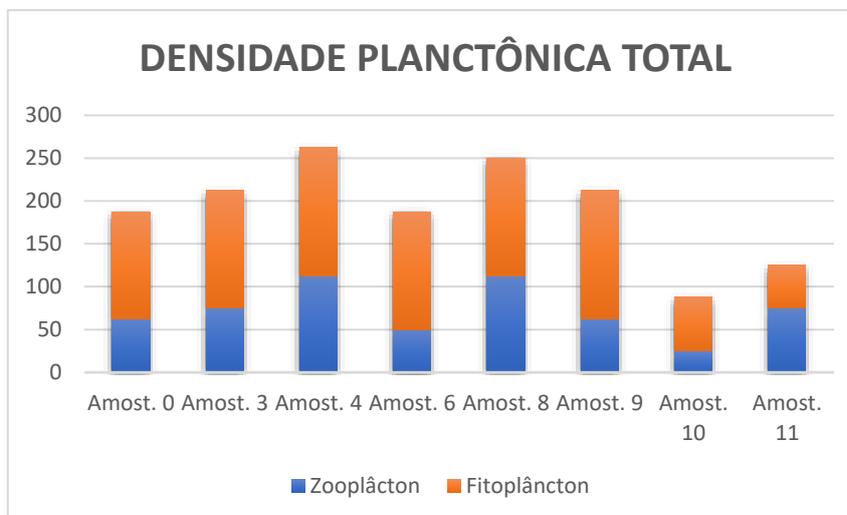


Figura 187: Gráfico da Densidade Planctônica Total entre zooplâncton e fitoplâncton.



6.2.7.2.6– Considerações Finais

Os dados analisados mostram relevantes informações sobre a comunidade zooplânctônica que devem ser monitorados para observar possíveis impactos naturais e antrópicos. A concentração total de plâncton se mostra favorável ao ambiente, de modo que ambas as concentrações de zooplâncton e fitoplâncton, se encontram em quantidade ideal, fazendo-se necessário também o acompanhamento regular das densidades de fitoplâncton e zooplâncton.

A comunidade zooplânctônica é composta por 17 táxons, com representantes das ordens Cladocera, Cyclopoida, Anostraca, Anomopoda, Calanoida. A densidade média total das amostras 71,8 ind./m³. O grupo de maior abundância relativa foram Cladocera e Cyclopoida, sendo encontrados em todas as amostras.

A densidade relativa total de fitoplâncton foi de 118,75 ind./L.

Os padrões de densidade de zooplâncton e fitoplâncton são considerados normais para as águas costeiras do litoral do Ceará, caracterizado por águas quentes com baixa quantidade de nutrientes. A pobreza em nutrientes é explicada pela fraca hidrologia continental de uma região semiárida, caracterizada por períodos chuvosos muito curtos (quadra invernal de fevereiro a abril) e sujeita a períodos de secas prolongadas.

6.2.7.3 – Quelônios.

As tartarugas marinhas são répteis marinhos de hábitos migratórios, com ciclo de vida relativamente longo, muitas particularidades reprodutivas e atualmente encontram-se mundialmente em perigo de extinção e são protegidos por leis federais brasileiras. As tartarugas marinhas dividem-se em duas famílias: *Cheloniidae* e *Dermochelyidae*. Na família *Dermochelyidae*, há apenas uma única espécie representante, que é a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriácea*). Das sete espécies existentes, cinco habitam o Brasil e a literatura relata registros de todas elas no Ceará.

Desde 2016 o Projeto INTERPESCA, do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará (DEP/UFC) vem realizando o registro de encalhes de animais vivos e mortos, incluindo filhotes, sub-adultos e adultos. Também vem realizando o registro, sinalização e monitoramento de ninhos de tartarugas em todo litoral de Caucaia e áreas a oeste da RMF, através de buscas ativas no ambiente, mas principalmente através de informações recebidas



espontaneamente pela população por meio de contatos via telefone, whatsapp, redes sociais (facebook, instagram) e por meio do aplicativo TARTARUGANDO (Interpesca, 2018).

Resultados destes trabalhos revelaram que 4 espécies de tartarugas utilizam o litoral de Caucaia como corredor migratório e área de alimentação e descanso: a tartaruga verde ou aruanã (*Chelonia mydas*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), a tartaruga de oliva (*Lepidochelys olivacea*), e a tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*). Com exceção desta última, estudos recentes (INTERPESCA, 2021) revelam o uso da área do projeto para nidificação e reprodução destes animais. Cabe destacar que são espécies em perigo de extinção e protegidas por leis federais e internacionais. Nesse sentido, será dada atenção especial para as medidas mitigatórias e as compensações ambientais específicas propostas relacionadas a este táxon.

Os dados de campo obtidos desde 2016 demonstram que existe um número significativo de encalhes de animais vivos e mortos (total de 257). Dentre as principais causas das mortes das tartarugas examinadas pelo projeto estão a ingestão de plástico verificada em 85% dos indivíduos examinados, seguido por doenças como a fibropapilomatose (11%) e pelas interações passivas com artes de pesca (4%) (n_Total= 106; m plástico=90; n_fibropap=12; m pesca=4).

A tabela 37 mostra os números de registros feitos anualmente no período de 2016 a 2021.

	Mortos	Vivos	Ninhos
2016	35	4	0
2017	27	2	4
2018	34	2	6
2019	39	3	9
2020	41	3	2
2021	81	7	41
TOTAL	257	20	62

Tabela 37: Número de registros realizados na área entre 2016 a 2021.

Fonte: Projeto INTERPESCA (2021)

A figura 188 mostra imagens de alguns animais encalhados na área de influência direta do Projeto de Revitalização do Litoral de Caucaia



Figura 188: Tartarugas marinhas encalhadas mortas em algumas praias de Caucaia-CE.
(Fonte: Projeto INTERPESCA)

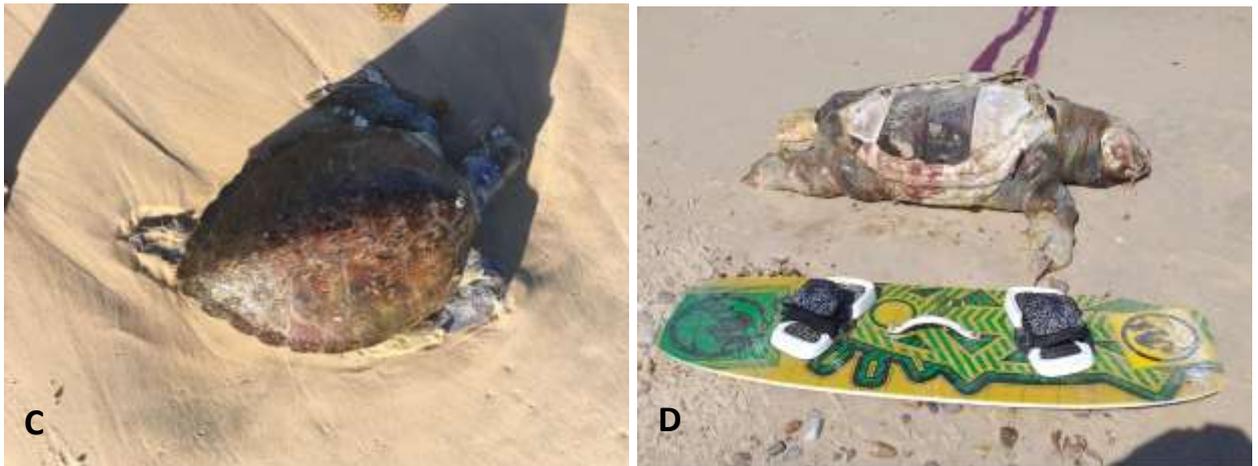


Figura 189: Tartarugas marinhas encalhadas viva na Praia da Tabuba, Caucaia-CE.
(Fonte: Projeto INTERPESCA)

- A: Fêmea adulta *Chelonia mydas*, na Praia do Cumbuco;
- B: Fêmea adulta *Eretmochelus imbricata*, na Praia da Tabuba;
- C: Macho adulto *C. mydas*, na Praia do Pacheco; e,
- D: Macho adulto *C. mydas*, na Praia do Icaraí.



Figura 190: Resgate de tartaruga marinha na Praia do Icaraí, Caucaia-CE. (Fonte: Projeto INTERPESCA)

Em relação ao número de ninhos, desde o início dos registros foram contabilizados 62 ninhos. Acredita-se que estes números sejam subestimados e não correspondam fidedignamente à realidade, uma vez que a maioria dos registros ocorre por informação recebida diretamente da população, e possivelmente muitos encalhes e ninhos não são notificados, especialmente aqueles que ocorrem em áreas não povoadas.



Figura 191: Marcação de Ninho de Tartaruga na Praia do Cumbuco, Caucaia-CE e ovos de tartaruga não eclodidos devido à compactação da areia pela passagem de veículos, em ninho na Praia do Pecém. (Fonte: Projeto INTERPESCA)



Figura 192: Início do processo de abertura de um ninho na Praia da Tabuba, Caucaia-CE, e detalhe de um filhote na Praia do Pacheco. (Fonte: Projeto INTERPESCA)



Figura 193: Soltura de filhotes retidos e resgatados após a abertura de um ninho na Praia do Cumbuco. Notar a população local que sempre colabora e participa destas atividades, em especial as crianças (Fonte: Projeto INTERPESCA).



6.2.7.4 – Mamíferos Marinhos.

No mundo existem 130 espécies descritas de mamíferos marinhos, sendo que destas, 44 ocorrem em água brasileiras e 8 são consideradas ameaçadas de extinção (ICMBIO, 2018). Existem os grupos taxonômicos: ordem Cetácea (baleias, golfinhos e botos) e a ordem Sirênia (peixes-boi) (Zerbini et al, 2002).

A região Nordeste está entre as áreas menos estudadas no país a respeito dos mamíferos marinhos embora mais 40 por cento da sua diversidade pode ser encontrada nesta região (Costa et al.,2017 apud Carneiro,2021).

No estado do Ceará já houve registro 25 espécies de mamíferos marinhos, das quais somente uma foi de sirênios (o peixe-boi *Trichechus manatus*) e todas as demais de cetáceos (Carvalho et al., 2021). Desde 1992 os registros têm sido feitos pelo Grupo de Estudos de cetáceos do Ceará (GECC) e pela Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (Aquasis) (Meirelles et al., 2009).

Os cetáceos são uma espécie circunglobal. Algumas espécies são encontradas apenas em rios, outras em regiões costeiras e estuarinas, podendo adentrar em rios e ocasionalmente se afastarem da costa, mas a grande maioria das espécies são oceânicas, efetuando grandes deslocamentos diários.

Devido as características físicas da água o som se propaga de maneira mais eficiente e percorre longas distâncias em alta velocidade (Nowacek et al., 2007), podendo ser próximo a cinco vezes mais rápido na água que no ar. A audição é o sentido que muitos organismos marinhos usam para interagir com o ambiente ao seu redor, devido a isso o som possui papel fundamental na vida desse grupo, que faz uso do som para obter informações do ambiente (Bregman, 1990). As metodologias para monitoramento embarcado de cetáceos normalmente apresentam grandes dificuldades para serem executadas por apresentarem um custo financeiro alto. Entretanto, os encalhes de cetáceos oferecem oportunidades de estudo com baixo custo e de longo prazo de amostragem (Berrow, 2014).

Dados de 12 anos de monitoramento de praia feitos no Ceará demonstraram que foram registrados 502 cetáceos encalhados, distribuídos em 20 espécies. O boto-cinza, *Sotalia guianensis*, é a espécie que mais encalha no Ceará. Além desta, as outras duas espécies de cetáceos mais registradas em encalhes no estado são o cachalote, *Physeter macrocephalus*, e o golfinho



cabeça-de-melão, *Peponocephala electra*. A maioria dos encalhes em que marcas de interação podem ser observadas revelam marcas de interação antrópica (Carneiro, 2021).

Em relação aos Sirênios, todo o litoral do Ceará já foi área de ocorrência de *Trichechus manatus* (peixe-boi-marinho). Hoje as populações encontram-se muito reduzidas e estão concentradas principalmente no litoral leste – Município de Icapuí, próximo ao Banco de Algas dos Cajuais (MMA, 2007), embora a área de ocorrência da espécie no litoral cearense seja de Icapuí até Fortaleza (Lima et al., 1992).

É importante frisar que os mamíferos aquáticos estão expostos a muitos tipos de impactos ambientais. A interação e captura acidental em artefatos de pesca e a degradação do habitat são as principais fontes de impactos sobre as populações de mamíferos aquáticos.

Apesar da poluição sonora causada pela atividade humana, a pesca artesanal e a poluição antrópica ainda são o maior causa de mortalidade para as populações de cetáceos que vivem em torno do nosso litoral.

Como degradação dos habitats pode se considerar a poluição química (óleo e derivados, compostos organopersistentes, metais pesados, esgoto orgânico) e sonora (exploração de petróleo, atividades sísmicas), o tráfego de embarcações, o desenvolvimento, a ocupação e a exploração/utilização desordenada de regiões costeiras e águas adjacentes (baías, enseadas, estuários e etc) (Zerbini et al, 2002).

É válido destacar que não existem registros de que a área do Projeto de Revitalização do Litoral de Caucaia seja rota migratória de baleias no litoral nordestino.

6.2.7.5 – Espécies Raras, Endêmicas ou Ameaçadas de extinção

Nesta seção foram utilizadas como referência a Portaria MMA 444/2014 que contém a lista atualizada de espécies em extinção e estabelece as categorias de risco de extinção, e também as recomendações de ICMBIO, 2017 (Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas - Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de Empreendimentos Costeiros e Marinhos).

Na área de instalação do Projeto de Revitalização do Litoral de Caucaia foram encontradas se reproduzindo três espécies de tartarugas marinhas que estão sob perigo de extinção e são protegidas por Leis Federais e Internacionais: a tartaruga verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga de



penete (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga oliva (*Lepidochelys olivacea*), as quais são classificadas como em perigo de extinção, conforme mostra a Tabela abaixo.

ESPÉCIE	NOME COMUM	IUCN	MMA
<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-cabeçuda	VU*	EM
<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde	EN	VU
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-pente	CR	CR
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tartaruga-oliva	VU	EN
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tartaruga-gigante	VU*	CR

Tabela 38: Status de conservação das espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil, segundo as Listas de Espécies Ameaçadas no mundo da IUCN, e a lista oficial brasileira de espécies ameaçadas. EN: Em Perigo; CR: Criticamente em Perigo; VU: Vulnerável.

Fonte: ICMBIO, 2017.

As tartarugas marinhas são animais migratórios, capazes de realizarem deslocamentos de milhares de quilômetros anualmente, e geralmente voltam aos locais de nascimento ou regiões próximas, para completarem seu ciclo reprodutivo. Os ninhos são feitos na areia da praia e em média são depositados de 100 a 150 ovos por ninho. Os ovos são chocados pelo calor do sol pelo período de 45 a 60 dias e então ocorre sua eclosão e o deslocamento dos filhotes pela faixa de areia em direção ao mar. Note-se que este é um momento crítico para o ciclo de vida destes animais.

Desde 2016 o Projeto INTERPESCA, da Universidade Federal do Ceará vêm desenvolvendo atividades de registro de encalhes de tartarugas marinhas vivas e mortas, além da sinalização de ninhos e contabilização de nascimentos. Os resultados destes trabalhos demonstraram que existe a atividade reprodutiva de pelo menos 3 espécies de tartarugas marinhas na área de influência direta do Projeto de Revitalização do Litoral de Caucaia

As atividades de construção costeira, como é o caso dos espigões previstos no Projeto de Revitalização do Litoral de Caucaia, quando desenvolvidas em áreas importantes para as tartarugas marinhas possuem grande potencial impactante sobre esses animais, especialmente a ocupação da orla, as obras costeiras, dragagens, trânsito de embarcações e a iluminação artificial. Faz-se necessário buscar a melhor solução logística e ambiental, atendendo à legislação vigente, para reduzir os impactos ambientais e incorporar conceitos de desenvolvimento sustentável. Uma análise aprofundada auxiliará na identificação da melhor alternativa locacional e temporal, no tocante às tartarugas marinhas, e será útil na identificação dos impactos ambientais e proposição das medidas mitigadoras adequadas.



6.3 - Meio Socioeconômico

A caracterização socioeconômica tem como fundamental importância permitir o mapeamento e análise prévios do cenário atual na área onde será instalado o Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, com implantação de Espigões e Aterro Hidráulico, entre a Praia do Pacheco e do Cumbuco no estado do Ceará.

Os aspectos socioeconômicos da área do empreendimento são apresentados a seguir, usando-se dados primários e secundários relativos ao município afetado pela implantação Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia-CE.

Neste sentido, os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, em análise contempla as atividades acerca das dinâmicas sociais, econômicas e políticas da região, considerando para tanto, temas diversos reunidos sob as seguintes rubricas: População e Dinâmica Populacional, caracterização das condições de vida da população e Uso do Solo/Dinâmica Territorial. O esforço de representação e compreensão de temáticas como Uso e Ocupação Territorial, Áreas de Conservação Ambiental, Infraestrutura Urbana, as possíveis atividades econômicas e de subsistência dependentes dos ecossistemas aquáticos, dentre outras, assim, oferecerá a possibilidade de se pensar o empreendimento em relação ao lugar no qual se localizará, não concebendo-o como completamente autônomo e, nesse sentido, desagregado do fluxo da vida social local.

O diagnóstico de caráter técnico-analítico trata-se de um estudo de levantamento e análise de informações, que disponibiliza e considera vários aspectos socioeconômicos que se encontram associados à realização do empreendimento, apresentando fontes de dados locais.

Para tanto, são apresentadas informações contemplando uma evolução histórica, que venha permitir uma percepção da expectativa situacional futura de desempenho em diversas áreas e setores, passível de ser comparada a com a tendência de desenvolvimento agregada ao Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia.

Procedimentos Metodológicos

No que diz respeito aos procedimentos metodológicos que serão mobilizados, é válido destacar que a primeira ação consiste em um rigoroso “debruçar-se” sobre os dados secundários



de fontes como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), Secretária de Saúde do Estado do Ceará (SESA), Atlas do Desenvolvimento Humano que foram produzidos acerca da citada região ao longo dos últimos anos. Faz-se necessário deixar claro que dados atuais serão priorizados, mas “séries” referentes aos anos anteriores serão também objeto de atenção, uma vez que oportunizam uma análise de cunho processual acerca das dinâmicas locais. Assim, a análise do meio socioeconômico consiste em entender a dinâmica da ocupação territorial e o uso dos recursos naturais, considerando a ação dos agentes sociais inseridas no território.

Como segunda ação metodológica, serão analisados os documentos acerca da região que foram produzidos e disponibilizados pelos órgãos pertencentes às esferas do governo do Estado e do Município que configuram a AII do empreendimento. Desse modo, Zoneamentos Ecológico-Econômicos, Planos Diretores Municipais, bem como Leis de Uso e Ocupação do Solo, figurarão como fontes de informação e reflexão. Na esteira desta segunda ação, desenvolve-se uma outra que diz respeito também a análise de pesquisas acadêmicas que tematizam a região em questão. Com a instalação do CIPP e seu desenvolvimento, artigos, dissertações e teses, por exemplo, apresentam-se como esforços reflexivos detalhados e, igualmente, atualizados, que não podem deixar de ser considerados.

A quarta ação metodológica, por seu turno, refere-se à produção de dados primários, somente possíveis enquanto produção a partir de uma experiência concreta em meio ao fluxo da vida social local (in loco) sob tal perspectiva, a experiência do “trabalho de campo. A ideia aqui, portanto, é buscar perceber - a partir das interações vivenciadas com sujeitos pertencentes aos mais distintos estratos sociais – as compreensões locais acerca da região em questão e, também, sobre os processos de transformação social que lá vem tomando lugar nas últimas décadas.

Ainda no que se refere aos procedimentos metodológicos serão estabelecidos contatos diretos com Secretários do município de Caucaia (AII) com a finalidade de obter informações que, porventura, ainda não estejam disponibilizadas nas fontes de consultas secundárias. Aqui caberá especial atenção às atividades relacionadas a programas e projetos em execução e/ou a serem executados no âmbito dos temas que compõem o meio socioeconômico.



Como último recurso metodológico – priorizando, nomeadamente, a dimensão das representações das dinâmicas sociais, econômicas e políticas da região – mapas temáticos e fotografias serão evocados, figurando no corpo do estudo. Nesse sentido, descrição e esforços compreensivos configurarão o escopo do projeto ora apresentado, que, uma vez mais é interessante destacar, tem como justificativa central oferecer-se enquanto possibilidade de reflexão rigorosa, detalhada e responsável acerca dos potenciais efeitos que o empreendimento poderá exercer sobre sua área de localização.

Área de Influência do Empreendimento do Meio Socioeconômico

A definição das áreas de influência foi feita com base na experiência nacional ora existente na elaboração de Estudos de Impacto Ambiental similares, bem como na análise preliminar das principais interferências do empreendimento na região e sua repercussão nos diversos elementos socioambientais. Sendo assim, neste documento, foram consideradas, para o Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia três unidades distintas de análise: Área de Influência Indireta (AII), Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA), conforme definidas a seguir:

- **ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)** – onde os impactos se fazem sentir de maneira secundária ou indireta e, de modo geral, com menor intensidade, em relação ao anterior, nesse estudo será a área formada pelos limites do município de Caucaia.
- **ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)** – como sendo aquele território onde as relações sociais, econômicas, culturais e os aspectos físico-biológicos sofrem os impactos de maneira primária, tendo suas características alteradas, ou seja, há uma relação direta de causa e efeito. Área de Influência Direta - AID, está representada pelo polígono que começa no final do bairro Cumbuco pela Avenida Oeste 4ª Etapa, sendo este o limite Oeste, seguindo em direção Norte, até 500m adentro no mar, seguindo em sentido leste até o SESC de Iparana, na Avenida José de Alencar (limite Leste) e tendo como referência de seu limite Sul a Rodovia CE – 090, estrada de acesso ao bairro Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco.
- **ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)** – é a área utilizada pelo empreendimento, ou seja, onde ele está localizado e sente os impactos diretos mais significativos

provenientes da instalação, manutenção e operação do empreendimento. É formada pela orla marítima dos bairros da Praia do Pacheco, Icaraí e Praia da Tabuba e os acessos direto ao empreendimento, como a Avenida Central e outros acessos que serão necessários à obra. Também se considera ADA o canteiro de obra, a jazida na plataforma continental que será utilizada para o aterro hidráulico das praias.



Figura 194: Mapa de Localização das Áreas de Influências do empreendimento.
Fonte: Autores, 2022

6.3.1 – Caracterização da Área De Influência Indireta (AII) – Município de Caucaia

A área de apreciação analítica, designada como (AII), do Empreendimento é município de Caucaia. O município referido integra a Área de Influência Indireta (AII), quando se considera o meio socioeconômico.

As características gerais apresentadas no referido município, posicionada na zona costeira cearense, coincidem, em muitos aspectos, com o observado no recorte da área de influência direta

do empreendimento, em virtude da sua proximidade e do compartilhamento de interesses socioeconômicos existentes entre os mesmos.

O município de Caucaia compõe a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), capital do Ceará, tendo como limites ao norte o Oceano Atlântico e o município de São Gonçalo do Amarante. Ao sul, limita-se com o município de Maranguape e, ao leste, com os municípios de Maranguape, Maracanaú e Fortaleza. Por fim, ao oeste, os limites relacionam-se com os municípios de São Gonçalo do Amarante, Pentecoste e Maranguape.

Ocupando uma área de 1.223,246 km² (IBGE, 2020), Caucaia possui, de acordo com o último censo (IBGE, 2010), uma população de 325.441 pessoas, implicando a seguinte densidade demográfica: 264,91 hab/ km². No entanto, é válido ressaltar que, para 2021, há uma estimativa de que o referido município já possui 368.918 habitantes. Seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,682 (IBGE, 2010), apresentando-se como 8º melhor município do Ceará sob tal perspectiva. Em termos nacionais, Caucaia no ranking de IDH, todavia, ocupa o 2386º lugar. A taxa de urbanização do município é de 89,18%, detendo uma taxa geométrica de crescimento anual de 2,65% (IBGE, 2010; IPECE, 2017).

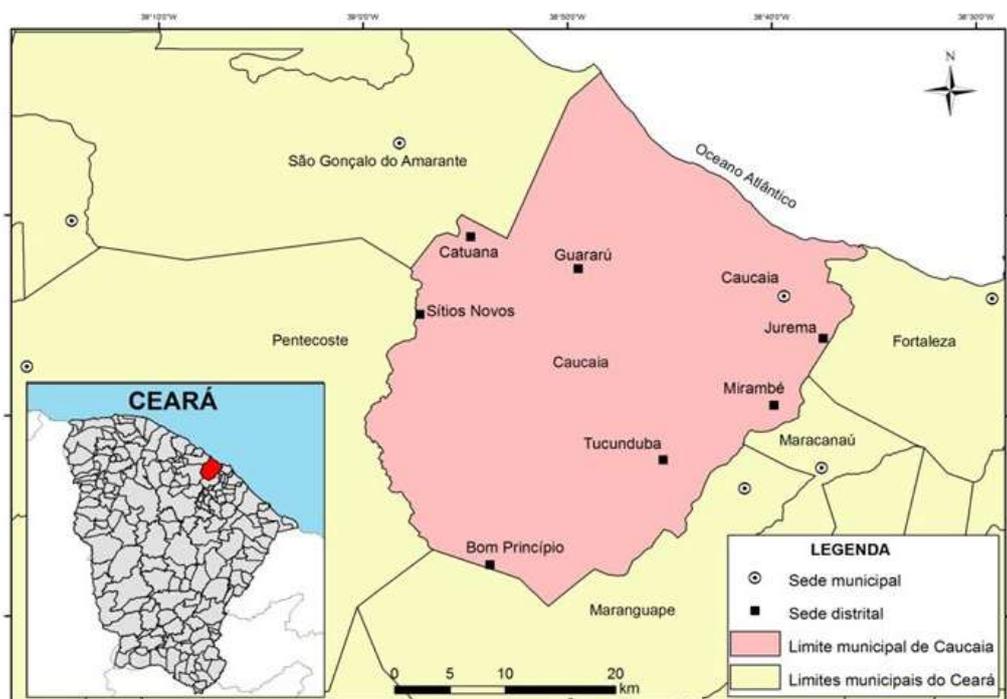


Figura 195: Mapa da divisão territorial, Caucaia - Fonte: IPECE, 2021



No que tange à divisão territorial, Caucaia se divide entre os seguintes distritos, além da sede: Bom Princípio, Catuana, Guararu, Jurema, Mirambé, Sítios Novos e Tucunduba. No que se refere às localidades praianas, encontram-se as praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco, Icaraiá, Tabuba e Cumbuco. E por integrar, como exposto, a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), é importante frisar, dela recebe uma marcante influência, sobretudo, se considerada sua região litorânea, que aqui é território de observação privilegiada. Conforme a características e Infraestrutura Básica do Município (Sede) e Distritos de Caucaia da Área e as Localidades do Empreendimento, apresentada no quadro abaixo.

MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
Caucaia Sede	<p>O município de Caucaia, localizado na região metropolitana da capital Fortaleza, destaca-se com o 3º maior Produto Interno Bruto (PIB) e a 2ª maior população do Estado do Ceará.</p> <p>Em relação à compartimentação geoambiental, o município é caracterizado pela presença dos sistemas ambientais da planície litorânea, planície ribeirinha, tabuleiros pré-litorâneos, depressão sertaneja e maciços residuais.</p> <p>O município é constituído de 8 distritos: Caucaia Sede, Bom Princípio, Catuana, Guararu, Jurema, Mirambé, Sítios Novos e Tucunduba.</p> <p>Caucaia tem 44 km de litoral, dos quais 28 km fazem parte das localidades litorâneas de Caucaia-Sede banhada pelo Oceano Atlântico e está inserida na unidade morfológica denominada de planície litorânea e os 16 km restantes pertencem ao distrito de Guararu e Catuana, inseridos na Área de Proteção Ambiental do Rio Cauípe e Estação Ecológica do Pecém.</p> <p>Sendo um dos principais atrativos turísticos do estado. Por esse motivo, por muitos anos, Caucaia teve sua orla ocupada principalmente por casas de veraneio e empreendimentos hoteleiros.</p>



MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
Bom Princípio	<p>Bom Princípio é um distrito do município de Caucaia, na Região Metropolitana de Fortaleza. Criado pela Lei Municipal nº 555, de 06 de abril de 1991.</p> <p>Seu acesso se dá pela BR-020. Abriga 600 famílias, correspondendo a aproximadamente 2.500 pessoas. Muitas das famílias vivem da agricultura, não dispendo de uma renda fixa.</p> <p>O nível de escolaridade é baixo, pois muitos não chegam a completar o ensino fundamental, apesar da existência de uma escola (Escola Bom Princípio) na própria comunidade que oferece o referido grau de estudo.</p> <p>A saúde no distrito de Bom Princípio está sob a corresponsabilidade de uma equipe de PSF constituída por um médico, um enfermeiro, dois auxiliares de enfermagem, oito agentes comunitários de saúde e um dentista, que também presta serviço junto a uma segunda equipe.</p> <p>O Distrito dispõe de Açude Bom Princípio, rede de pequenos estabelecimentos varejistas de caráter familiar, destacando-se pequenas mercearias e bares e botequins de bebidas alcoólicas com linha de ônibus da empresa Vitória a linha 014 Bom Princípio (Municipal) de ônibus (Caucaia) tem 45 paradas partindo de Br-020, Km 373 e opera durante dias úteis.</p>



MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
Distrito de Catuana	<p>O distrito de Catuana pertence ao município de Caucaia e possui uma população de 9.092 habitantes (IBGE, censo 2010), sendo 1.878 na zona urbana e 7.214 na zona rural, demonstrando um crescimento populacional de 25,17% em relação ao ano 2000.</p> <p>Está situado a aproximadamente 45 km de Fortaleza, com o acesso, saindo de Fortaleza, pela rodovia federal BR-222, chegando até a rodovia estadual CE-422.</p> <p>A atividade econômica do distrito de Catuana é caracterizada por agricultura familiar com destaques para o cultivo do milho, do feijão e da mandioca. No setor secundário não há registros de unidades industriais.</p> <p>No setor terciário existe uma rede de pequenos estabelecimentos varejistas de caráter familiar, destacando-se pequenas mercearias e bares e botequins de bebidas alcoólicas. Na área de serviços encontramos pequenas oficinas mecânicas, borracharias e postos de gasolina.</p> <p>Com a implantação do Complexo Industrial do Pecém - CIP houve uma melhoria bastante significativa na economia local, trazendo oportunidades de trabalho para muitas pessoas que estão fora do mercado.</p>



MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
(Povoado da Barra do Cauípe, Matões e Cauípe)	<p>- Localidade Matões</p> <p>A localidade de Matões, pertencente ao distrito de Catuana do município de Caucaia, é um dos núcleos urbanos, que apresenta crescimento, em função de sua proximidade do CIPP. Com uma população estimada de 1300 habitantes (IBGE 2010), conta com uma pequena infraestrutura, compreendendo escolas, posto de saúde, transporte coletivo, telefonia e energia elétrica.</p> <p>A localidade de Matões conta com domicílios residenciais e comerciais, construídos de forma espontânea, com traçado irregular, não conjugados, mantendo certa distância um dos outros. A localidade dispõe do serviço de coleta de lixo realizado por uma empresa sublocada que transporta para o aterro sanitário de Caucaia.</p> <p>O acesso à localidade de Matões é feito a partir da rodovia federal BR-222 ou da rodovia estadual CE-085 (Via Estruturante), daí seguindo pela CE-421, em estradas asfaltadas e sinalizadas com boas condições de uso, até a entrada do núcleo urbano, de onde se segue por uma estrada asfaltada.</p> <p>A atividade econômica de Matões está fundamentada na produção e na comercialização das hortaliças, como cebolinha, coentro, alface e pimenta de cheiro, como também nas fruticulturas da manga, caju, cajá, acerola e goiaba. Podem-se encontrar plantações de coqueiro e cana-de-açúcar. Tais produtos abastecem tanto o mercado local como também o de municípios vizinhos, como Fortaleza e São Gonçalo do Amarante. Na agricultura de subsistência podem-se ver pequenas plantações de milho, feijão e mandioca.</p> <p>Com a implantação do Complexo Industrial do Pecém houve uma melhoria bastante significativa na economia local, trazendo oportunidades de trabalho para muitas pessoas que estavam fora do mercado.</p>



MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
Guararu	<p>Guararu um distrito do município de Caucaia, na Região Metropolitana de Fortaleza, de acordo com os dados do Censos Demográficos, 2010 o distrito tem uma população de 4.278 pessoas, sendo 21,46% na zona urbana e 78,54% na zona rural (IBGE 2010).</p>
Jurema	<p>Jurema é um distrito do município de Caucaia, situado na porção nordeste do Ceará. Com área territorial completamente urbanizada, faz divisa com o Distrito Sede de Caucaia e com a cidade de Fortaleza.</p> <p>Na década de 1980 se acentuou a construção de habitações populares no distrito.</p> <p>O Araturi e o Nova Metrópole ganharam status de conjunto habitacional, tornando-se os dois principais conjuntos construídos em Jurema, pois já contavam com um expressivo contingente populacional e uma significativa importância econômica devido ao desenvolvimento de pequenos comércios.</p> <p>A Nova metrópole, na época dividido em quatro etapas, e o Conjunto Araturi, dividido em duas, foram construídos pela Companhia de Habitação (COHAB/Fortaleza) com recursos oriundos do BNH. (TELES, 2005).</p> <p>Atualmente, Jurema é o segundo distrito mais populoso do município de Caucaia, com população de 129.276 habitantes e número de domicílios particulares permanentes estimados em 36.058 unidades. Tudo isso distribuído em uma área territorial urbana de 17,029 Km². (IBGE, CENSO 2010).</p> <p>Como a área territorial desse distrito é toda urbanizada, quase todos os seus limites são equipamentos urbanos, como viadutos, pontes, entre outros. O</p>



MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
Jurema	<p>único limite físico que Jurema apresenta é um trecho do Rio Maranguapinho, que separa o distrito de Fortaleza.</p> <p>As divisas territoriais de Jurema estão organizadas da seguinte forma: limita-se ao Norte com o Rio Maranguapinho, na altura de seu cruzamento com a ponte da BR 222. Ao Leste tem como divisor a via férrea que liga Caucaia a Fortaleza. Ao Sul o distrito tem como limite o Marco da Fazenda Carioca, seguindo em linha reta até a Av. Anel Viário de onde continua até o balão do anel viário da BR 222 e da BR O20, onde começa o limite Oeste que segue até o viaduto da BR 222.</p> <p>A urbanização de Jurema não deixa espaço para a produção agrícola, assim a economia desse distrito está voltada para o comércio e a prestação de serviços. Nos últimos anos, devido ao incentivo de políticas públicas e à proximidade de grandes centros como Fortaleza e o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), o distrito teve uma alta no setor de produção industrial.</p> <p>Em termos de infraestrutura, Jurema conta com uma variedade de equipamentos coletivos e privados que visam atender às necessidades da população, muito embora, a maioria dos serviços prestados ainda não tenha atingido a completa eficiência no atendimento às carências dos habitantes, como será visto mais a frente.</p> <p>Segundo informações passadas por representantes da Secretaria de Saúde do município de Caucaia, o distrito apresenta os seguintes equipamentos de assistência médica:</p>



MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
Jurema	<p>O hospital Santa Terezinha, que é uma unidade de saúde de médio porte que também funciona como maternidade, um Centro de Atenção Psicossocial (CAPS) e 14 unidades do Programa de Saúde Familiar (PSF).</p> <p>Com relação à educação, o distrito conta com uma estrutura educacional composta por 69 escolas de dependências Estadual, Municipal e privada, atendendo aos níveis de ensino infantil, fundamental e médio.</p> <p>Em termo de mobilidade urbana, o distrito dispõe de doze linhas de ônibus e algumas linhas de transportes alternativos fazendo o trajeto Jurema – Fortaleza – Caucaia – litoral. Também foi contemplado com a linha oeste do metrô que liga Fortaleza à Caucaia, com quatro estações localizadas em Jurema, são elas: Estação São Miguel, Estação Parque Albano, Estação Jurema e Estação Araturi. (CEARÁ, 2015).</p>
Mirambé	<p>Mirambé é um distrito do município de Caucaia, na Região Metropolitana de Fortaleza. Criado pelo Decreto-lei Estadual nº 1.114, de 30 de dezembro de 1943, no qual se extinguiu o antigo distrito de Taquara. Seu acesso se dá pela Rodovia Raimundo Pessoa de Araújo, com uma população total 5.076 habitantes, de acordo com o censo IBGE (2010).</p> <p>O distrito dispõe de uma infraestrutura de cartório de Mirambe, Escolas de Educação Infantil e Ensino Fundamental - EEIEF - Maria de Lourdes Rocha, Agência dos Correios, Água e Esgoto (CAGECE), UAPS Julia pessoa de Araújo, Associação dos Produtores Rurais de Mirambé e Adyacências – APRMA e outros.</p>



MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
Sítios Novos	<p>Sítios Novos é um distrito do município de Caucaia, na Região Metropolitana de Fortaleza. Criado e anexado ao então município de Soure pelo ato estadual de 14 de março de 1904. Pela Lei Estadual n.º 1.153, de 22 de novembro de 1951, é criado o distrito de Catuana, criado com terras do distrito de Sítios Novos e anexado ao município de Caucaia. Sob a mesma lei é extinto o distrito de Cauípe, sendo seu território anexado ao distrito de Sítios Novos.</p> <p>Pela Lei Estadual n.º 6.750, de 05 de novembro de 1963, o distrito de Sítios Novos é desmembrado do município de Caucaia e elevado à categoria de município.</p> <p>Atualmente, o distrito de Sítios Novos abriga os seguintes bairros: Sítios Novos (Centro), Lagoa da Serra, Capine, Lavras, Capim Grosso, Salgadinho, Queimadas e Buíque.</p> <p>Sítios Novos também abriga vários assentamentos, como Lagoa da Serra (Três Lagoas), Santa Bárbara (Capine), Leni Paz, Buíque e Agrovila. Todas nas proximidades do Açude Sítios Novos.</p> <p>A bacia hidrográfica do açude Sítios Novos tem 446 Km² de área drenada e está localizada nas proximidades da região litorânea oeste do estado, estando inserida nos municípios de Caucaia, Pentecoste, Maranguape e Palmácia. A região apresenta altos índices pluviométricos, cerca de 950 mm/ano, concentrados de janeiro a maio.</p> <p>Tem uma importância do sistema hídrico pois é responsável pelo abastecimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), Termo Ceará e Endesa Fortaleza (CGTF) e tem uma grande vocação para a agroindustrial</p>



MUNICÍPIO (SEDE) E DISTRITOS	CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA BÁSICA
Tucunduba	<p>A antiga vila de Tucunduba teve origem no ano de 1858, quando surgiram os primeiros agrupamentos de casas de taipa, substituídas posteriormente por casas de alvenaria, rebocadas de cal, com portas e janelas quase sempre iguais. Também se pode encontrar grandes casas com alpendres, colunas e compartimentos repletos de história. Tais edificações permanecem preservadas até os dias atuais.</p> <p>Pela Lei Provincial nº 1270, de 22 de dezembro de 1863, é criado o distrito de Tucunduba e anexado à Vila Nova de Soure que até 1901, juntamente com a sede eram os distritos mais povoados. Sua capela, dedicada à Nossa Senhora de Sant'Anna, foi construída em 1860, através de doações da tradicional família Pontes Vieira.</p> <p>A Unidade de Conservação Municipal do Monumento Natural da Serra da Rajada é a primeira unidade de conservação municipal de proteção integral de Caucaia, Ceará. Criada em 27 de junho de 2019.</p> <p>Com área de 373,85 ha e um perímetro de 15.146,53 m², tem como objetivo preservar o ecossistema natural de relevância ecológica para o município.</p>

Fonte: IEPRO, 2022

Caucaia tem 44 km de litoral, dos quais 28 km fazem parte das localidades litorâneas de Caucaia-Sede e os 16 km restantes pertencem ao distrito de Guararu e Catuana, inseridos na Área de Proteção Ambiental do Rio Cauípe e Estação Ecológica do Pecém. O Município apresenta aspectos mais urbanos, devido à proximidade com a Capital Fortaleza e os próprios pólos industriais que existem em seus arredores



Aspectos Históricos

Caucaia tem sua emergência relacionada à construção de aldeamentos indígenas. Tal ação, implementada pela Coroa Portuguesa no intuito de expandir sua empreitada colonial, segundo Leal (1991), teve início no século XVII com a chegada de padres jesuítas da Companhia de Jesus. Neste período, a área do município em questão era povoada por índios das nações Potiguar, Tremembé, Cariris e Anacés. Segundo Freitas (2015), os Potiguares se localizavam na região mais central do aldeamento, correspondendo à área que hoje conforma o Centro de Caucaia. Em suas cercanias, por seu turno, se inscreviam os Tremembés, enquanto o litoral era ocupado pelos Cariris. Os Anacés, por fim, figuravam onde se encontram, atualmente, distritos como Japudara, Camará e Mangabeira.

Pelo decreto de 14 de setembro de 1758, os aldeamentos foram elevados à condição de Vilas e, assim, em 1959, surge Vila Nova de Soure, ou apenas Soure, após a Independência do Brasil, sendo estas as primeiras denominações do território de Caucaia. Cumpre ressaltar que Caucaia é uma expressão de origem indígena, significando “mato queimado”, que passa a, finalmente, denominar a área em questão apenas em 1943, quando esta é elevada à condição de Município.

A partir da década de 1960, o município de Caucaia passa a ser visto como região propícia às práticas de lazer, incrementando consideravelmente seu fluxo de visitas. Esse movimento rumo ao litoral, inegavelmente, faz parte de uma mudança de perspectiva mais alargada em relação aos imaginários sobre o mar, deslizando uma noção de perigo, produtora de um senso de evitação, que dá lugar ao entendimento dos espaços litorâneos como acionadores de práticas terapêuticas, geradoras, portanto, de saúde, mas também de lazeres, divertimentos e relaxamentos fora das rotinas cotidianas dos sujeitos (CORBIN, 1989).

O mar, ou espaço do litoral de forma mais ampliada, passa a ser associado, deste modo, aos ideais de bem-estar, de longevidade, de cura e produção de prazer, o que confere corpo às ações de “vilegiatura marítima” (CORBIN, 1989; URRY,). E é, justamente, neste contexto que Caucaia passa a ser um robusto destino de visita: a crescente admiração pelo mar junto à compreensão da necessidade de tempos de lazer, destarte, conformam uma processo de valorização do litoral (LOPES, 2019) que em Caucaia, especificamente, ganha seus contornos a partir de fatores como a proliferação de casas de veraneio (aquisição de parcelas da elite local, cearense), da “criação de uma infraestrutura para o turismo nacional e internacional; da promoção das práticas



de esportes náuticos; da criação de uma nova imagem para o Ceará; e de programas e políticas públicas de desenvolvimento” (LOPES, 2019, p. 96).

Diante do apresentado, o movimento de ocupação, nas últimas décadas, do litoral de Caucaia – de acordo com pesquisas recentes (LOPES, 2019; LIRA, 2015) – talvez possa ser descrito a partir das seguintes fases: 1) até o ano de 1970, ocupação predominante de comunidades de pescadores; 2) ocupação por parte de veranistas vindos de Fortaleza em todo o litoral, com mais destaque para a presença destes nas praias de Icaraí, Iparana e Cumbuco entre os anos de 1950 e 1980) e; 3) incremento dos fluxos de visitação turística, sobretudo, na área do Cumbuco, a partir dos anos de 1980, culminando na produção de uma destinação turística objeto de consumo nacional e internacional.

Caucaia possui como monumentos históricos o Santo Cruzeiro, construído em 1749 e restaurado em 1922; a Igreja de Nossa Senhora de Sant’ana em Tucunduba, construída no século XVIII; a Igreja Matriz de Nossa Senhora dos Prazeres (padroeira do município) localizada na sede de Caucaia, construída no século XVI; A Igreja de Nossa Senhora da Conceição em Sítios Novos, construída no século XVIII; a Casa da Câmara e Cadeia de Caucaia que abriga a Casa da Câmara e Cadeia de Caucaia onde funciona atualmente a biblioteca e que faz parte do Patrimônio Histórico Nacional, construída na metade do século XVIII e a Estação Rodoviária.

Organização Territorial

A organização territorial do Município de Caucaia, de acordo com a Lei complementar nº62 de 12 de fevereiro de 2019, se constitui da Área Urbana Prioritária da Grande Caucaia, das sedes distritais e da localidade de Matões; da Área Urbana Especial; da Área Rural; e da Zona Industrial Especial do Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CIPP.

A referida lei, de modo mais específico, indica que a Grande Caucaia é composta pela Sede Municipal, por Jurema e pelas localidades relevantes do Distrito-Sede: as localidades praianas de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco. Soma-se, ainda, a este conjunto urbano, a localidade do Alto do Garrote e aquelas localidades inscritas entre a Sede Municipal e as praias do Pacheco e Icaraí.

A Área Urbana Prioritária da Grande Caucaia corresponde ao espaço em que podem ser realizadas edificações, salvo em áreas, como disposto na própria lei, de relevante interesse ambiental, institucional e social. O mesmo acontecendo nas Áreas Urbanas Prioritárias das sedes



distritais e da Localidade de Matões, em que a realização de edificações também deve observar os parâmetros específicos estabelecidos na Lei Municipal de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo. Por seu turno, a Zona Industrial Especial do CIPP compreende a área industrial do CIPP, que é delimitada por decreto estadual (Nº 28.883 de 18 de setembro de 2007).

Para fins de organização do território das sedes distritais e das localidades relevantes foram estabelecidos padrões de orientação de desenvolvimento, sendo as Unidades de Vizinhança (UVs) o referencial básico para ações de ordenamento territorial nas áreas urbanas do Município de Caucaia. As UVs, em sentido geral, correspondem a comunidades de 7.000 (sete mil) a 15.000 (quinze mil) habitantes, detentoras de uma área central contendo trabalho, comércio e serviços, com raia de caminhabilidade médio de 400m a 600m (quatrocentos a seiscentos metros).

Importante destacar que as UVs deverão estar articuladas entre si por meio de um sistema viário arterial, produzindo a consolidação de um circuito de transporte coletivo que fará as ligações daquelas com a zona central, os parques, terminal rodoviário, centrais de abastecimento, aos mercados e indústrias. Ainda segundo a Lei Complementar em questão, a organização do território da Grande Caucaia é marcada pela distribuição de 54 (cinquenta e quatro) Unidades de Vizinhança.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU), embora atualizado por leis recentes, também sinaliza os princípios de organização territorial que orientam ações como as de estabelecimento das UVs. No contexto do citado documento, portanto, se apresenta uma interpretação crítica acerca do acelerado processo de expansão regional, sobretudo, a partir de Fortaleza, o que implica efeitos como os de descaracterização das praias, degradação ambiental e implantação desordenada de conjuntos habitacionais. É, justamente, o reconhecimento destes efeitos que torna necessário e urgente a mobilização de planos e ações que rompam com o desequilíbrio da ocupação urbana, produzindo formas de organização territorial que considerem a identidade do município e suas potencialidades de atividades econômicas e recursos naturais.

Aspectos Demográficos

Quanto aos aspectos socioeconômicos, a população de Caucaia cresceu de forma consistente entre as décadas de 1970 até 2020, segundo dados do IBGE. Observe que em 1970, a população correspondia a 54.754 habitantes, enquanto em 2020, o município registra 365.212 habitantes. O que denota um crescimento de maior que 500% em quatro décadas. O município de

Caucaia fica em segundo lugar na lista populacional do Estado do Ceará com 365.212 pessoas, perdendo apenas para a capital do estado.

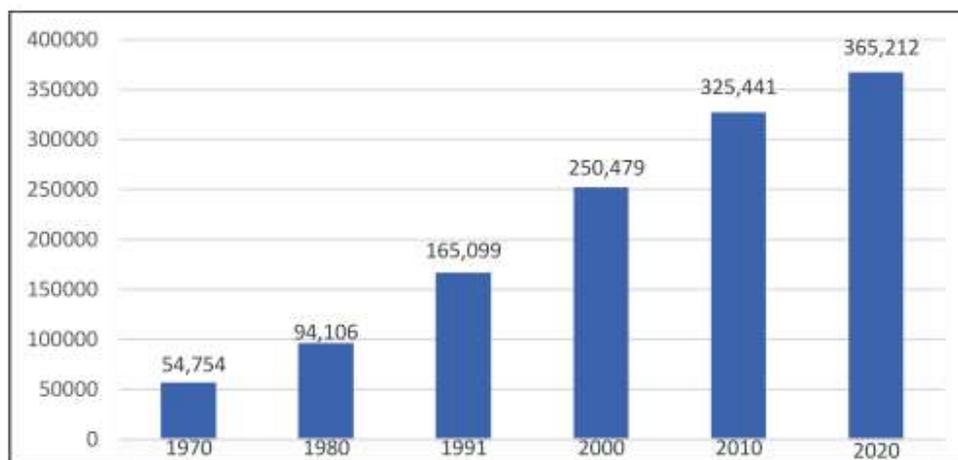


Figura 196: Gráfico da População residente no município de Caucaia, 1970 a 2020 - Fonte: IBGE, 2020.

Ao longo dos anos desse século, a estimativa populacional de Caucaia apresentou tendência crescente, uma vez que em 2002 eram 268.443 habitantes e, até meados de 2009 houve um incremento na estimativa populacional. No entanto, em 2010 a estimativa apresenta uma redução, e a partir de 2011 a estimativa populacional apresenta novamente uma tendência crescente. Observa-se no gráfico que a estimativa da população residente no município de Caucaia, segundo informações do IBGE, em 2020, é de 365.212 habitantes, sendo o maior município da região metropolitana de Fortaleza em área e é o segundo mais populoso, perdendo somente para metrópole Fortaleza.

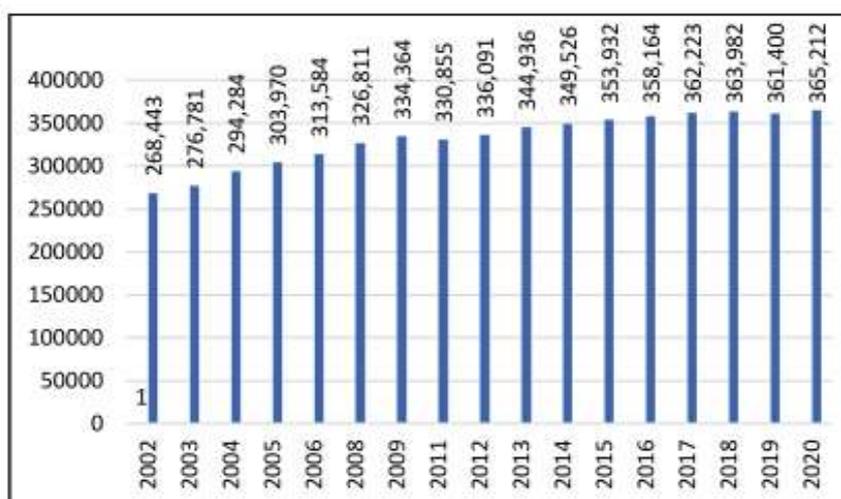


Figura 197: Gráfico da estimativa da população residente para o município de Caucaia, 2002 – 2020. Fonte: IBGE, 2020.



Em termos de distribuição da população por área censitária, verifica-se que em Caucaia, aproximadamente 90% reside em área urbana, correspondendo a um total de 290.220 moradores, em 2010. Esse resultado é acima da média estadual, que corresponde a aproximadamente 75%.

No entanto, na década de 1970, a maioria da população em Caucaia residia em área rural, entretanto, a partir da década de 1980 a população em área urbana superou a da área rural e, ainda, apresentou crescimento enquanto a população rural teve uma queda, ao comparar 1970 com 2010. Nesse período o município de Caucaia passou a incorporar o fluxo migratório proveniente do setor rural para área urbana, observe que entre as décadas de 1991 e 2000, a população urbana aumentou aproximadamente 50% no total de residentes, passou de 165.099 para 250.479 habitantes.

Ano	1991	2000	2010
Urbana	147.601	226.088	290.220
Rural	17.498	24.391	35.221
Total	165.099	250.479	325.441

Tabela 39: Evolução da população de Caucaia por área censitária, Rural e Urbana, 1991 – 2010
Fonte: IBGE 2010

A dinâmica espacial da população do município de Caucaia traduz um processo ao longo do tempo histórico que perpassa por diferentes fases, que se relacionam entre si e que estão vinculados a mudanças econômicas e sociais ocorridas no município, no estado e no país.

A figura a seguir exhibe a distribuição populacional de Caucaia em 2010 segundo os seus oito distritos. Verifica-se que 50,84% da população vivem no distrito sede, sendo os distritos de Jurema (39,72%) e Catuana (2,79%), os outros com maiores contingentes populacionais. Nota-se que o distrito de Jurema tem destaque do ponto de vista demográfico entre os distritos, possuindo uma população significativa.

A Figura apresenta a distribuição geográfica da população de Caucaia de acordo com os seus limites distritais, constatando-se um maior adensamento nos distritos localizados próximos a sede municipal.

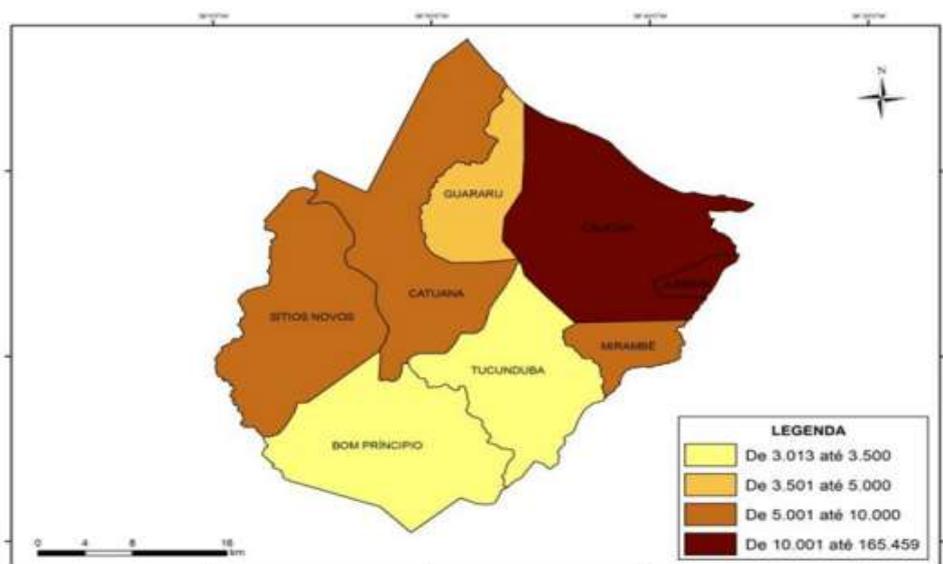


Figura 198: Mapa com a Distribuição populacional de Caucaia segundo distritos para o ano de 2010, gerado a partir de dados contidos no SIG.

Fonte: Caracterização socioambiental do município de Caucaia - CE, 2012.

Gonçalves (2011) ressalta mais uma vez a influência exercida pela cidade de Fortaleza na organização territorial de Caucaia. A elevada concentração demográfica na sede do município de Caucaia e do distrito de Jurema evidenciam o processo de unificação da malha urbana com a capital do estado, o que possibilita uma maior interação entre os municípios, sendo ilustrada principalmente pela população flutuante que sai mora em uma cidade e trabalho ou estuda em outra. Apresenta a seguir a tabela da população total do município de Caucaia das áreas urbana e rural.

Distritos	Total		Urbana		Rural	
	Quantidade	% (coluna)	Quantidade	% (linha)	Quantidade	% (linha)
Município de Caucaia	325.441	100,00	290.220	89,18	35.221	10,82
Bom Princípio	3.257	1,00	1.196	36,72	2.061	63,28
Catuana	9.092	2,79	1.878	0,66	7.214	79,34
Caucaia	165.459	50,84	149.896	0,59	15.563	9,41
Guararú	4.278	1,31	918	1,46	3.360	78,54
Jurema	129.276	39,72	129.276	00,00	-	-
Mirambé	5.076	1,56	2.609	1,40	2.467	48,60
Sítios Novos	5.990	1,84	4.270	1,29	1.720	28,71
Tucuntuba	3.013	0,93	177	5,87	2.836	94,13

Tabela 40: População Total, Urbana e Rural, Caucaia e Distritos – 2010. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos, 20100



O veraneio marítimo em Caucaia, difundido através das segundas residências colaborou na expansão da malha urbana (6.540 segundas residência – SILVA et al, 2006), promoveu a construção de condomínios voltados para o lazer, bem como, barracas de praia, ou seja, houve um aumento significativo na urbanização local, porém a infraestrutura básica (abastecimento de água, saneamento, etc.) de suporte a essa urbanização não foi ampliada.

Devido à inexistência de legislação específica, a ocupação urbana nessas áreas se intensifica sem ordenamento na ocupação territorial, assim foram ocupadas áreas de dunas e áreas de praias. Essa ocupação desordenada potencializa os danos ambientais como erosão costeira e interferem, significativamente, nos aspectos socioeconômico, cultural e físico da área. Desta forma, no intento de ordenar o processo de ocupação da orla marítima de Caucaia foi elaborado entre os anos de 1999/2001 o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Caucaia (PDDU Caucaia), alterado pela Lei Complementar nº64 de 12 de fevereiro de 2019, que Institui o Código de Obras e Posturas do Município de Caucaia e dá outras providências.

Desconsiderando as mudanças empreendidas nas comunidades tradicionais ocasionadas pelo intenso processo de erosão marinha, o referido plano não apresenta medidas mitigadoras relacionadas aos impactos socioeconômico, ambientais relacionados as comunidades tradicionais residentes na zona litorânea do município de Caucaia.

Conforme Teles (2005), o processo de urbanização que ocorreu em Caucaia é resultado de uma configuração particular do espaço urbano que compreende áreas de urbanização mais antigas, em destaque para os distritos sede e área de expansão recente, compreendida pelas porções litorâneas, e ao longo das áreas de circulação entre Caucaia, Fortaleza e outros municípios.

Além da distribuição espacial, se faz pertinente analisar a evolução da população residente nos municípios a partir dos três últimos censos demográficos (1991, 2000 e 2010) realizados pelo IBGE, considerando a questão de gênero. Note pela Tabela 40, que a população do município de Caucaia tem uma distribuição equivalente segundo gênero, com uma proporção de 49% de homens e 51% de mulheres. Em São Gonçalo do Amarante a distribuição proporcional segundo gênero, é de 51,35 % de homens e 48,65% de mulheres, de acordo com dados do IBGE (2010).

Já na Tabela 41 a quantidade de mulheres é maior que a de homens no município de Caucaia. No entanto, a diferença não é grande. Todavia, ao analisar o perfil etário da população



recenseada pelo Censo Demográfico do IBGE em 2000 e 2010, pode-se dizer que a população no município de Caucaia é jovem e, que a quantidade de pessoas idosas (pelo menos 60 anos de idade) é pequena ao comparada com a quantidade de crianças (0 a 9 anos de idade). Ao analisar entre os anos de 2000 e 2010, seja para homens ou mulheres, observa-se uma redução na quantidade de crianças, seguida por um aumento de jovens e adolescentes, bem como adultos e idosos.

A população economicamente ativa, entre 18 e 59 anos de idade apresenta índice de 52,09% da população total, demonstrando que essa população representa uma força potencial de trabalho para o município de Caucaia.

De uma maneira geral, pode-se inferir que Caucaia ainda pode ter ganho em decorrência do bônus demográfico, uma vez que os maiores percentuais de indivíduos (homens e mulheres) estão na faixa etária de 20 a 24 anos de idade (Tabela 42).

Ano	População residente masculina		População residente feminina	
	Quantidade	%	Quantidade	%
1991	82.068	49,10	85.203	50,90
2001	125.343	49,20	129.368	50,80
2010	159.598	49,00	165.843	51,00

Tabela 41: População residente por Gênero – Masculino e Feminino – em Caucaia em 1991, 2000 e 2010
Fonte: IBGE 2010

Grupos de Idade	Homens		Mulheres	
	2000	2010	2000	2010
Total	123.299	159.598	127.180	165.843
0 - 4 anos	15.587	13.552	15.152	12.736
5 - 9 anos	15.147	14.204	14.856	13.881
10 - 14 anos	14.626	17.323	14.374	17.084
15 - 19 anos	13.321	17.228	13.290	16.948
20 - 24 anos	11.548	16.601	11.926	16.483
25 - 29 anos	10.497	14.645	11.065	14.908
30 - 34 anos	10.069	12.560	10.822	13.407
35 - 39 anos	8.965	11.452	9.556	12.340
40 - 44 anos	6.385	10.734	6.736	11.700

Grupos de Idade	Homens		Mulheres	
	2000	2010	2000	2010
45 - 49 anos	4.527	9.194	4.959	10.148
50 - 59 anos	6.243	11.136	6.756	12.612
60 - 69 anos	3.794	6.250	4.385	7.295
70 anos ou mais	2.590	4.719	3.303	6.301

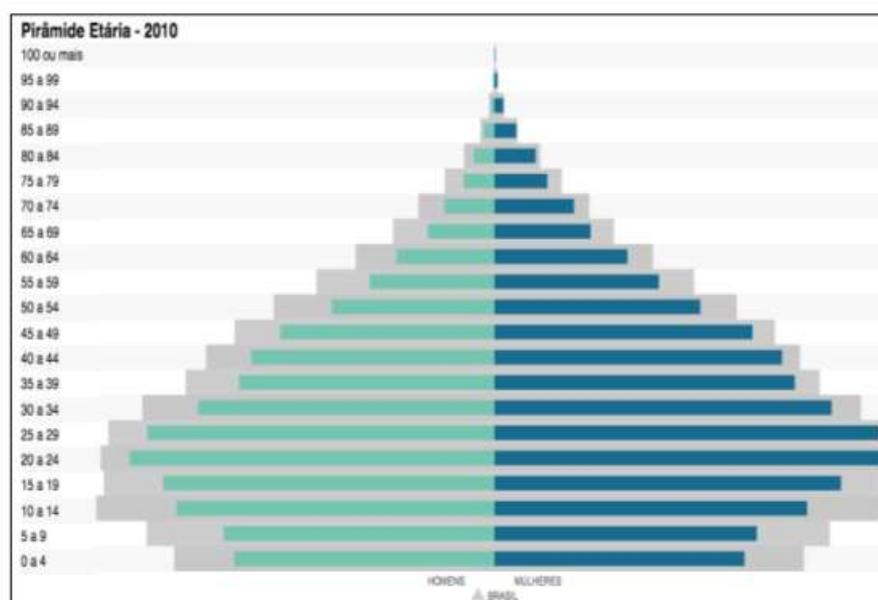


Tabela 42: População recenseada em Caucaia, homens e mulheres por faixa etária, 2000 e 2010
 Fonte: Fonte: IBGE, Censos Demográficos 2000 e 2010, em Perfil Básico Municipal – IPECE 2017.

A Tabela 43 apresenta uma síntese dos indicadores demográficos construídos a partir do censo Demográfico de 1991, 2000 e 2010. A densidade demográfica (hab./km²) aumentou mais de 100% em duas décadas, o que pode ser explicado pela proximidade com a capital do Estado, cidade de Fortaleza, bem como as indústrias intensivas em mão de obra podem ter contribuído para este crescimento populacional. Vale ressaltar que o município de Caucaia, por se localizar na região metropolitana de Fortaleza, acaba por usufruir da infraestrutura em termos de rodovias para escoamento da produção. Segundo os dados do IBGE relativos à população, pode-se verificar que do ano de 1991 até o ano de 2010 o município de Caucaia apresentou uma aceleração nas taxas de crescimento demográfico e econômico, provocadas, principalmente, pelos impactos econômicos da implantação das primeiras instalações do Complexo Industrial do Pecém – CIP.



Indicadores	1991	2000	2010
Densidade demográfica - hab./km ²	127,69	210,42	265,93
Taxa geométrica de crescimento anual (%) ⁽¹⁾			
Total	5,24	4,74	2,65
Urbana	6,56	4,85	2,53
Rural	-1,55	3,76	3,74
Taxa de urbanização (%)	89,4	90,26	89,18
Razão de sexo	96,26	96,95	96,23
Participação nos grandes grupos populacionais			
0 a 14 anos	40,15	60,45	27,28
15 a 64 anos	56,6	55,43	67,59
65 anos e mais	3,62	3,72	5,13
Razão de dependência ⁽²⁾	76,69	60,45	47,96

(1) Taxas nos períodos 1980/91 e 1991/00 para os anos de 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

(2) Quociente entre “população dependente”, isto é, pessoas menores de 15 anos e com 65 anos ou mais de idade e a população potencialmente ativa, isto é, pessoas com idade entre 15 e 64 anos.

Tabela 43: Indicadores demográficos de Caucaia 1991 a 2010

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010.

Ao observar a taxa geométrica de crescimento anual, percebe-se que o município apresenta taxa de urbanização de 89% em Caucaia. Uma importante mudança na relação rural x urbano pode-se observar nos dois municípios: em 1991 no município de Caucaia, o crescimento anual rural foi negativo, -1,55%, havendo grande diferença em relação ao crescimento anual urbano, que ao atingir 6,56% teve um índice expressivo de crescimento geométrico anual, se comparado a 2000 e 2010.

Infraestrutura Viária

O sistema viário do Município de Caucaia é composto pelas seguintes vias: troncais regionais; troncais locais; arteriais; coletoras; locais; vias de caixa reduzida; paisagísticas; ciclovias;



ciclofaixas e; vias de pedestres. Tais vias, entre si, conforme Lei Complementar N° 60 de 12 de 2019, conformam os subsistemas troncal, arterial, coletor e local. Em termos de sistema de circulação e transporte, em Caucaia, se apresentam o rodoviário, o metroviário e ferroviário.

Retomando a natureza das vias, é importante dizer que Subsistema Troncal tem por objetivo absorver grande volume do tráfego de passagem, apresentando-se como importantes rodovias interurbanas que permitem o acesso às zonas urbanas a partir de outros municípios, distritos e localidades. São exemplos de vias que compõem o Subsistema Troncal, os seguintes trechos: BR-020/BR-222; Av. Anel Viário/BR-020; BR-222/Divisa com Fortaleza; BR-222/BR-020; CE-090/BR-222 e; CE-085/CE-090.

O Subsistema Arterial, por sua vez, é formado por vias intraurbanas, cuja função prioritária é interligar cidades adjacentes e conciliar o tráfego geral de passagem com o tráfego local. Importante salientar que este subsistema também tem a função de comunicar as Unidades de Vizinhança. São exemplos de vias do Subsistema Arterial aquelas que ligam: Grande Caucaia e Jurema; Grande Caucaia e Conjunto Metropolitano; Grande Caucaia e Sede Municipal; Grande Caucaia e Capuan/Jandaiguaba; Grande Caucaia e Litoral; Grande Caucaia e Genipabu/Garrote/Tabuba.

O Subsistema Coletor é composto por vias de coleta do tráfego das áreas de “tráfego calmo”, conduzindo-os às vias arteriais. Estas vias também servem de base física para o transporte coletivo e de comunicação entre UVs. São exemplos de vias do citado subsistema aquelas que interligam: Grande Caucaia e Jurema; Grande Caucaia e Conjunto Metropolitano; Grande Caucaia e Tabapuá; Grande Caucaia e Sede Municipal; Grande Caucaia e Capuan/Jandaiguaba e; Grande Caucaia e Guagiru/Mestre Antônio/Icaraí.

O Subsistema local é conforma-se por vias locais, de caixa reduzida, paisagísticas, ciclofaixas e vias para pedestres. As vias locais atendem o acesso aos lotes que se situam nas áreas de tráfego calmo, conduzindo-os às vias coletoras. As vias de caixa reduzida privilegiam o trânsito de pedestres, enquanto que as paisagísticas, de trânsito lento, valorizam e integram áreas de interesse especial, como o turístico. Por fim, as ciclofaixas e as vias de pedestre objetivam a formação de trilhas que conectam vizinhanças, bem como oportunizam acesso às centralidades e a todos os seus equipamentos. As vias do subsistema em questão se localizam na entre a Grande Caucaia e a Sede Municipal e, com especial ênfase, as paisagísticas entre: Grande Caucaia e Lagoa do Tabapuá;



Grande Caucaia e Rio Ceará; Grande Caucaia e Lagoa do Itambé; Grande Caucaia e Lagoa do Pabussu; Grande Caucaia e Lagoa do Capuan; Grande Caucaia e Lagoa Jandaiguaba e; Grande Caucaia e Lagoa do Genipabu.

Por fim, é válido salientar que no que tange, especificamente, ao transporte metroviário, Caucaia relaciona-se com a linha oeste do METROFOR. E no que se refere ao transporte ferroviário, o município abriga operações, no transporte de carga, da RFFSA (Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima). Mais recentemente, por meio da LEI Nº 3.396, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2021, o município seu Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob Caucaia) que se baseia em princípios, dentre outros, como “acessibilidade universal”, “desenvolvimento sustentável das cidades” e “equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo”. De modo ainda mais especial, o PlanMob Caucaia toma para si a tarefa de desenvolver no município a qualificação da infraestrutura viária e do espaço urbano por meio de ações, por exemplo, como “ampliação da malha cicloviária”, “melhoria da iluminação pública” e “implantação de equipamentos redutores de velocidade em trechos críticos de acidentes, zonas residenciais ou de grande fluxo de pedestres”.

Infraestrutura de segurança e defesa civil

O Município de Caucaia compõe uma das Áreas Integradas de Segurança (AISs) do Ceará. As AISs afirmam-se como unidades administrativas de segurança pública do estado, sendo geridas de forma compartilhada entre as vinculadas da Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social (SSPDS-CE). Seu objetivo, conforme dados da própria SSPDS-CE, é otimizar as operações realizadas pelas Polícias Civil do Estado do Ceará (PCCE) e Militar do Ceará (PMCE), buscando oferecer uma eficiente política de segurança à população do estado.

Ao situar-se na Região Metropolitana de Fortaleza, Caucaia corresponde à Área Integrada de Segurança 11 (AIS-11), possuindo equipamentos de segurança distribuídos ao longo de sua extensão territorial. Considerando os dados da Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (SUPESP-CE), é possível afirmar que o município conta com o 12º Batalhão Policial Militar – 12º BPM (Caucaia) e com a 1ª Companhia Policial Militar - 1ª Cia/12º BPM, ambos localizados no Itambé. E também com os seguintes equipamentos: 2ª Companhia Policial Militar - 2ª Cia/12º BPM (Conjunto Nova Metrópole); 18º Distrito Policial (Jurema); 22º Distrito



PoliciaI (Icaraí); 23º Distrito PoliciaI (Conjunto Nova Metrópole); 31º Distrito PoliciaI (Cumbuco); Delegacia de Defesa da Mulher de Caucaia (Parque Soleda); Delegacia Metropolitana de Caucaia (Itambé II).

Para além dos distritos policiais localizados no Icaraí e no Cumbuco, a área litorânea do município possui, ainda, a presença do Corpo de Bombeiros a partir da 2ª Companhia de Salvamento Marítimo - 2ª CSMAR/BBS e da 3ª Companhia de Bombeiros - 3ª CIA/2º BBM (Quartel de Caucaia), as duas situadas na praia do Icaraí. Em Caucaia, desde 1998, também foi instituída uma Comissão Municipal de Defesa Civil que tem, dentre os seus objetivos, desenvolver e atuar a partir de medidas permanentes, preventivas, de socorro, assistenciais ou recuperativas frente a eventos desastrosos, no intuito de preservar o bem-estar geral da popula o local. De acordo com notícias veiculadas no portal da própria Prefeitura de Caucaia, a Defesa Civil, por exemplo, tem atuado, em parceria com outros órgãos do município, de forma muito concreta na zona litorânea no sentido de resguardar a integridade de turistas e moradores diante dos riscos provocados pelo avanço do mar, bem como pela aço de chuvas e ventos que podem precipitar desabamentos em regiões de falésias, como no Pacheco.

Infraestrutura de Turismo e Lazer

O Município de Caucaia e as experiências de turismo e lazer, sobretudo a partir da década de 1950, estabelecem um íntimo diálogo. Assim como ocorre em outras zonas litorâneas do país, o litoral cearense passa a ser valorizado por meio de uma nova dota o de significado para o “mar”: de elemento de perigo ou repulsa para agente de saúde, bem-estar e recrea o (LOPES, 2019). A “maritimidade”, então, transforma-se em fator de atra o das elites locais que – em um primeiro momento – exploram as áreas litorâneas da própria cidade de Fortaleza (como a Praia de Iracema, nas décadas de 1920 e 1930) e, posteriormente, expandem suas práticas de ocupa o rompendo os limites da capital.  , como exposto, a partir dos anos de 1950 que tal movimento inscreve uma rela o concreta com os municípios vizinhos, caso de Caucaia.

A rela o, primeiramente, de segmentos das elites com o mar, destarte, produz uma urbaniza o gradativa das zonas costeiras e empreende um processo de valoriza o das terras de praia, ocupados tanto pelo movimento de visitas ocasionais quanto pelos fenômenos de estabelecimento de “segundas residências” ou mesmo de moradia permanente em tais espaços.



Válido frisar que, conforme indica Castro (2006), os lugares não são “naturalmente” turísticos, mas dependem da criação de significados e de estruturas para assim serem considerados. Desse modo, o processo de configuração de Caucaia e, especialmente, de seu litoral como destinação turística também passa pela consolidação de uma robusta infraestrutura de turismo e lazer.

Desse modo, merecem destaque os programas e ações para o desenvolvimento do turismo tanto no Ceará quanto na Região Nordeste, em geral, tais como o Programa de Desenvolvimento do Turismo no Litoral do Ceará (PRODETURIS) que mapeou os recursos naturais e paisagísticos e culturais de todo litoral, mapeando zonas prioritárias, sendo Caucaia uma delas. Em seguida, pode ser citado o Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste (PRODETUR/NE) que, decisivamente, contribuiu para o aumento dos fluxos turísticos, acarretando transformações significativas no litoral (DANTAS, 2010). Obras de infraestrutura, projetos de proteção do patrimônio histórico-cultural e ambiental, bem como o fortalecimento de instituições estaduais e municipais, segundo Lopes (2019), configuram algumas das importantes ações do referido programa.

Histórica e ainda atualmente, a região litorânea de Caucaia (que abrange Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco), constitui-se como um importante pólo turístico do Ceará. Equipamentos como a Colônia de Férias do Serviço Social do Comércio (SESC), inaugurada em 1954, em Iparana são reveladores deste processo de valorização já iniciado entre os anos de 1950 e 1960. No contexto da praia do Icaraí, ainda para se acenar com exemplos de estruturas turísticas seminais, entre os anos de 1962 e 1972, é construído o primeiro conjunto de casas para veraneio, conhecido como “Centro de Veraneio do Icaraí” (LOPES, 2019). No mesmo Icaraí, no ano de 1980, foi construído o “Icaraí Clube de Veraneio”, atraindo investidores diversos do setor privado e, igualmente, mobilizando o Governo do Estado no sentido de oferecimento de serviços de energia elétrica, telefonia e água potável para região, contribuindo para sua consolidação enquanto destino turístico.

Um olhar mais próximo dos dias atuais, no entanto, indica um deslocamento das atividades e do fluxo de visitação, nacional e internacional, para a praia do Cumbuco. Antiga colônia de pescadores, transformada em vila, esta localidade passa a ser configurada, no curso dos últimos anos, por uma vasta série de empreendimentos de hotelaria, por zonas de loteamento e até por grandes condomínios particulares. Os atrativos naturais, somados às potencialidades para o



desenvolvimento de esportes náuticos, então, apresentam-se como os principais vetores de mobilização das atividades turísticas.

Em termos, notadamente, de serviços de hotelaria, à título de ilustração das múltiplas possibilidades de hospedagem, podem ser destacados os seguintes empreendimentos na região litorânea de Caucaia: em Iparana, Hotel Iparana Paradise e SESC Iparana – Hotel Ecológico; no Pacheco, Villa Pacheco e La Suite Praia Hotel; no Icaraí, Pargos Club do Brasil, Icaraí Planalto Hotel e Pousada das Conchas; em Tabuba, Jinsung Brasil Hotel Tabuba e Pousada Brisa do Mar e; em Cumbuco, Vila Galé Resort Cumbuco, Carmel Cumbuco Resort e Duro Beach Garden Hotel. Do universo exposto o que se pode depreender é a instituição de uma rede plural de hotelaria, variando entre espaços geridos por famílias até grandes resorts pertencentes a cadeias de hotéis. Há também que se considerar uma vasta demanda de hospedagem atrelada à prática de esportes náuticos, como o kitesurf. A estrutura oferecida em tais empreendimentos, assim, agrega o oferecimento de aulas e serviços de aluguel e reparo de equipamentos.

Outro amplo conjunto de serviços oferecidos situa-se no contexto da gastronomia e/ou alimentação. O litoral de Caucaia, desse modo, afirma-se como uma localidade onde se pode desfrutar tanto de uma culinária local, derivada diretamente das atividades de pesca, quanto de uma gastronomia de contornos internacionais, trabalhados sobre as diversas espécies de peixe e frutos do mar presentes na região. Um complexo de entretenimento formado por bares, para além das barracas de praia, associa experiências gastronômicas/de alimentação ao consumo de shows musicais ou apresentações artísticas. Uma parcela destes estabelecimentos, ainda, pode apresentar-se como base para eventos tais como campeonatos de *kitesurf* ou mesmo etapas do circuito de *surf* local e nacional.

São exemplos de barracas, restaurantes e bares nas praias de Caucaia: em Iparana, Barra da Zenilda, Barraca “O Dudu” e Barraca do Chico da Mundola; em Pacheco, Barraca Renascer e La Suite Restaurante; em Icaraí, Barraca Litorânea, Barraca do Gordinho e Restaurante Raízes do Icaraí; em Tabuba, Barra Taquara, Barraca Canarinho, Restaurante Rei do Caranguejo e; em Cumbuco, Chico do Caranguejo Cumbuco, Restaurante Cumbuco Beach e Ronco do Mar Cumbuco. É válido ressaltar que, para além de espaços institucionalizados, ao longo do litoral de Caucaia podem ser facilmente notadas outras atividades comerciais também estimuladas pelo



turismo: venda de artesanato, oferecimento de serviços de massoterapia, de reparo de equipamentos de esporte náutico etc.

Sistemas de saneamento básico, elétrico e de comunicações

O Município de Caucaia é abastecido de água pelo Complexo Pacoti-Riachão, em que a distribuição é realizada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). Possui, ainda, um Estação de Tratamento de Água (ETA) e, segundo estudos recentes (LIRA, 2015), é detentor de um precário sistema de esgoto.

A Estação de Tratamento de Água Oeste, que se localiza no município em questão, contempla as praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icaraí. Também abrange alguns bairros de Caucaia, o que contribui para ampliação do abastecimento em tais regiões. Na área litorânea, é importante dizer, há a utilização de fossas sépticas no que se refere ao esgotamento sanitário. No que diz respeito à coleta e tratamento dos resíduos, Caucaia detém um aterro sanitário que, igualmente, atende Fortaleza. Localizado na BR-020, o Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia – ASMOC está sob a gestão da Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização de Fortaleza (EMLURB), recebendo resíduos de origem doméstica, industrial e pública.

Retomando a dimensão do abastecimento de água, a fim de apresentar um panorama numérico, é possível dizer que Caucaia conta com 97% de taxa de cobertura d'água urbana, com ligações reais e ativas perfazendo os números seguintes, respectivamente: de 97.044 e 88.477. No ano de 2010 (IPECE, 2017), existia 81,64% de domicílios particulares permanentes ligados à rede geral de abastecimento de água, enquanto que 10,04% tinha poços ou nascentes como forma de abastecimento.

Acerca do esgotamento sanitário, Caucaia apresenta uma taxa de cobertura urbana de esgoto de 46,94%, sendo composta por ligações reais e ativas perfazendo os seguintes números, respectivamente: 41.770 e 38.989. Em 2010, segundo dados dispostos pelo IPECE (2017), 39,35% dos domicílios particulares permanentes detinham rede geral ou pluvial como tipo de esgotamento sanitário, enquanto que 17,80% destes se servia de fossas sépticas. Válido frisar que 2,31% dos domicílios não possuíam banheiros.

Mais uma vez considerando estudos recentes, como o de Lira (2015), é necessário indicar que o saneamento básico precário aparece como um dos principais problemas ambientais decorrentes de ações antrópicas nas praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e



Cumbuco. Alta urbanização e carência de infraestrutura urbana, bem como a ocupação de áreas não edificantes, parecem contribuir para o agravamento da situação.

Quanto à temática da energia elétrica, o IPECE (2017) indicava que o município 125.399 consumidores de energia elétrica, sendo o valor do consumo total o de 410.866 mwh. Dentre esses consumidores, 114.869 estavam localizados na classe de consumo residencial e outros 5.122 na rural. Os consumidores situados nas classes industrial e comercial, respectivamente, perfaziam os números de 234 e 4.005. A classe de consumo público perfazia, por seu turno, o número de 1.161 consumidores. No referido contexto, 99,41% dos domicílios particulares permanentes contavam com energia elétrica (IPECE, 2017).

Para além do citado aterro sanitário, Caucaia conta com um sistema de coleta domiciliar de lixo. A Prefeitura de Caucaia, recentemente, organizou um novo calendário para tal ação, contemplando em dias e turnos diferentes as distintas regiões do município.

A região do litoral tem seu lixo coletado nos dias de terça-feira, quinta-feira e sábado, no período de 06:30min às 15h. Necessário ressaltar, por fim, que, com o apoio da prefeitura, uma iniciativa entre movimentos de desenvolvimento sustentável e empresas de capital privado culminou na instalação de um Ecoponto para receber materiais recicláveis na praia do Cumbuco. Diante do mencionado, em perspectiva geral, é possível afirmar que 82,48% (IPECE, 2017) dos domicílios particulares permanentes já conta com seu lixo sendo coletado.

No que tange à dimensão das comunicações, Caucaia conta com uma vasta rede de serviços de telefonia fixa e TV por assinatura, bem como com diversos provedores de *internet* em suas mais distintas modalidades (banda larga, fibra ótica etc.). O mesmo podendo ser afirmado quanto aos serviços de telefonia móvel.

Condições habitacionais

Considerando os dados produzidos pelo último censo do IBGE (2010), Caucaia contava com 89.183 domicílios particulares permanentes, ocupando o segundo lugar do Estado do Ceará em relação a este indicador, ficando atrás apenas de Fortaleza. Do total apresentado, 70.970 domicílios possuíam alvenaria com revestimento como material das paredes externas, enquanto que 16.128 apresentavam paredes de alvenaria sem revestimento. Importante indicar, ainda, que



1.002 domicílios ainda apresentavam suas paredes feitas por taipa não revestida, enquanto que 953 apresentavam paredes do mesmo material, mas com revestimento.

A densidade de moradores por dormitório (IBGE, 2010) é outro indicador valioso no sentido de refletir sobre as condições habitacionais do município. Apenas 19,774 domicílios possuíam até um morador por dormitório. Assim, 43.810 domicílios possuíam de 1,0 a 2,0 moradores por dormitório, enquanto 17.678 abrigavam de 2,0 a 3,0 moradores por dormitório. O número de domicílios com mais de 3,0 moradores por dormitório, por fim, era o de 7.921. Na zona urbana situavam-se 80.061 do total de domicílios e na zona rural o número de 9.122.

De acordo com o IBGE (2010), em Caucaia, foram mapeados 14 aglomerados subnormais, contando com 4.904 domicílios, com uma média de 3,73 pessoas habitando cada um destes. A considerável maioria desses habitantes é classificada como parda, perfazendo um total de 209.631 pessoas. A faixa de idade mais presente nas espacialidades em questão é a de 20 a 24 anos, com 32.805 pessoas.

Como lugar produzido também pelo turismo, o Município de Caucaia, em termos de condição de moradia, é revelador de consideráveis contradições. Reconhecendo os dados acima apresentados, então, talvez seja possível afirmar que a paisagem urbana, sobretudo da região do litoral, é composta por habitações de notória qualidade estrutural (visíveis na constituição das segundas residências e nas redes de hotelaria), assim como por moradias que experimentam situações de precariedade já desde seu revestimento externo ou mesmo na ausência de abastecimento de água ou presença de banheiros. Tal contradição é marca de um processo de urbanização, oriundo em grande medida da expansão da própria cidade de Fortaleza, que precisa ser objeto de reflexão e ações constantes, sob pena do incremento das desigualdades e segregações aqui apresentadas.

População residente, população economicamente ativa e dinâmicas populacionais

O último censo do IBGE (2010) indicava que Caucaia possuía uma população residente de 325.441 pessoas, sendo 89,18% desta habitante da área urbana do município e 10,82 habitando a zona rural. Em relação ao ano de 2000, que apresentava mais de 90% da população habitando a área urbana, é possível se notar um pequeno decréscimo. Em termos gerais, nos últimos 20 anos, a população de homens manteve-se estável, perfazendo em 2010 o número de 159.598 ou 49,04%



da população total. O número de mulheres, de acordo com a mesma série temporal, também gozou de estabilidade, perfazendo o número de 165.843 ou 50,96% da população total atual.

Entre os homens, com o número de 14.645, a faixa de idade entre 25 e 29 é dotada de maior representação, atualmente. Entre as mulheres, no entanto, a faixa de maior representação situa-se entre os 10 e 14 anos (17.084 pessoas), seguida das faixas de 15-19 e 20-24 com, respectivamente, tais números: 16.948 e 16.483. A taxa geométrica de crescimento anual foi em 2010 de 2,65%.

No ano de 2019, segundo dados do IBGE, o número de pessoal ocupado em Caucaia era de 43.135 pessoas, o que resulta em 11,9% da população total do município. O salário médio mensal era de 2,0 (dois) salários mínimos, sendo 43,6% o percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até $\frac{1}{2}$ salário mínimo e o PIB per capita foi de R\$ 19.147,09.

Estando inserida nas rotas turísticas Cearenses, considerado pela SETUR (2016) como um dos destinos preferidos dos visitantes, Caucaia tem parte importante da sua produção de renda relacionada ao turismo em seu litoral. Assim, os seus 44km de linha de costa, abrigando diversos empreendimentos, apresentam-se como atrativo também para a população local devido ao seu dinamismo econômico.

Estabelecimentos de ensino e cursos técnicos-profissionalizantes

A rede de Educação Básica do Município de Caucaia conta com 178 escolas de ensino infantil, 171 de ensino fundamental e 28 de ensino médio. De acordo com o IBGE, no ano de 2020 o ensino infantil recebeu 19.626 matrículas, enquanto o ensino fundamental teve 48.464 e o médio 11.914. O número de docentes por cada nível é o seguinte: infantil, 178; fundamental, 171 e; médio, 28.

As escolas, em seus três níveis, estão distribuídas por todas as regiões do município. Na região litorânea, segundo mapa disponibilizado pela própria Secretaria Municipal de Educação, é possível encontrar 13 estabelecimentos de ensino. Para além da rede de Educação Básica também se localizam em Caucaia instituições de ensino superior e técnico-profissionalizante. Como exemplo podem ser citadas: Faculdade Terra Nordeste (FATENE), Faculdade Estácio (Pólo EAD), Faculdade Anhanguera e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, com seu campus em Pabussu. Contudo, na região do litoral parece não haver presença de modalidades de ensino superior ou técnico-profissionalizante.



Infraestrutura médico-hospitalar

A infraestrutura médico-hospitalar de Caucaia é constituída por 57 estabelecimentos (IBGE, 2010). A rede pública de atendimento conta com 49 destes estabelecimentos e os outros 08 pertencem à esfera administrativa privada. O número total de leitos para internação é de 238, sendo 126 na esfera administrativa pública e 112 na privada.

Dentre as especialidades encontradas em tais estabelecimentos estão: clínica médica, obstetrícia, pediatria e traumato-ortopedia. Há atendimento ambulatorial em 53 estabelecimentos, com especialidades médicas básicas em 48 deles e com atendimento odontológico em 40. Merece destacar que Caucaia possui um Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF) e um Centro de Especialidades Médicas que agrega especialidades como neurologia, neuropediatria, urologia e gastropediatria, dentre outras. Há também Unidades de Pronto Atendimento no município, inclusive uma funcionando 24 horas. O Hospital Municipal Abelardo Gadelha da Rocha é, igualmente, equipamento relevante da estrutura em questão, situando-se na região do Parque Soledade.

Na região do litoral, Iparana possui a UBS Enernado Pires de Souza, Pacheco possui a UBS Valdenúzia Moura Bastos e Icaraí detém as Unidades Básicas de Saúde (UBSs) Jardim Icaraí e Maria dos Santos Menezes. Já a Tabuba conta com as UBSs José Rodrigues dos Santos e Maria Helena Souza Aguiar.

Doenças mais comuns

No ano de 2019, conforme dados do DATASUS, Caucaia teve 1.952 óbitos, falecendo deste total 1.136 homens e 816 mulheres. O número atual de óbitos representa uma ligeira queda em relação ao ano de 2018, com 2.027 óbitos. Contudo, considerando um período mais alargado, é perceptível um aumento da mortalidade comparada ao ano de 2006, por exemplo, representado por 1.165 mortes. Atualmente, a faixa de idade com maior mortalidade é de pessoas com mais de 80 anos. E no que se refere a esse indicador, Caucaia ocupa o 2º lugar no Ceará, apenas atrás de Fortaleza com 15.400 óbitos registrados no ano em questão.

Dentre as principais causas de morbidade estão: doenças infecciosas e parasitárias; neoplasmas (tumores); doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas; doenças do sistema nervoso e; doenças do aparelho digestivo. Contudo, é válido frisar que o maior número de óbitos,



sob este indicador, é motivado por doenças do aparelho circulatório (com 494 mortes) e doenças do aparelho respiratório (com 225 mortes).

As doenças do aparelho respiratório, contudo, como assevera Silva (2020), devem ser objeto de profunda atenção porque se relacionam tanto com aspectos climáticos quanto com as condições socioambientais do município. Assim, desigualdades territoriais, sociais e ambientais podem contribuir para o agravamento e a maior incidência dessa categoria de doenças, demandando ações constantes de debates e educação em saúde, além de políticas públicas específicas, para o seu combate.

A vacinação contra a gripe, e todas as campanhas educativas que a envolvem, pode figurar com um importante exemplo de ação de diminuição das hospitalizações por Influenza A e H1N1, ajudando ainda a prevenir contra a pneumonia, outra doença comum na região. Necessário, ainda, salientar que os grupos etários mais acometidos pelas doenças respiratórias foram as crianças e os idosos. Desse modo, as faixas de “1 a 4 anos”, “menor de 1 ano”, “5 a 9 anos”, “10 a 14 anos” e “80 anos e mais” a apresentam o maior número de acometimentos por esta categoria de doenças, o que enseja programas de maior cobertura vacinal e ações educativas em saúde para os grupos prioritários.

Taxa de mortalidade infantil

Os indicadores de mortalidade infantil revestem-se de grande importância porque, de modo geral, permitem a reflexão sobre as condições de desenvolvimento socioeconômico, ambiental e infra-estrutural de uma região, possibilitando também interpretações sobre os recursos disponíveis à saúde materna e à população infantil, de maneira mais alargada.

Segundo dados do DATASUS (2019), apresentados igualmente pelo IBGE, Caucaia teve uma taxa de 12,91% de óbitos por mil nascidos vivos. Se comparada a do ano de 2006 (17,09%), a atual taxa representa um decréscimo no número de óbitos. Contudo, ela ainda foi ligeiramente maior em relação a do ano de 2018, anterior à pesquisa em questão, que deteve 12,42% de taxa de mortalidade infantil. Considerando o exposto, Caucaia ocupa a 85ª posição no que tange a este indicador dentro do Estado do Ceará.



Entre os nascidos vivos, o número de óbitos em 2019 foi o de 5.346, o que indica aumento em relação ao ano de 2006, com 4565 óbitos; todavia, revela um pequeno decréscimo no que se refere ao ano de 2018, com 5.475 óbitos. No que tange aos óbitos em idade menor que 01 ano, em 2019 o número foi de 69, o que representa um decréscimo em relação ao ano de 2006, com 78 mortes.

Susceptibilidade a endemias de veiculação hídrica e de transmissão por vetores

Anualmente, por todo o Brasil, são registrados milhares de casos e óbitos motivados pela dengue. O caráter endêmico dessa doença relaciona-se com uma considerável infestação domiciliar pelo *Aedes aegypti* e com infestações humanas pelos sorotipos do vetor (SALES, 2008).

Em Caucaia, segundo pesquisa do DATASUS (2012), foram notificados 1271 casos de dengue. O número representa um incremento significativo de notificações se comparado as do ano de 2007, cujo número foi de apenas 420 notificações. Válido indicar que nos anos de 2009 e 2010 as notificações foram ainda menores, com os seguintes números, respectivamente: 102 e 223. No entanto, já em 2011 começa a haver um aumento considerável de notificações, perfazendo o número de 1.719, maior ainda que o do citado ano de 2012.

A persistência da doença, como apontado, pode ser vinculado ao fato dos criadouros infestados e potenciais se encontrarem no interior dos domicílios. Nesse sentido, atividades educativas conforma-se como valiosas estratégias de combate à doença, ensejando um necessário engajamento coletivo, tendo a população como um dos principais atores, no afã da eliminação dos criadouros.

O aumento das notificações, ainda considerando a persistência da doença, talvez possa acenar para um movimento de educação em saúde que não mais naturaliza a experiência da doença, registrando-a com o intuito, por exemplo, de mapeamento dos focos e desenvolvimento de ações mais concretas de combate aos criadouros e vetores (envolvendo agentes de controles de endemias, estabelecimentos de saúde, poder público e a própria comunidade).

6.3.2 – Caracterização da Área De Influência Direta (AID) – Praias Pacheco até Cumbuco-CE

Área de Influência Direta - AID, está representada pelo polígono que começa no final do bairro Cumbuco pela Avenida Oeste 4ª Etapa, sendo este o limite Oeste, seguindo em direção



Norte, até 500m adentro no mar, seguindo em sentido leste até o SESC de Iparana, na Avenida José de Alencar (limite Leste) e tendo como referência de seu limite Sul a Rodovia CE – 090, estrada de acesso ao bairro Pacheco, Icarai, Tabuba e Cumbuco.

Portanto a AID, está representada pelo o território onde as relações sociais, econômicas, culturais e os aspectos físico-biológicos sofre os impactos de maneira primária, tendo suas características alteradas, ou seja, há uma relação direta de causa e efeito.

A zona costeira do distrito sede tem aproximadamente 28 km de extensão, sendo limitado pelo Rio Ceará, a leste, e pelo Porto do Pecém, a oeste, incluindo as praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco, Icarai, Tabuba, Cumbuco com convocação para o turismo e vários atrativos naturais, além os hotéis, pousadas, restaurantes, quiosques, barracas, farmácias, clubes, casas de repouso, escolas, posto de saúde, academias, residências de veraneio, flats, resort, condomínios de luxo e outros.

O crescimento econômico do Município tem se caracterizado pelo turismo e por ser área de expansão da capital Fortaleza, portanto, significativa parcela de sua população se encontra fisicamente mais vinculada à Fortaleza.

Aspectos Demográficos

A análise dos aspectos demográficos é fundamental, já que permite entender tanto a dinâmica populacional quanto a sua estrutura, organização e composição em uma determinada localidade. A compreensão desses aspectos é imprescindível para as análises qualitativas referentes aos usos e ocupações dos espaços urbanos, a demanda de equipamentos de utilidade pública e os impactos que essas mudanças podem ocasionar na dinâmica populacional. Portanto, nessa seção, abordaremos os aspectos demográficos dos bairros Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco, Icarai, Tabuba e Cumbuco onde em alguns destes bairros já se encontra uma atividade turística em grande crescimento, com opções de um trade que atenda a várias esferas da sociedade, com destaque para o turismo de sol e praia, sendo este segmento o que mais se destaca no estado.

Dois Coqueiros

Praia dos Dois Coqueiros é uma praia localizada no município de Caucaia, fica na margem esquerda da foz do Rio Ceará. De acesso fácil pela capital, passando pela ponte sobre o Rio Ceará, com faixa de areia mais larga e com muitas pedras na água, que impedem a circulação de bugres

e veículos, e ondas fortes. No canto direito da praia, na foz do rio, fica uma grande quantidade de barracas que vendem desde peixe até lanches.

A região é composta pela presença de escolas, creches, condomínios, barracas de praia precárias, moradias, terrenos murados e algumas construções em ruínas. Em alguns trechos, como na praia dos Dois Coqueiros, logo após a Barraca Dois Coqueiros, a praia teve seu acesso completamente comprometido devido a construções muito próximas ao mar e antes do limite da Duna do Boi Choco, ocorre um processo erosivo.



Figura 199: Ginásio Poliesportivo e Creche comunitária. Fonte: IEPRO, 2022



Figura 200: Condomínios e Pousada Lebron
Fonte: IEPRO, 2022

Iparana

Bairro Iparana é pioneiro na ocupação do litoral de Caucaia com a construção do SESC (Serviço Social do Comércio) na década de 1950, sendo o primeiro empreendimento de veraneio no litoral do município.

A Praia de Iparana é uma das praias da área natural, que inclui uma zona costeira de águas límpidas e pequenas baías que vale a pena explorar, com mar calmo, com quilômetros de areia fina e dourada, brisa fresca e em um espaço quase que deserto.

Sendo uma das praias mais perfeitas do estado, localizada no meio da natureza intocada. Foi assim que inúmeros viajantes de todo o estado descrevem-na, quando a escolheram como uma das melhores praias do Ceará.

No litoral de Caucaia esta praia é muito procurada pelos visitantes pela facilidade de acesso. O sossego e a tranquilidade deste pedaço de costa cearense são fortes motivos da atratividade para muito visitantes para este lugar.

Praia de Iparana, a partir da moradia anteriormente citada, percebe-se evidentemente ao longo da costa de Caucaia algumas tentativas de proteger as construções do avanço do mar. A primeira obra de engenharia costeira para contenção da erosão e proteção contra o avanço do mar observada é do tipo Enrocamento Costeiro, com 920 m de extensão e feito de blocos de rochas. Foi realizada em 2008 por particulares (Hotel SESC de Iparana), ainda nesse trecho existem barracas de praia e restaurantes precários, alguns em situação de aparente abandono, como a Barraca Recanto do Mar.



Figura 201: Hotel SESC Iparana e praças com campo de futebol e equipamentos de ginástica
Fonte: IEPRO, 2022



Pacheco

Pacheco é uma praia localizada no município de Caucaia, no estado do Ceará. Situada a poucos minutos da capital Fortaleza, a tão requisitada Praia do Pacheco é uma boa opção para curtir o turismo da cidade.

Existem diversas casas de veraneio, sendo algumas debruçadas ao mar e o lugar não possui estrutura turística local. Faixa de areia bem estreita e com muro de pedras fazendo a divisão e proteção da praia e casas locais além de colônia de férias, clubes, pequenos sítios, depósito de construções e de gás de cozinha, mercearias e outros.

As boas ondas da Praia do Pacheco também atraem surfistas. Entre julho e novembro, os ventos sopram mais forte, mas as águas permanecem com temperatura propícia para a prática de windsurf.

Continuando em direção à praia do Pacheco (entre a Barraca Renascer e o Hotel La Suite), também classificada como orla exposta, predomina uma orla bastante comprometida pelo avanço do mar, com a presença de vários enrocamentos costeiros, também construídos por particulares para salvaguardar suas moradias ou comércio.

Continuando, após o Hotel La Suite, a orla apresenta uma morfologia diferenciada, com a presença de falésias da Formação Barreiras. A alta declividade do terreno (15 a 20 m de altura) e a falta de estruturas de acessibilidade à praia dificultam o acesso de usuários.



Figura 202: Colônia de férias e comércio de gás de cozinha
Fonte: IEPRO, 2022



Figura 203: Pequenos sítios e Hotel bem equipamento (La Suíte Praia)
Fonte: IEPRO, 2022

Icarai

Icarai é um bairro localizada no município de Caucaia, no estado do Ceará, que tem um bairro homônimo abrangendo toda sua extensão. Fica a 20 Km do centro de Fortaleza e 26 km do Aeroporto Internacional de Fortaleza. Excelentes acessos pela rodovia Ulisses Guimarães e pela rodovia CE-090.

Na década de 70, foi construir um campo de espigões entre o molhe do Mucuripe e a embocadura do Rio Ceará, paralelamente a estes acontecimentos, a Região Metropolitana se desenvolvia, e as residências de veraneio da população de Fortaleza passaram a situar-se a oeste da capital, exatamente após o Rio Ceará, em praias como: Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco e Icarai.

Nessa época, a Praia do Icarai era uma vila de pescadores que foram perdendo o espaço pela chegada dos turistas e veranistas que encontraram uma praia reta, com uma extensa faixa de areia branca, coqueiros, lagoas e próxima à capital. Nesta época começaram a ocupação urbana na Praia do Icarai. Atualmente, abriga vários condomínios residenciais, casas de veraneio, restaurantes, variedades de lojas, escolas, academias, farmácias, supermercados, etc.



Dada à inexistência de uma legislação específica e ao desconhecimento da dinâmica local, a ocupação urbana se deu sobre os campos de dunas e, em alguns casos, em pontos muito próximos ao limite da zona de estirâncio.

As consequências do processo de erosão costeira para o Icaraí, onde o turismo é uma das principais fontes de renda, são graves por se tratar de uma praia bastante requisitada pelo turismo recreativo e praticantes de esportes terrestres e náuticos.

Possui dunas frequentadas por praticantes de sand board, mar com ondas propícias à prática do surf, sediando campeonatos estaduais e regionais e condições de ventos apropriadas para o wind surf e kite surf, considerado um dos melhores lugares do mundo para a prática desses esportes, tornando-se um ponto turístico conhecido mundialmente.

Nos anos 2000, o Icaraí foi rapidamente sendo "engolido" pelo mar. Para se ter uma ideia, existia uma avenida à beira-mar (a Avenida Litorânea) com pista dupla. Hoje, o mar engoliu a faixa de areia inteira e mais de $\frac{2}{3}$ da avenida. Poucos barraqueiros resistem, longe dos verdadeiros parques aquáticos que existiam antigamente, como o Paraíso Perdido Park, o Icaraí City, o Lago Dourado, dentre outros.

A outra obra costeira na Praia de Icaraí foi a construção, em 2010, pela Prefeitura Municipal, de um modelo de proteção denominado de Bagwall, que consiste na construção de estruturas de concreto em forma de escada entre o continente e a linha de preamar, para amortecer o impacto das ondas e conter o recuo da linha de costa.

Apesar dos avisos de especialistas das universidades locais de que essa opção de proteção não era a adequada para a Praia de Icaraí, o poder público construiu 835 metros de Bagwall nessa praia (Souza, 2011) e, como era de se esperar, a estrutura, não funcionou de forma eficiente. Esse modelo de proteção costeira (Bagwall) tem apresentado bons resultados em áreas protegidas de ondas, como baías e enseadas, ambientes bem diferentes da Praia de Icaraí.

O Icaraí sofre um processo de transição de uso, tal qual Iparana e Pacheco, com um crescente número de residências fixas e diminuição da especulação imobiliária gerada por ocupação veranista nas décadas de 1950 a 1990



Figura 204: Avenida Central (CE-090) e condomínios com acesso a praia
Fonte: IEPRO, 2022



Figura 205: Manifestação espontânea da população a favor do projeto
Fonte: IEPRO, 2022

Tabuba

Tabuba é uma praia localizada no município de Caucaia, a 18 Km da capital Fortaleza, sendo uma das mais extensas do município. Separada da Praia de Icaraí pelo Rio Barra Nova. Abriga a Lagoa de Parnamirin. Pode-se praticar o "esquibunda" (tábua de se deslizar sentado nas



dunas). A Praia de Tabuba, apesar de ser a mais extensa do município da Caucaia, ainda é pouco explorada por turistas, mas é um das preferidas de kitesurfistas.

Em direção oeste, encontra-se a planície fluviomarinha da Foz do Rio Barra Nova, popularmente conhecida como ‘Lagoa da Tabuba’. Essa região apresenta orla abrigada e ainda preserva uma paisagem natural, com apenas 1 edificação (Barraca Rei do Caranguejo). Entretanto, abriga muitas atividades, desde a pesca ao turismo desordenado (barraca de praia, comércio ambulante, prática de kitesurf e etc), que contribuem para a má conservação do seu espaço.

Praia da Tabuba caracteriza-se como orla do tipo exposta, e tal qual a praia da Icaraí, nos últimos anos observou-se um aumento dos processos erosivos, os quais culminaram na perda de faixa de praia e destruição de barracas de praia. A praia da Tabuba, apesar do avanço do mar, permanece com as atividades de lazer e turismo, porém nota-se uma progressiva desvalorização desses espaços por apresentarem entulhos (restos de barracas de praia destruídas) e enrocamentos costeiros construídos por particulares (principalmente donos de barracas de praia, os quais no intento de salvar seu empreendimento sofrem com o impacto visual das obras de contenção, atraindo menos clientes/turistas).

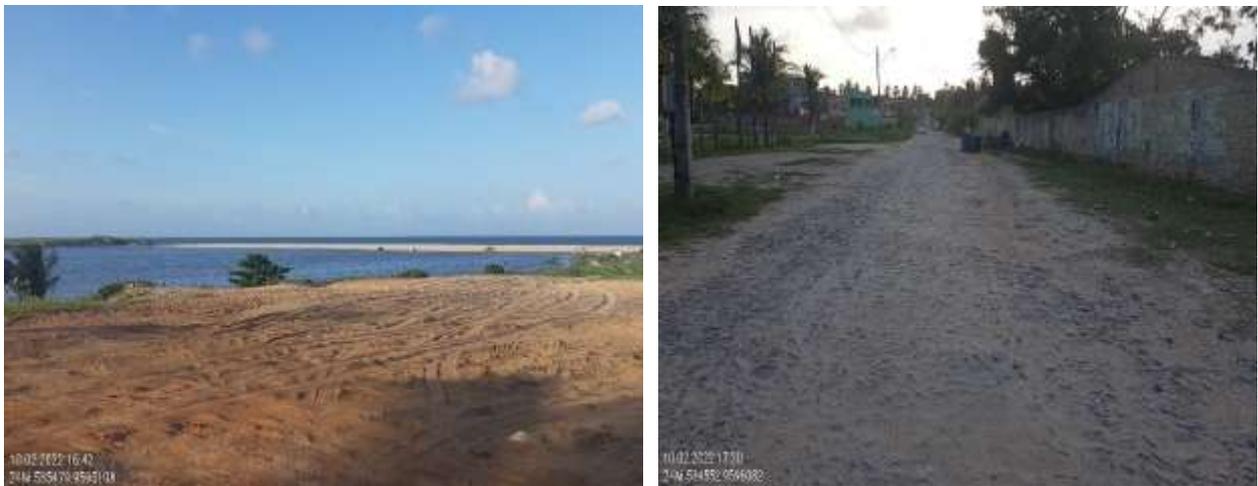


Figura 206: Lagoa da Tabuba e vias secundárias com acesso à praia.
Fonte: IEPRO, 2022

Cumbuco

Cumbuco é originalmente uma colônia de pescadores, atualmente chamada de Vila dos Pescadores, hoje é rota turística da Costa do Sol Poente, internacionalmente reconhecido pelos



atributos naturais, pela atividade turística e pelas práticas de esportes náuticos, especialmente Kitesurf e o Windsurf, e apresenta um processo de ocupação em curso e há, principalmente, um predomínio dos empreendimentos turísticos (hotéis e resorts). Segundo dados estimados pela Secretaria do Turismo do Estado do Ceará, em 2018, a praia do Cumbuco liderou o ranking de ocupação hoteleira (93 %) no Estado do Ceará durante o período de carnaval. A vila do Cumbuco é berço de uma população nativa, que sobrevive principalmente da indústria do turismo que movimentava setores de comércio e serviços.

Além disso, a praia do Cumbuco é mundialmente conhecida pela prática de kitesurfe, atraindo milhares de turistas internacionais ao longo do ano, exceto período chuvoso por falta de ventos. Apesar da importância turística, o Cumbuco também apresenta um turismo desordenado e ocupação irregular de barracas de praia.

Em Cumbuco, a década de 1980 é caracterizada por uma paisagem marcada pelas residências de alto padrão e não possuía nenhum empreendimento na tipologia de complexo turístico, apenas um projeto de construção de um hotel denominado de Saint-Tropez Tropiques, que não se consolidou a julgar pela falta de investimentos dos estrangeiros, nesse caso, os franceses (PEREIRA, 2013; CUNHA, 2017).

No tocante ao Cumbuco, a partir de dados do CENSO 2010, observa-se que a localidade apresentava naquele ano um total de 1188 domicílios particulares e coletivos, dos quais 641 se configuravam como domicílios particulares permanentemente ocupados (principalmente moradores da Vila), 435 eram de domicílios particulares permanentes não ocupados, ou seja, de uso ocasional e 93 se tratavam de domicílios particulares permanentes não ocupados – vagos.

Na contramão do ocorrido com outras localidades do município de Caucaia como o Icaraí por exemplo, que teve sua valorização associada às segundas residências de moradores de classe média, os proprietários de segundas residências no Cumbuco possuem elevados níveis de renda. De acordo com o levantamento da empresa Cenários Pesquisa de Marketing realizado em 2011, 42% das famílias que possuem ou pretendem adquirir uma segunda residência no Cumbuco detêm renda igual ou superior a R\$ 20 mil. A pesquisa ainda indicou que o perfil de todos os proprietários ou pretensos donos de uma segunda residência na localidade é de 31% de empresários, 25% de profissionais liberais, 18% de funcionários de empresas privadas, 16% de funcionários de

empresas 86 públicas, 5% de autônomos, 3% de militares e 2% de aposentados (O POVO, 22 de agosto de 2011).

A infraestrutura urbana do Cumbuco, os quais vão desde a construção de alguns equipamentos de lazer na localidade, reestruturando a paisagem litorânea, até os equipamentos de primeira necessidade, tais como postos de saúde, escolas, posto de gasolina, loja de conveniência, artesanato, banco 24 horas dentre outros.

Para atender as demandas por infraestrutura geradas pela atividade turística e pela urbanização, o Cumbuco apresenta uma série de estabelecimentos comerciais como pequenas mercearias, lan houses, bares, restaurantes, lanchonetes, oficinas de equipamentos de kitesurf, peixarias, lojas de roupas, lojas de artesanatos, barracas de praia, dentre outras.

No Cumbuco ainda podem ser observadas as seguintes estruturas: posto telefônico e o 31º Distrito da Polícia Civil, atendendo as localidades do Cumbuco, Lagoa do Barro, Tabuba, Cauípe e Cristalinas, bem como uma praça, a qual é frequentada tanto por turistas quanto pela nativa, a qual abriga a Igreja de São Pedro, e se configura como um local de lazer e de encontros, além da Colônia de Pescadores Z-7 que foi inaugurada em 1978, anteriormente, o Cumbuco era apenas uma “capatazia” da Colônia de Pescadores da Barra do Ceará, isto é, um grupo de pescadores organizados na comunidade, reconhecido pela Capitania dos Portos e filiado a uma Colônia de Fortaleza.



Figura 207: Colônia de pescadores e comércio local
Fonte: IEPRO, 2022



Figura 208: Centro comercial e polo gastronômico
Fonte: IEPRO, 2022

No tocante ao acesso ao Cumbuco, a localidade é servida por duas linhas de ônibus, as quais ligam a região diretamente à Fortaleza por diferentes rotas: via Avenida Mister Hull e via Avenida Beira Mar, além de uma terceira linha que liga o Cumbuco ao centro de Caucaia, além das linhas de transporte alternativo as quais estão sob a supervisão da Cooperativa dos Transportes Alternativos e Vans de Caucaia – COOPERVANS e do Sindicato dos Permissionários do Transporte Complementar de Fortaleza e Região Metropolitana – SINDVANS.

Outro marco da infraestrutura da região é o referido anteriormente resort Vila Galé Cumbuco, o qual teve a primeira etapa de sua obra inaugurada em outubro de 2010 com custo de R\$ 110 milhões. O resort se configura com um dos maiores da América Latina, possuindo mais de 100 mil m² de área construída, 465 apartamentos com diárias a partir de R\$ 840 12, além de 49 chalés com diárias que chegam a valores acima de R\$ 2 mil, bem como uma série de equipamentos que compõe o resort como: 5 restaurantes, SPA médico, bares, centro náutico, campo de futebol, biblioteca, lojas de conveniência, agências de viagem, dentre outras instalações. (Cavalcante, 2012).

6.3.3 – Caracterização da Área Diretamente Afetada (ADA)

A Área Diretamente Afetada (ADA) é delimitada pela área necessária à implantação do empreendimento, incluindo suas estruturas de apoio, acesso que precisarão ser interditadas, bem



como todas as demais operações unitárias associadas exclusivamente à infraestrutura do projeto.

Para tanto, é dado um enfoque especial para os resultados que o empreendimento, provocará em nível local, analisando-se de que maneira as atividades a serem implantadas do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, interferem social, econômica e culturalmente na vida da população residente no município de Caucaia, e sobretudo é a área utilizada pelo empreendimento, ou seja, onde ele está localizado e sente os impactos diretos mais significativos provenientes da instalação, manutenção e operação do empreendimento, que configuram a área de influência direta desse estudo (Formada pela orla marítima, que abrange todos os bairros da Praia do Pacheco, Icaraí e Praia da Tabuba e os acessos direto ao empreendimento, como a Avenida Central e outros acessos que serão necessários à obra.

Também se considera ADA o canteiro de obra, a jazida na plataforma continental que será utilizada para o aterro hidráulico das praias).

Acesso para a ADA pode ser feito pelas vias de acesso à rodovia federal BR-020 (Av. Bezerra de Menezes) e estadual CE-085 ou através da ponte José Martins Rodrigues sobre o Rio Ceará, que liga a Avenida Leste-Oeste à rodovia estadual CE-225, pegando a CE 090 no sentido litoral, rota mais utilizada por transeuntes que fazem o trajeto Fortaleza-Orla de Caucaia.

Este tópico descreve o conjunto de instalações de infraestrutura e produção da Área Diretamente Afetada (ADA), como os locais das obras (11 espigões, jazidas, faixas de praia com aterro), estradas e caminhos de serviços, canteiro de obra e infraestrutura existente (vias e áreas públicas, hotéis, restaurantes, pousadas, casas de veraneios, etc).

Entende-se que a infraestrutura física urbana é o resultado de processos de produção e transformação do espaço e está em constante mutação como requisito para a adaptação às forças de mudança e sustentação da reprodução social.

A infraestrutura física urbana aqui descrita corresponde aos componentes físicos estruturais do meio urbano que dão base às atividades sociais da área de influência, relatando o estado atual e a capacidade para absorver a demanda incrementada decorrente do projeto.

As praias do litoral do Município de Caucaia possuem uma posição estratégica por estar entre Fortaleza, que reúne a maior demanda turística do estado. A zona costeira do município tem aproximadamente 25 km de extensão, sendo limitado pelo Rio Ceará, a leste, e pelo Porto do



Pecém, a oeste, incluindo as praias de Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba, Cumbuco e Cauípe, além da proximidade com projetos de infraestrutura de elevados investimentos, tais como o Complexo Industrial Portuário do Pecém (CIPP), termelétrica e outros.

Esses aspectos da ocupação da Orla de Caucaia destacam que em sua maior parte trechos bastantes urbanizados, com ocupação urbana desordenada, construções de hotéis, residências, casas de veraneio, pousadas, clube de lazer, barracas de praia, condomínios permanentemente habitados por residentes, áreas comerciais com intenso fluxo de pessoas, moradores, turistas e transeuntes.

Esses grupos sociais constroem diferentes territorialidades em meio a essa diversidade de apropriações e usos.

Com a intencionalidade de perceber, sentir e percorrer os espaços desse território presente na Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto de Recuperação da Orla de Caucaia. Foram mapeados os 11 espigões através de registro fotográfico para destacar as estruturas urbanas que compõem a ocupação do espaço, vias de acesso, e caracterização do ambiente, fundamentada pelo método descritivo exploratório.

Durante o percurso destacamos não apenas o impacto da obra, mas também os sujeitos e as evidências que esse lugar impõe na organização social dos bairros.

Os atrativos do local são a beleza das praias, o clima tropical com ventos suaves, hotelaria bastante diversificada, barracas que oferecem opções para quem quer lazer e diversão, com opções de bebidas e comidas do cardápio local, nacional e internacional, com forte apelo aos pescados e frutos do mar da região.

No decorrer das etapas das obras do Projeto de Recuperação da Orla de Caucaia, destacamos alguns apontamentos sobre os impactos do uso do espaço na fase de implantação e operação, e em seguida, destacaremos a área onde serão instalados os 11 espigões percorridos e correspondentes a Área Diretamente Afetada - ADA, com registro fotográfico georreferenciados com a coordenada em UTM e descrição de seus respectivos equipamentos sociais instalados, conforme documentação fotográfica apresentada.

Quadro 3: Características e Infraestrutura Básica da Área Diretamente Afetada (ADA)

1º ESPIGÃO (DUAS QUADRA ANTES DA BARRACA DO JÚNIOR – PROX. VILLA PACHECO)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Residências de veraneio - Residências de moradia - Colônia de Férias Sintrahortuh - Casas de repouso - Deposito da Ultragás - Industria Mach Máquinas - Pequenas Chácaras - Com via de acesso ao Espigão (Rua das Flores) - Estrada pavimentada com pedra tosca (calçamento) 	
	
	

2º ESPIGÃO (LA SUITE PRAIA HOTEL)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Residências de veraneio - Residências de moradia - Barraca Renascer - La Suíte Praia Hotel - Casas de repouso - Mercearias - Condomínio Pacheco Park Residence - Com via de acesso ao Espigão (Rua Dom Bosco) - Estrada pavimentada com pedra tosca (calçamento) 	

3º ESPIGÃO (PROXIMO AO ENTROCAMENTO – KARI MEDROS)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Residências de veraneio - Residências de moradia - Posto de combustível - Centro Educacional - Mercearias - Espaço Vida Ativa - Usina de dessalinização de água (obras) - Academias - Supermercados - Oficinas - Pequenas Chácaras - Sem via de acesso ao Espigão - Estrada pavimentada com pedra tosca (calçamento) 	

4º ESPIGÃO (ICARAI ACQUA PLAY)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Residências de veraneio - Residências de moradia - Clube de Lazer Icaraí Acqua play - Quiosque de lanche - Praça Gov. Paulo Sarasate - Condomínios - Igrejas - Deposito de Construção - Delegacia 22º - Posto de Gasolina - 3ª CIA e 2ª BBM Corpo de Bombeiro Militar - Quadra de Futebol (Areninha) - Casas da APCDEC – Imprensa Esportiva - Com via de acesso ao Espigão (Rua da Praça) - Estrada pavimentada com pedra tosca (calçamento) 	
	
	

5º ESPIGÃO (PAREDÃO VIZINHO A IGREJA E COND. QUADRA KIM)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Residências de veraneio - Residência de moradia - Condomínios - MMA Formação de Vigilantes - Supermercado - Pousadas - Acúmulo de sedimentos (areia) em algumas residências que dificulta o acesso - Sem via de acesso total (parcial) ao Espigão - Estrada pavimentada com pedra tosca (calçamento) 	

6º ESPIGÃO (ICARAÍ ATLANTIC VILLAGE (PROX. A BARRACA LITORÂNEA))

EQUIPAMENTOS INSTALADOS

- Residenciais de veraneio
- Residências de moradia
- Barracas de praia (Litorânea, e Gordinho)
- Condomínios
- Supermercado
- Escolas (EEF) Profa. Iraci Pereira de Alcantara
- Pousadas
- Com via de acesso ao Espigão (Rua N)
- Estrada pavimentada com asfalto

REGISTROS FOTOGRÁFICOS



7º ESPIGÃO (FINAL DA AVENIDA LITORÂNEA)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Residenciais de veraneio - Residência de moradores - Condomínio Morada do Sol - Faixa de praia propicia para prática de esporte (futebol e surf) - Point dos surfistas - Com via de acesso ao Espigão (Rua Mario Adrião Silveira) - Estrada pavimentada com asfalto 	

8º ESPIGÃO (CONDOMÍNIO ESPLANADA DO ICARAÍ)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Condomínios Esplanada Icaraí - Barraca Rei do Caranguejo - Barraca de Praia Redondo - Foz do Rio Barra Nova, popularmente conhecida como ‘Lagoa da Tabuba’ – barraca de praia, comércio ambulante, prática de kitesurf e etc - Sem via de acesso ao Espigão - Estrada de trilhas com leito natural de areia 	

9º ESPIGÃO (TABUBA MARGEM OESTE)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Barracas de Praia (Miranda's Bar e Sol de Verão Icarai) - Sem via de acesso ao Espigão - Estrada com trilhas indefinidas 	

10º ESPIGÃO (BARRACA DO ALEX)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Residenciais de veraneio - Residências de moradia - Barracas de Praia (Alex, Miranda's Bar, Sol de Verão Icarai e Maori Beach Club) - Hostel / Flat - Pequeno Sítio - Resort Caribe - Mercarias - Com via de acesso ao Espigão (Rua Dep. Wilson Furtado Leite) - Estrada pavimentada com asfalto 	

11º ESPIGÃO (BARRACA TAQUARA)	
EQUIPAMENTOS INSTALADOS	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Residenciais de veraneio - Residências de moradia - Barracas de Praia (Alex, Miranda's Bar, Sol de Verão Icarai e Maori Beach Club) - Hostel / Flat - Condomínios - Escola CEMFA - Mercarias - Com via de acesso ao Espigão (Rua Júlio Feliz) - Estrada pavimentada com pedra tosca (calçamento) 	

A ocupação da orla de Caucaia, pelos moradores e não moradores do lugar acontecem durante os três turnos do dia: durante a manhã e tarde, nas praias existem passeios de buggy, pesca esportiva, surf, futebol, caminhada, corrida, pedalar, barracas de praia e o pôr do sol.; e à noite na Avenida Litorânea somente atividade física, caminhada, e a partir de quinta-feira o funcionamento das barracas de praia.



Figura 209: Uso e Ocupação da Área Diretamente Afetada (ADA)
Fonte: IEPRO, 2022

Destacamos então, que a Orla de Caucaia é um lugar comum dos moradores, turistas e transeuntes e, portanto, em condição de espaço hegemônico no campo do lazer, da cultura, da economia, permitindo o uso diverso de grande parte da população. Por essa razão, destacamos alguns impactos que as obras do empreendimento causarão na ocupação do espaço. Destarte, não será aprofundado o impacto sobre a comunidade local, cultura, economia e meio ambiente.

Durante a Fase de Implantação deverá ocorrer os primeiros contatos com a comunidade afetada, em vista que, nesta fase acarretarão problemas de diversas naturezas na ADA, como o fechamento de áreas que hoje são utilizadas pela população, desmatamentos, restrições de acesso, demolições, construção de edificações provisórias (barracões de canteiros de obras), movimentação de veículos leves e maquinário pesado, carregamento e descarregamento de materiais de construção, bota fora de entulhos, ocupação da área por pessoas estranhas etc. Além dos impactos com o isolamento de áreas, remanejamento de redes das concessionárias públicas,



execução de demolições; bota fora de materiais, implantação de canteiros de obras, armazenamento de materiais de construção e execução das obras de infraestrutura etc.

Na etapa de Mobilização de Montagem dos Canteiros de Obras, ocorrerá o fechamento das áreas ocupadas pelos canteiros de obras com tapumes ou outra vedação, mesmo que temporário pelo período determinado pelo cronograma de obras, isso afetará a paisagem do entorno. As instalações e os equipamentos que serão utilizados constituir-se-ão em estruturas estranhas à configuração natural da área, com efeitos negativos na paisagem natural e artificial.

O fechamento das áreas dos canteiros alterará o fluxo de pessoas. O volume e características do pessoal circulante serão alterados, ainda, com a concentração de operários das obras.

O remanejamento de redes públicas corresponde a todas as obras e atividades de apoio que podem provocar danos nas redes interferentes das concessionárias de serviços públicos.

A obra implica na produção de volumes pequenos de materiais excedentes que devem ser empilhados para remoção dentro da ADA. O material acumulado deve ser transportado para área de recebimento de bota fora da construção. O transporte desse material retirado será realizado por caminhões, repercutindo na circulação de pessoas e veículos.

As obras de construções de 11 espigões e 7 quilômetros de aterro hidráulico (engordamento artificial) na faixa litorânea e nesta atividade está previsto a mobilização dos equipamentos de dragagem, para a realização da dragagem de material na zona da jazida, o transporte de material da jazida até a praia e a distribuição mecânica do material lançado.

A Jazida da Plataforma Continental ou banco sedimentar, está localizado ao largo da enseada do Mucuripe no litoral nordeste da cidade de Fortaleza, próximo ao molhe de proteção do Porto do Mucuripe a uma distância de 11 Km das Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba.

Haverá a geração de ruídos provocados pelos equipamentos, principalmente tratores e veículos de transporte utilizado durante a obra, poderão causar a geração de resíduos sólidos, poeiras e gases poluentes localmente, sem grande possibilidade de poluir o meio marinho em seu entorno.



Outros impactos são a interferência com o sistema viário e de circulação de pedestres, principalmente quanto à operação e manobras de veículos de transporte de material. Portanto na fase de implantação e operação da obra causam impactos negativos e positivos na ADA.

Embora que os impactos positivos na ADA sejam esperados, destaca-se o aumento na geração de empregos diretos e indiretos frutos da contratação de mão de obra, de engenheiros, técnicos, operários e demais, um incremento no comércio e na oferta de serviços no entorno das obras. Com o aumento das ofertas de empregos diretos e o aquecimento do comércio local, espera-se um incremento na economia local, o que deverá gerar uma maior arrecadação tributária. Após a liberação da obra deverão ser atraídos novos investimentos e novas atividades econômicas, que se adéquem a sua finalidade social.

6.3.4 - Uso e ocupação do solo no Município de Caucaia

Constata-se que o crescimento demográfico do município de Caucaia vem conduzindo a uma transformação em direção a uma urbanização acelerada sem o correspondente provimento de infraestrutura e de equipamentos urbanos. Os processos de urbanização desorganizados comprometem o uso que a população faz do espaço, seja em seu cotidiano ou em suas opções de participação na infraestrutura socioeconômica.

É fato que essa tendência de ocupação ocasionará, nas grandes extensões de terra ainda desocupadas, de Caucaia, ocupações desordenadas, comprometendo a paisagem e a resolução e operacionalidade dos espaços urbanos.

O crescimento da população urbana, em detrimento da rural, deverá acentuar a disparidade da ocupação em Caucaia. Atualmente já se observa a predominância da população urbana nesses municípios. Com isso, os núcleos urbanos existentes nas suas imediações deverão servir como suporte às novas demandas por usos residenciais, comerciais, institucionais e de serviços de apoio.

Considera-se então que o crescimento acelerado, sem planejamento e ordenamento, põe em risco a urbanização controlada e ameaça a comunidade local com o surgimento de áreas faveladas, a ocupação de áreas que deveriam ser protegidas, o aumento dos problemas sociais como a sexualização precoce e exploração sexual de menores, a gravidez na adolescência, a prostituição, drogas, bem como problemas de segurança pública.



Constata-se ainda que na região há carência de diversos serviços públicos assim como de programas voltados para apoiar os segmentos sociais mais fragilizados a evitar os problemas acima citados. A população local faz referência ao crescente número de furtos em residências e sítios, de motocicletas e até mesmo de animais nas áreas rurais.

Também, constata-se expectativas em relação a infraestrutura social. Que essa não possa acompanhar o crescimento acelerado da população o que já vem se manifestando na área da saúde pública, na ausência de espaços de atendimento às populações e na carência de serviços como hospital, correios e corpo de bombeiros.

Por outro lado, desde a implantação do CIPP vem provocando efeitos positivos, no município de Caucaia, entre os quais se destaca o estímulo à busca por formação profissional por parte da população residente, o aumento da renda familiar na região e significativa redução da mendicância.

Outra contribuição importante diz respeito ao fortalecimento da organização social. As ameaças sentidas pelas comunidades locais vêm provocando um reforço na mobilização dos diferentes segmentos sociais, ampliando a rede de organização da sociedade e o conhecimento dos direitos cidadãos por parte da população, a exemplo dessas mobilizações podem citar as reivindicações territoriais de comunidades de origem Anacé.

No município de Caucaia foram considerados como núcleos urbanos os seguintes Distritos e Localidades;

- a) Município de Caucaia – Tabuba; Cumbuco; Primavera; Catuana; Coité; Matões; Sítios Novos e Guararu.

Apesar de considerados como adensamentos urbanos, pode-se perceber dependências em relação as condições de infraestrutura, principalmente, nas localidades. A ocupação em certas localidades, a exemplo de Matões, em Caucaia, ainda é visivelmente fragilizada e mutável a expectativas em relação ao CIPP. Há no trânsito dessa localidade diversos espaçamentos desocupados e com placas de venda ou aluguel. O que caracteriza certa tendência de esvaziamento populacional e ocupação de cargas e dormitórios temporários.

Contudo, a infraestrutura básica dessas localidades e Distritos, está sendo impactadas pelo crescimento urbano desordenado - os núcleos urbanos mais próximos do CIPP apresentaram



crescimento populacional variando de 18,52% a 25,17% no período 2000-2010 de acordo com o IBGE - e pela deficiência de serviços públicos essenciais como abastecimento de água e esgotamento sanitário, saúde e segurança, entre outros.

6.3.5 - Edificações e práticas de interesse cultural, processos de tombamento ou salvaguarda

O Município de Caucaia tem uma rica história cultural, repleta de importantes e valiosos lugares de memória, bem como de práticas culturais estruturantes do modo de vida de suas populações. Um olhar que percorre sua extensão territorial, portanto, é capaz de revelar um conjunto amplo e complexo de performances, espacialidades e edificações culturais.

Em termos de Patrimônio Histórico tombado, Caucaia possui o prédio da atual Biblioteca Municipal Professor Martins de Aguiar, tombado em esfera federal pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN (inscrição número 442 de 30/05/1973). A edificação foi construída em 1750 para abrigar a Casa de Câmara e Cadeia de Caucaia. Contudo, o município também conta com outros patrimônios históricos, importantes suportes para a memória coletiva do lugar. São exemplos destes: a Igreja Matriz Nossa Senhora dos Prazeres; a Estação Ferroviária de Caucaia; o Colégio Branca Carneiro de Mendonça e; o antigo Casarão da Cultura.

Urge dizer que em Caucaia encontramos uma forte presença indígena, manifestada pelas nações Tapeba e Anacés, habitando localidades na BR-222 e no Garrote. No distrito de Catuana, BR-222, há a presença de uma comunidade cigana com aproximadamente 23 famílias. Comunidades quilombolas também foram identificadas, habitando regiões da BR-222, BR-020 e Praia (Quilombo do Cercadão, no Icaraí). Somam-se a estes povos mais sete comunidades de Assentamentos da Reforma Agrária, localizadas nas regiões da BR-222 e BR-020. O conjunto de populações apresentado mobiliza uma dinâmica cultural riquíssima, manifestando-se por valores voltados à preservação da natureza, práticas de oralidade e comunalidade, além de outros valores afro-civilizatórios e indígenas.

O circuito de festas do município é outro vetor importante para se pensar as dinâmicas culturais locais. Tais celebrações acontecem ao longo de toda a extensão de Caucaia, durante diferentes períodos do ano. São exemplos: Dia da emancipação política do Município de Cauca (15 de outubro); Festa da Padroeira do Município (05 a 15 de agosto); Festa da Carnaúba (18,19 e



20 de outubro) e; Festa de Santo Antônio em Capuan (1º a 13 de junho). Na região da praia, merece destaque a Festa de São Pedro (que tem lugar no Cumbuco no dia 29 de junho), a Festa de São Paulo (realizada no Icaraí no mês de julho) e a Festa de Nossa Senhora das Graças (ocorrendo no mês de novembro na Tabuba).

Por fim, é significativo dizer que em Caucaia existem duas Mestras da Cultura, reconhecidas pelo Governo do Estado do Ceará, que são a Mestra Mazé, do Movimento Junino, e a Mestra Pajé Raimundinha Tapeda. Ainda em termos estruturais, a praia do Cumbuco conta com um Centro de Artesanato.

6.3.6 - Evolução do histórico de ocupação e contexto geográfico nos últimos 30 anos

O Município de Caucaia, de forma geral, tem seu histórico de ocupação e seu crescimento econômico e populacional alavancado pelas atividades industriais introduzidas na região a partir da década de 1960. Contudo, é importante ressaltar que o incremento desses índices de crescimento também se deve a criação da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), em 1973. Esse processo de expansão dos limites da capital, escusado dizer, acarreta novas formas de ordenamento territorial e práticas de uso e ocupação do solo, nem sempre produtos de planejamento ou racionalização do espaço.

Os movimentos de expansão da capital, como exposto, para além de áreas mais centrais, passam a tomar o litoral de Caucaia como destino, sobretudo, nas décadas de 1980 e 1990 (embora práticas de visitação e ocupação tenham se desenvolvido, igualmente, desde a década de 1960). É nesse período, portanto, que as áreas de praia são exploradas por atividades turísticas que, no limite, culminam em um processo de estabelecimento de segundas moradias, informadas pelas dinâmicas do “veraneio”, e, posteriormente, de moradias permanentes (acompanhando tanto os desejos por lazer quanto o próprio alargamento dos limites de Fortaleza, em uma espécie de ação de alargamento das franjas urbanas da capital).

Desse modo, uma nova configuração das cinco localidades litorâneas do município de Caucaia, por fim, se apresenta. Em sentido geral, por exemplo, é possível afirmar que Iparana, por ser separada de Fortaleza apenas pela Foz do Rio Ceará, foi a primeira área a ser ocupada, tornando-se praia bastante conhecida pelos moradores da capital no mencionado período. Note-se,



ainda, que tal praia acolheu a construção da Colônia de Férias do Serviço Social do Comércio (SESC), inaugurada no ano de 1954.

A Praia do Pacheco, por seus atrativos naturais, igualmente recebeu um conjunto de construções endereçadas ao consumo turístico, destacando-se pela presença de grandes casas que recebiam visitantes tanto em períodos de férias quanto, com extrema regularidade, aos finais de semana. Uma mirada para a história do Icaraí, por seu turno, é capaz de revelar um destino turístico que foi considerado o ponto mais conhecido dentre o litoral de Caucaia, inclusive, por visitantes de outros estados (LOPES, 2019). A prática do veraneio, gerando um significativo número de “segundas residências”, era estimulada pelas belezas naturais da área, bem como por uma configuração costeira bastante propícia aos esportes náuticos, como – por exemplo – a consideração de tal praia como uma espécie de “paraíso” para surfistas.

Ainda em meados da década de 1970, Tabuba e Cumbuco passam a ser “descobertos” pelo olhar visitante na medida em que as dificuldades de acesso às duas praias foram amenizadas com a construção sobre o rio Barra Nova. Assim, Tabuba se afirma como mais uma estação de veraneio, tendo sua estrutura transformada a partir de investimentos infraestruturais no sentido de consolidação de seus espaços para a prática de moradias ocasionais.

No entanto, examinando o curso dos últimos anos, é o Cumbuco que vem ocupando posição de destaque como destinação turística, atraindo um fluxo bastante considerável de visitantes nacionais e internacionais. Suas belezas naturais, assim como seu potencial para o desenvolvimento de esportes náuticos, como o kiteSurf e o windsurf, estimularam um processo de estruturação que hoje acena para uma espacialidade cosmopolita, revelada nos diversos restaurantes, hotéis e demais serviços oferecidos para visitantes em escala mundial.

Em síntese, o movimento de ocupação, nas últimas décadas, do litoral de Caucaia – de acordo com pesquisas recentes (LOPES, 2019; LIRA, 2015) – talvez possa ser descrito a partir das seguintes fases: 1) até o ano de 1970, ocupação predominante de comunidades de pescadores; 2) ocupação por parte de veranistas vindos de Fortaleza em todo o litoral, com mais destaque para a presença destes nas praias de Icaraí, Iparana e Cumbuco entre os anos de 1950 e 1980) e; 3) incremento dos fluxos de visitação turística, sobretudo, na área do Cumbuco, a partir dos anos de 1980, culminando na produção de uma destinação turística objeto de consumo nacional e internacional.



Com efeito, a ocupação da área litorânea de Caucaia, a despeito das potencialidades econômicas do turismo, também acarretou a produção de problemas socioambientais. Um olhar acurado sobre as pesquisas recentes desenvolvidas na área é capaz de apontar caminhos para a elaboração de projetos, programas e políticas no sentido de mitigar os efeitos nocivos de determinado conjunto de ações antrópicas. Lira (2015), por exemplo, apresenta um importante quadro de demandas das praias da região com intuito de enfrentamento de problemáticas como: saneamento básico precário, alta urbanização e retirada de vegetação nativa ou exótica, dentre outras.

Por seu turno, a partir de pesquisa no Cumbuco, Lopes (2019) acena para a necessidade de refletirmos sobre os processos de dinamização dos destinos turísticos, muitas vezes se convertendo em “translocalidades”, que não deixam de carregar em seu bojo conflitos relacionados ao espaço, às territorialidades locais, envolvendo, assim, populações nativas, práticas tradicionais, associações locais, especulação imobiliária e visitantes nacionais e internacionais. É, justamente, o exercício de consideração de pesquisas como as citadas o que pode alimentar projetos de intervenção menos distanciados das realidades locais, considerando a experiência êmica e questões ambientais tanto quanto a necessidade de dinamização econômica, por exemplo, mobilizada pelo turismo.

6.3.7 - Aspectos, infraestrutura de captura, beneficiamento e comercialização (pesca e aquicultura)

A área de influência direta da instalação do Projeto de Revitalização do Litoral de Caucaia é historicamente caracterizada pela existência da atividade da pesca artesanal, especialmente em embarcações tradicionais simples, com pouca ou nenhuma tecnologia avançada tais como os paquetes, os botes e as jangadas. Em tempos pretéritos já houve fartura de peixes e lagostas, mas tem sido observado um declínio na ocorrência destas espécies, como consequência direta da sobrepesca, destruição de habitats, e poluição, dentre outros fatores ambientais. Some-se a isto ao fato da cultura do pescador artesanal não tem tido o mesmo vigor e não tem sido passada através das gerações. As gerações atuais aparentemente perderam o interesse por estas atividades e tem demonstrado maior interesse na atuação profissional na atividade turística, inclusive muitas vezes

utilizando as embarcações anteriormente usadas para pesca, para a realização de passeios turísticos ao longo da linha de costa na região.



Figura 210: Embarcação de pesca artesanal do tipo paquete, na Praia do Cumbuco, Caucaia-CE. Fonte: <https://jangada.online/literaturas/o-pastorador-de-peixes/> Acesso em 02.02.2022.



Figura 211: Passeio turístico na Praia do Cumbuco, Caucaia-CE utilizando embarcação do tipo jangada. Fonte: <https://cumbuco-ce.com.br/atividades-esportes-diversao/jangada-cumbuco/> Acesso em 02.02.2022)



Segundo dados obtidos de campo obtidos na Colônia de Pescadores Z7 (comunicação pessoal, 2021), que engloba todas as praias do município de Caucaia, existem 108 pescadores cadastrados, que se utilizam de 53 paquetes, 7 jangadas e uma lancha. A produção pesqueira total estimada é de 15 toneladas/ano, e as principais espécies capturadas e suas respectivas épocas de captura são apresentadas na tabela abaixo

Espécie	Nome Científico	Época de Captura
Serra	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	ano todo
Guarajuba	<i>Caranx latus</i>	setembro a dezembro
Ariacó	<i>Lutjanus synagris</i>	ano todo
Biquara	<i>Haemulon plumieri</i>	ano todo
Robalo	<i>Centropomus undecimalis</i>	maio a dezembro
Tainha	<i>Mugil cephalus</i>	no todo

Tabela 44: Principais espécies de peixes de interesse comercial capturadas pela pesca artesanal no município de Caucaia-CE

Fonte: Comunicação pessoal do Presidente da Colônia Z7 do Cumbuco, Caucaia-CE (2021)

Além das supra citadas, também ocorrem na região as seguintes espécies: *Pomadasys corvinaeformis* (cocoroca), *Eucinostomus gula* (carapicu), *Menticirrhus americanus* (betara), *Abudefduf saxatilis* (sargento), *Ablennes hians* (laborão), *Calamus pennatula* (pena), *Archosargus rhomboidalis* (sargo de dente), *Holocentrus adscensionis* (mariquita), *Anisotremus surinamensis* (pirambú), *Haemulon parra* (cambuba), *Pomacanthus paru* (parum preto), *Sparisoma amplum* (bodião), *Sparisoma axillare* (bodião), *Sparisoma frondosum* (bodião ou batatas), *Acanthurus coeruleus* (lanceta azul), *Holacanthus ciliaris* (peixe-anjo), *Chaetodipterus faber* (parum branco), *Ocyurus chrysurus* (guaiúba), *Kyphosus sectatrix* (caramaniçoba), *Lutjanus analis* (cioba), *Lutjanus apodus* (caranha), *Bathygobius soporator* (moré), entre outros.



Existem oito principais pontos de pesca catalogados e georreferenciados, distantes de 20 a 50km de suas respectivas praias de aportagem, os quais são utilizados individualmente por um único pescador.

A percepção dos pescadores artesanais do litoral de Caucaia indica uma apreensão com a continuidade da atividade de pesca artesanal na região, primeiramente pelos motivos ambientais já citados. Além destes, existe uma apreensão quanto ao processo de licenciamento e fornecimento das licenças de pesca, o qual apresenta problemas crônicos. Também foi citado o problema do avanço do mar na região, que vem destruindo a faixa de praia e tomando os espaços anteriormente utilizados para o fundeamento das embarcações de pesca artesanal.

A maioria dos pescadores desfruta de condições de infraestrutura satisfatória – acesso à saúde, educação, coleta de lixo, instalações sanitárias, energia e alguma forma de pavimentação – talvez por estarem localizados em área urbana. Embora, esses pescadores possuam baixo nível de escolaridade, assim como os pescadores ao longo da costa do Ceará.

A renda média do pescador ficou em torno de um salário mínimo, sendo esta renda complementada por transferências governamentais (bolsa-escola e aposentadoria). Em geral, a produção da pesca artesanal é de pequena escala, obtida em “regime de meia” com o dono da embarcação, na sua grande maioria, jangadas que fazem viagens do tipo “ir-e-vir”.

Finalmente, verifica-se que a pesca artesanal, segundo os pescadores, enfrenta problemas relacionados com a diminuição da captura, falta de capacitação técnica para processamento do pescado, falta de incentivo governamental e conflitos com outros tipos de pescaria (mergulho).

Do ponto de vista econômico, os impactos induzidos com as atividade pesqueira e aquicultura foram: a diminuição no número de pescadores motivada pela oferta de oportunidades em outras frente de trabalho; aumento do número de consumidores devido ao aumento da população local trazida pelos grandes empreendimentos; melhoria nas condições de infraestrutura da cidade decorrente de investimentos vinculados diretamente ao Turismo; e crescimento do comércio e criação de novos postos de trabalho na região.

Do ponto de vista social, os pescadores apontaram que o Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia pode trazer novas oportunidades de renda para os pescadores, além de valorização da profissão com incentivos e obtenção de patrocínio para as manifestações culturais locais e tradições populares, tais como regata de jangadas, procissão religiosa, etc. Do ponto de vista ambiental, segundo os pescadores, relataram que as praias da orla de Caucaia serão

beneficiadas pela construção dos espigões e o engordamento da praia, podendo proporcionar o recuo do mar e aumentando a faixa de praia onde eles poderão colocar suas embarcações, a diminuição da força e agitação das ondas, criando um ambiente sem erosão e aquecível para os banhistas e pescadores, favorecendo o turismo local.



Figura 212: Tipo de pesca artesanal na área de influência do Projeto.
Fonte: IEPRO, 2022

Os pescadores acreditam que com o projeto haverá uma melhor funcionalidade do litoral, propiciando aos pescadores uma mobilidade e acesso ao mar e com isso um grande número de embarcações poderão adentrar ao mar sem nenhum risco de acidente e prejuízos com as embarcações e com certeza maiores investimentos em infraestrutura e o dinamismo da economia vai melhorar a qualidade de vida dos pescadores. Porém, pode-se afirmar que as instalações dos espigões não há coincidência com as localizações dos portos das jangadas, logo os pescadores não serão afetados com as obras.

6.3.8 - Estudo das percepções dos impactos socioambientais na área de influência do Projeto

Esta pesquisa, realizada pelo Grupo de Estudos em Linguística e Discurso Autobiográfico (GELDA/UFC), tem por objetivo coletar e analisar a opinião de cidadãos de Caucaia a respeito do projeto que planeja revitalizar a orla do município. O planejamento do projeto inclui, entre outras ações, a regeneração artificial de uma faixa de areia, por meio do processo de engorda, junto à construção de espigões para proteção das praias que passarão pela intervenção, Praia do Pacheco, Praia do Icarai e Praia da Tabuba.

No Ceará, a imagem de região turística e lugar paradisíaco através do qual o viajante pode se completar começou através da exploração da imagem de seu litoral. A zona litorânea começa a se configurar enquanto espaço urbano através de Fortaleza com o movimento dos segmentos privilegiados demandando por mais uma área de lazer, levando para próximo das areias as suas segundas residências, de onde se podia ter “sob as vistas” o oceano Atlântico. Tal movimento a caminho do mar é intensificado com o passar do tempo e se dá de maneira conflituosa, ao passo da disputa entre os diferentes sujeitos pela produção daquele espaço. E esta imagem vai sendo estendida aos seus 573 km de litoral (VIANA, 2012).

As praias de Icaraí, Pacheco e Tabuba situam-se no município de Caucaia, no estado do Ceará, e fazem parte da Região Metropolitana de Fortaleza. Desde meados do século XX, o litoral do município foi objeto de intensa procura com objetivos balneares e a ocupação urbana de seu litoral ocorreu nas praias mais próximas a Fortaleza em direção ao litoral do município vizinho (Pecém). O litoral de Caucaia tem sofrido uma evolução acentuada ao longo das últimas três décadas, como resultado não só da vilegiatura que se desenvolveu entre as décadas de 1970 e 1980, mas também da erosão costeira que destruiu parte do patrimônio edificado entre as décadas de 1990 e 2000. Em 2011, a Prefeitura Municipal de Caucaia promoveu a construção, em caráter emergencial, de uma obra de engenharia de proteção costeira, mas que não tem sido suficiente para barrar a força do mar (PAULA, FARRAPEIRA NETO, SOUZA e DIAS, 2014).



Figura 213: Avenida Litorânea
Fonte: IEPRO, 2022

A zona costeira do Icaraí tendo sua importância como local de moradia, lazer e turismo, está exposta a grandes modificações tanto advindas de maneira natural, como a velocidade dos ventos, a dinâmica das marés e das ondas, como de maneira antrópica, ocasionadas pela ocupação desordenada e a construção de grandes portos no litoral, principalmente em Fortaleza.



Figura 214: Avenida Litorânea
Fonte: IEPRO, 2022

Todos esses fatores reunidos fomentam a erosão costeira da praia do Icaraí, o que tem corroborado para nova imagem do Icaraí não mais como lugar paradisíaco. O discurso do paradisíaco, portanto, evoca a memória a partir de “velhos” dizeres/memórias que são logo atravessados pelas “novas” memórias que estão relacionadas agora ao abandono causado pela erosão marinha.

Para além da utilização como lugar turístico, a praia do Icaraí ainda é lugar de moradia e hoje utilizada por grupos de surfistas e kitesurfistas que aparecem, principalmente, na Lagoa da Tabuba (divisa entre Icaraí e Tabuba) durante os meses de grandes ventos (a partir de setembro até dezembro). Contudo, a erosão, a desvalorização imobiliária, a falta de investimentos e a não mais visão de lugar turístico, além de outros problemas enfrentados nas duas últimas décadas resultam em conflitos entre os moradores locais e o poder público municipal.



Figura 215: Erosão Costeira.

Fonte: <https://caucaiaantiga.blogspot.com/2020/03/praias-de-icarai.html>

Para o desenvolvimento de nosso estudo, foram coletadas 60 entrevistas presenciais com moradores entre os bairros de Pacheco e Cumbuco, trabalhadores e turistas, entrevistas on-line e um projeto científico de uma moradora que mostrou em sua justificativa (TAVARES, 2019; p. 12):

Escolhemos o Icaraí, por ser este o nosso lugar de residência, o que nos dá com o lugar uma relação de pertencimento e o interesse em analisar o discurso do paradisíaco. Desta maneira, nossa ideia surgiu a partir de conversas com motoristas de aplicativo (UBER) que sempre falavam com muito carinho e saudosismo sobre os tempos de glória da região, descrita como lugar favorito da infância e adolescência, dos carnavais e feriados prolongados e demais experiências vividas na Avenida Litorânea e nas Barracas de Praia, entre elas a mais famosa, Cabana.

Conhecer o sentimento das pessoas em relação ao que aconteceu nas praias da orla de Caucaia é relevante, porém, mais importante do que entender o processo de erosão é compreender o modo como esses sujeitos constroem sua identidade frente a essas mudanças e entender por que eles precisam fazer isso (HOLANDA, 2020). O contato com pessoas exige do pesquisador um olhar diferenciado, caso contrário, como nos fala Holanda (2020; p.105) "nossa análise até poderá ser científica, mas não será humana". Veremos mais adiante, nas análises, o quanto os sujeitos



nativos e visitantes antigos, ao darem sua opinião sobre o processo de perdimento de faixa de areia da praia, e sobre o possível projeto do poder público de recuperação de faixa de praia por aterro e colocação de espigões, mostram-se muitas vezes ligados ao passado, a seus pais e avós que cresceram ali e contam suas histórias sobre o lugar.

Veremos, nessa perspectiva, o discurso narrativo do sujeito como prática social. "Assim, não há nenhuma avaliação no sentido estrito da atribuição de valor pelo pesquisador, mas pelo sujeito. Sujeito e pesquisador são, assim, complementados e modificados em uma relação dinâmica, em constante construção de sentidos" (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2019; p. 109).

É fundamental apresentarmos também como elemento complementar para a complexidade da nossa proposta: o espaço. De modo semelhante à nossa abordagem do discurso, que situa a materialidade linguística em meio às práticas sociais, o espaço em nossa proposta também é entendido em sua relação com a sociedade em que se insere e que o significa. O que pode indicar nas respostas obtidas que apresentaremos tal como já vimos em estudo anterior

"que a *imagem-recordação* está presente no espírito como alguma coisa que já não está lá, mas esteve um dia e permanece na lembrança. Então, se as perdemos de vista, podemos reencontrá-las pela rememoração" (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2019; p. 109).

Há, portanto, uma relação discursiva entre as noções de espaço, de lugar e as memórias das pessoas que nele vivem suas experiências, que despertam com o lugar o sentimento de pertencimento, eixo que serviu de fundamento para nossos estudos, em concordância com a perspectiva de Milton Santos (2004) de que o espaço não apenas revela o transcurso da história, como indica a seus atores o modo de nela intervir de maneira consciente.

Uma vez que cada sujeito se situa num espaço, o lugar permite pensar, viver, habitar, trabalhar, praticar o lazer enquanto situações vividas, revelando, desta maneira, os conflitos do mundo moderno. Desta forma, o antes dos bairros de Caucaia, como Iparana e principalmente Icaraí, nos tempos de *glamour* e de grande atividade turística, de festas e de férias, é modificado na memória dos moradores, comerciantes e ainda frequentadores do lugar pelo **agora** de espaços abandonados, de barracas sem movimento, de praia sem faixa de areia e de praia com lixo, com pedras, com barreiras de contenção já danificadas pela ação do mar e de imóveis desvalorizados tanto para aluguel quanto para venda.



Aqui se faz presente também a discussão de paratopia de Maingueneau (2016) na figura dos moradores e comerciantes locais que viram seu lugar outrora sendo preparado e produzido para outros que não para si e que agora veem este mesmo lugar sendo esquecido pelos que antes usufruíram do lugar e também veem o espaço sendo negligenciado pelo poder público e privado.

Visto que pretendíamos analisar as narrativas orais de moradores, frequentadores e comerciantes locais fazendo um paralelo entre os discursos orais de culminância econômica e de declínio da região Icarai-Caucaia, foi necessário que atentássemos também aos estudos acerca de narrativas de vida. Assim, a história de vida constitui-se uma ferramenta valiosa, por se colocar justamente no ponto em que se cruzam vida individual e contexto social (MAIA-VASCONCELOS, 2011).

Metodologia

Lakatos e Marconi (2003) ressaltam que o método é o conjunto de atividades que com maior segurança e economia nos permite alcançar o objetivo através de um caminho a ser seguido e que nos auxilia na tomada de decisões e Gil (2008), por sua vez, abre o leque de possibilidades e destaca, que para determinado conhecimento ser considerado científico, é necessário identificar operações mentais e técnicas que possibilitem chegar a este conhecimento. Assim, para a realização de nossa pesquisa, fizemos uso do método indutivo, através do qual, de acordo com Gil (2008), parte-se da observação dos fatos ou fenômenos cujas causas se deseja conhecer, para, posteriormente, compará-los e finalmente descobrir as relações existentes entre eles.

Fizemos também uma pesquisa descritiva com o objetivo de identificar o perfil dos indivíduos que residem e que frequentam a região do Icarai-Caucaia. Este tipo de pesquisa tem sua importância, pois tem por objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou seja, neste tipo de pesquisa, podemos estudar as características de determinado grupo, além de seu perfil socioeconômico. Também é possível através dela estudar o nível de atendimento dos órgãos públicos a uma determinada comunidade ou ainda levantar opiniões e crenças de uma população (GIL, 2008).

Além do mais, nossa pesquisa também é explicativa, visto que identificamos os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos (GIL, 2008), ou seja, aprofundaremos os fatores que levaram o Icarai-Caucaia a sofrer com a mudança de visão do paradisíaco às novas



perspectivas sobre o lugar, a partir das análises dos discursos dos moradores, frequentadores e comerciantes locais.

Sobre os sujeitos participantes

Dentre as regiões metropolitanas de Fortaleza pertencentes ao litoral oeste, está o município de Caucaia e, como áreas de praia deste município, temos os bairros de Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco. Dentre eles, pelo seu aporte histórico com o desenvolvimento turístico, teríamos as regiões do Icaraí e do Cumbuco, porém, este último somente teve sua explosão de desenvolvimento após os fatos de erosão marinha acontecidos nas décadas de 1990-2000 no Icaraí.

Para o desenvolvimento da pesquisa *in-vivo*, a população participante no estudo de campo foi a de moradores dessa região, visitantes em geral que frequentam as barracas de praia situadas na Avenida Litorânea, comerciantes da Avenida Central e também o grupo de surfistas que frequentam a praia nos finais de semana. O critério de escolha dos participantes das entrevistas presenciais, *a priori*, foi a idade dos moradores, uma vez que o estudo precisou contar com pessoas que já eram adultas ou pelo menos adolescentes na década de 1990, e a disponibilidade desses moradores em participar. O número de participantes final desta fase foi definido ao longo do estudo e chegamos a 60 (sessenta) pessoas de forma presencial, mediante formulário específico. A fim de obtermos uma amostra mais representativa, também enviamos um formulário on-line com uma questão norteadora: "Como você analisa as praias de Caucaia (do Pacheco à Tabuba) tendo em vista os processos de erosão ocorridos ao longo dos últimos 20 anos, ou seja, de 1990 a 2020?" para o qual obtivemos o quantitativo de 50 (cinquenta) participantes on-line. As respostas foram catalogadas e categorizadas de acordo com as especificidades das informações e com o foco de interesse a que se voltaram, considerando as mesmas categorias abrangidas pelo formulário presencial: sociedade, economia, meio-ambiente e paisagem.

De modo geral, as pesquisas sociais abrangem um universo de elementos tão grande que se torna impossível considerá-los em sua totalidade. Por essa razão, é muito frequente trabalhar com amostra, ou seja, com uma pequena parte dos elementos que compõem o universo e por este motivo nossa pesquisa se realizou por meio amostragem não probabilística por cotas que dependem de critérios do pesquisador e que é desenvolvido em três fases: i) classificação da



população em função de propriedades tidas como relevantes para o fenômeno, ii) determinação da proporção da população e iii) fixação de cotas para cada entrevistado (GIL, 2008, p. 89), ou seja, cotas para residentes, para visitantes das barracas de praia, para comerciantes locais e para surfistas.

Outras fontes

De acordo com Gil (2008), a análise tem por objetivo organizar e resumir os dados de forma tal que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema a ser investigado e a interpretação tem por objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos obtidos.

Com o objetivo de analisar o discurso do paradisíaco em narrativas orais de moradores, visitantes e comerciantes locais sobre a culminância econômica do Icaraí nos anos de 1980-1990, traçamos um perfil socioeconômico dos moradores, visitantes e comerciantes locais que foi feito através de entrevista, a partir daí, fizemos uma análise quantitativa dos dados.

Conforme sugere Maia-Vasconcelos (2005), as entrevistas foram transcritas, reunidas e organizadas em forma de discurso narrativo, seguindo a ordem cronológica e/ou temática dos fatos. Após organizarmos os dados, buscamos adequar as ocorrências encontradas às classificações e tipologias do discurso narrativo.

Resultados e Discussão

No momento das entrevistas presenciais, foi possível sentir na voz dos entrevistados nativos da região o quanto essas pessoas se identificavam com a praia, sobretudo no que tange às relações familiares, relembrando pais e avós que trabalharam no mar ou em estabelecimentos à beira mar. A noção de lugar, em suas abordagens narrativas, ultrapassa o espaço físico e adquire uma função de reconhecimento emocional. O lugar é onde se encontram as identidades pessoais e seus valores juntamente com as formas de se perceber o espaço. Está relacionado intrinsecamente com os laços afetivos e com as pessoas que nele habitam. O lugar tem, portanto, um significado diferente para cada pessoa que interage com ele, para quem tem com este espaço o sentimento de pertencimento, mas também é um intermédio entre o mundo e o indivíduo.



A noção de espaço em se tratando de ambiente praias pode ser tratado como paisagem, vez que cria um imaginário paradisíaco nas mentes de grande parte de pessoas que estão sempre em busca de sol e mar, haja vista o estado do Ceará ter sido durante muito tempo um destino marcado por essa característica. Não são de hoje as buscas pelas casas de veraneio no mundo inteiro e a especulação imobiliária no litoral é bastante conhecida. Não sendo nosso objetivo de estudo, não trazemos aqui dados precisos sobre tal informação, embora seja evento notável. O que nos interessa é mostrar o como os moradores e demais sujeitos ligados ao lugar onde realizamos a pesquisa se inserem nessa paisagem e como se refletem nesse processo de desconstrução/reconstrução a que estão agora submetidos. Não tratamos do fenômeno geográfico, mas como já dissemos em trabalho anterior (MAIA-VASCONCELOS et al, 2013),

"Nossa perspectiva é antes a da geografia do olhar dos moradores, a apreensão da paisagem, mantendo a predominância descritiva, mas não somente se detendo na enumeração dos elementos presentes e na discussão das formas – tal como a geomorfologia. Nossa perspectiva levará em conta a relação entre os elementos e a dinâmica entre eles, apontando para um estado de funcionamento da paisagem".

Esse caráter subjetivo será visto não somente nas entrevistas on-line, quando os sujeitos ficaram mais à vontade para falar sobre seu ponto de vista sobre a praia ou as praias, mas também sobre as entrevistas estruturadas presenciais que utilizamos com formulários e que organizamos em gráficos como veremos a seguir. Lembrando que tratamos com 60 (sessenta pessoas).

Entrevistas objetivas

O Formulário de entrevista objetiva buscou fazer um perfil dos moradores, comerciantes e frequentadores em geral da praia do Icaraí. As respostas foram organizadas nos gráficos que apresentamos a seguir. Para iniciar, é importante analisar as informações que delineiam o perfil dos sujeitos que fizeram parte da pesquisa presencial. A primeira informação diz respeito à idade dos entrevistados, como pode ser observado no gráfico a seguir:

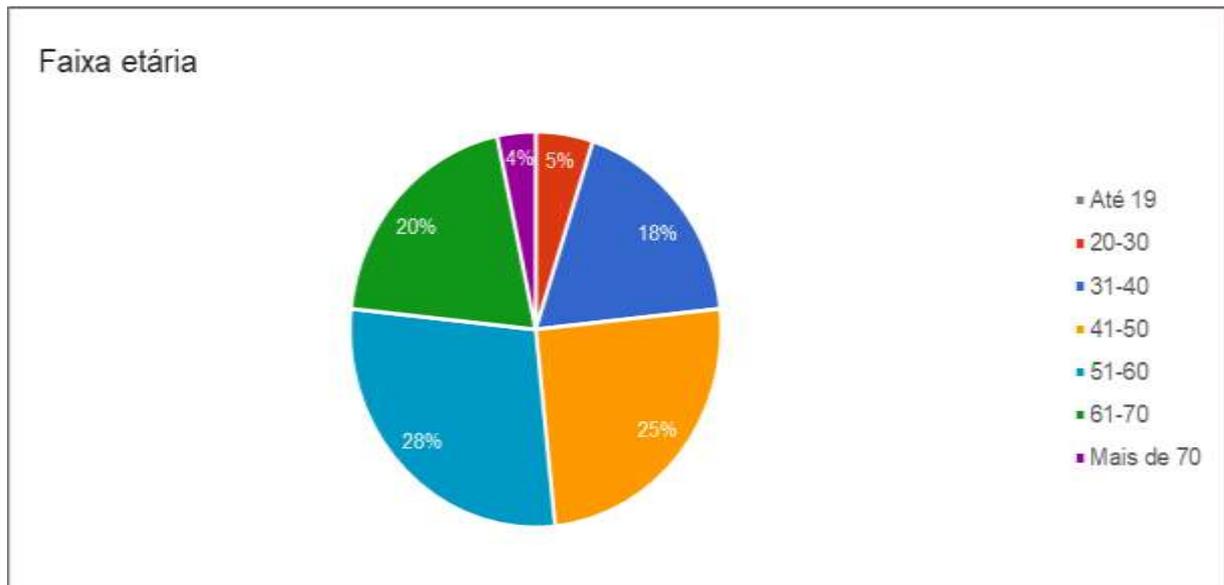


Figura 216: Gráfico da Faixa etária
Fonte: Elaborado pelos autores. IEPRO 2022

Em relação à faixa etária, mais de 95% dos entrevistados afirmaram possuir mais de 31 anos, resultado da decisão de dar preferência a pessoas que tivessem alguma vivência no local durante a década de 90, antes do processo de erosão da faixa de areia. Além disso, mais de 75% dos entrevistados já eram adultos naquele período, característica relevante para entender o impacto social desse fenômeno no discurso da população afetada.

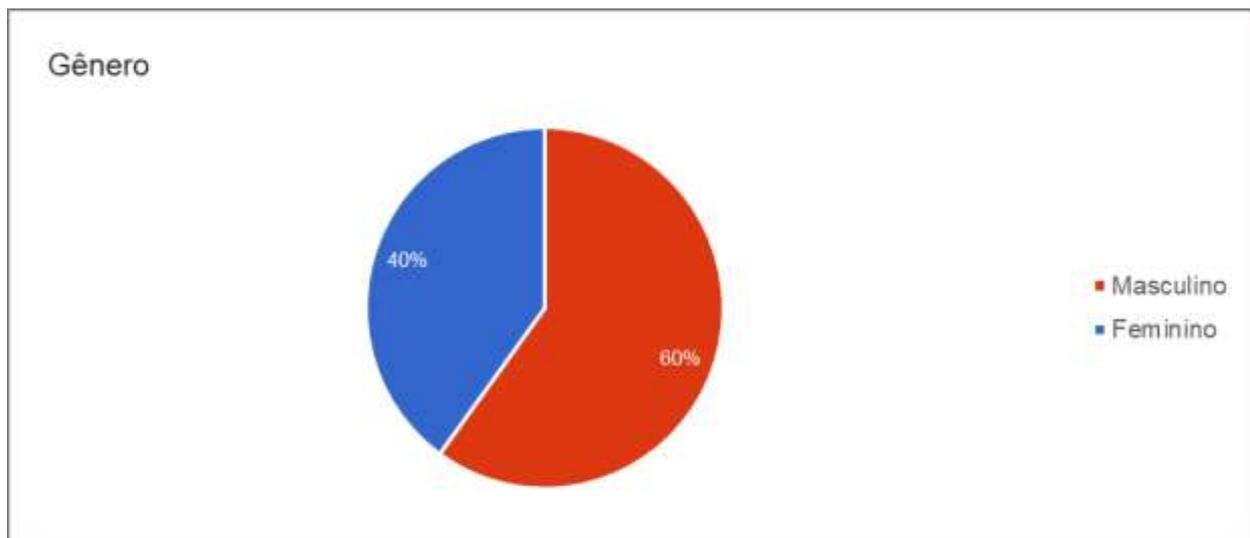


Figura 217: Gráfico de Gênero
Fonte: IEPRO, 2022

Em relação ao gênero, essa característica não é tão relevante para definição das políticas públicas de restauração do espaço litorâneo, mas ajuda contextualizar o conteúdo das respostas obtidas. Apesar de haver uma predominância de respostas vindas do gênero masculino, acreditamos que a diferença não é suficiente para invalidar os resultados da pesquisa.

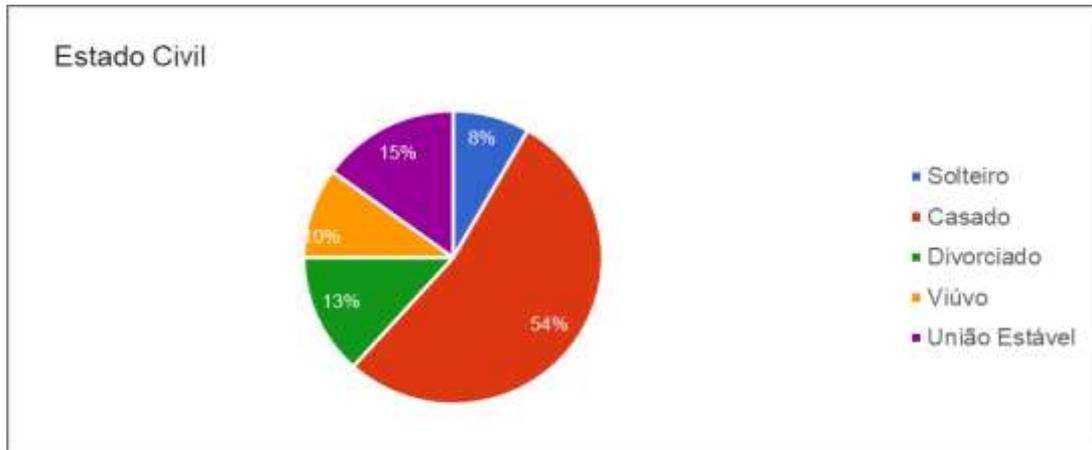


Figura 218: Gráfico do Estado Civil
Fonte: Elaborado pelos autores

O estado civil dos entrevistados, por outro lado, é importante para entender o uso do espaço litorâneo. Em geral, pessoas casadas ou em união estável esperam que a praia seja um local seguro, atrativo e com uma infraestrutura que permita a permanência dos filhos de maneira confortável. Equipamentos como barracas e banheiros públicos fazem muita diferença e a segurança do local é essencial. Em nossa pesquisa, quase 70% dos entrevistados declararam que estão casados ou em uma união estável.

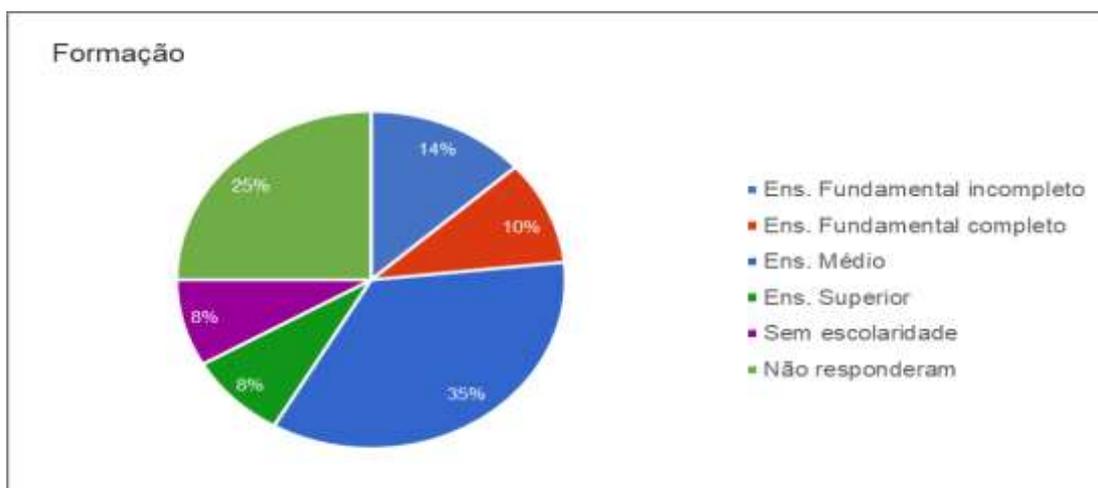


Figura 219: Gráfico de Formação

Fonte: Elaborado pelos autores.

A formação é outro dado importante para contextualizar as respostas recebidas a partir do entendimento de que os diferentes níveis sociais constroem relações distintas com o espaço em questão, de acordo com a profissão, os interesses pessoais e o nível de instrução.

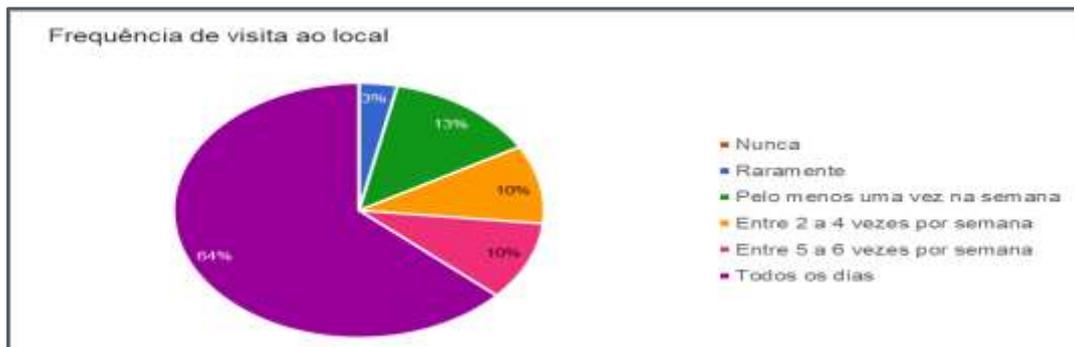


Figura 220: Gráfico da Frequência de visita ao local
Fonte: elaborado pelos autores

Esse questionamento, que diz respeito à frequência com que os entrevistados visitam ou comparecem às praias afetadas pela intervenção, é importante para complementar o perfil dos participantes da pesquisa. A maior parte dos entrevistados (38), o que equivale a 64% do total, afirmaram frequentar as praias praticamente todos os dias. Esse resultado está relacionado ao público alvo que escolhemos como preferencial para realização das entrevistas, os moradores e trabalhadores locais, que serão diretamente afetados pelas ações do poder público. Além disso, pelo menos 97% dos entrevistados afirmaram frequentar as praias semanalmente, o que inclui o público visitante local, como moradores da região metropolitana de Fortaleza que possuem o hábito de frequentar as praias de Caucaia nos fins de semana.

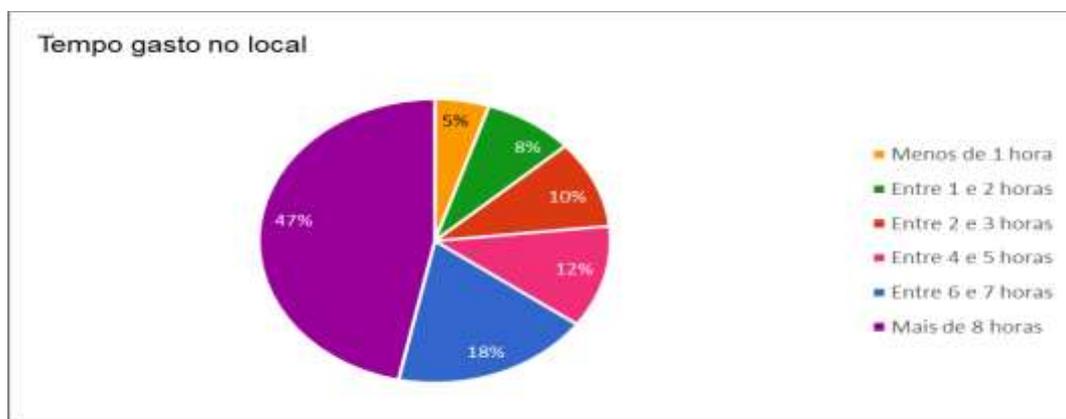


Figura 221: Gráfico do Tempo gasto no local
Fonte: Elaborado pelos autores

Já essa pergunta objetiva analisar o tempo de permanência dos entrevistados nas praias afetadas pelo projeto de intervenção. Quase metade dos participantes, 47%, afirmaram permanecer por pelo menos 8 horas nesses locais, representando boa parte dos trabalhadores que participaram dessa pesquisa (comerciantes, vendedores ambulantes, garçons, entre outros). Observando o restante do público entrevistado, é possível perceber que pelo menos 77% dos participantes gastam ao menos 4 horas do seu dia durante uma visita a um dos locais analisados, o que já incluiria alguns turistas e visitantes a lazer.

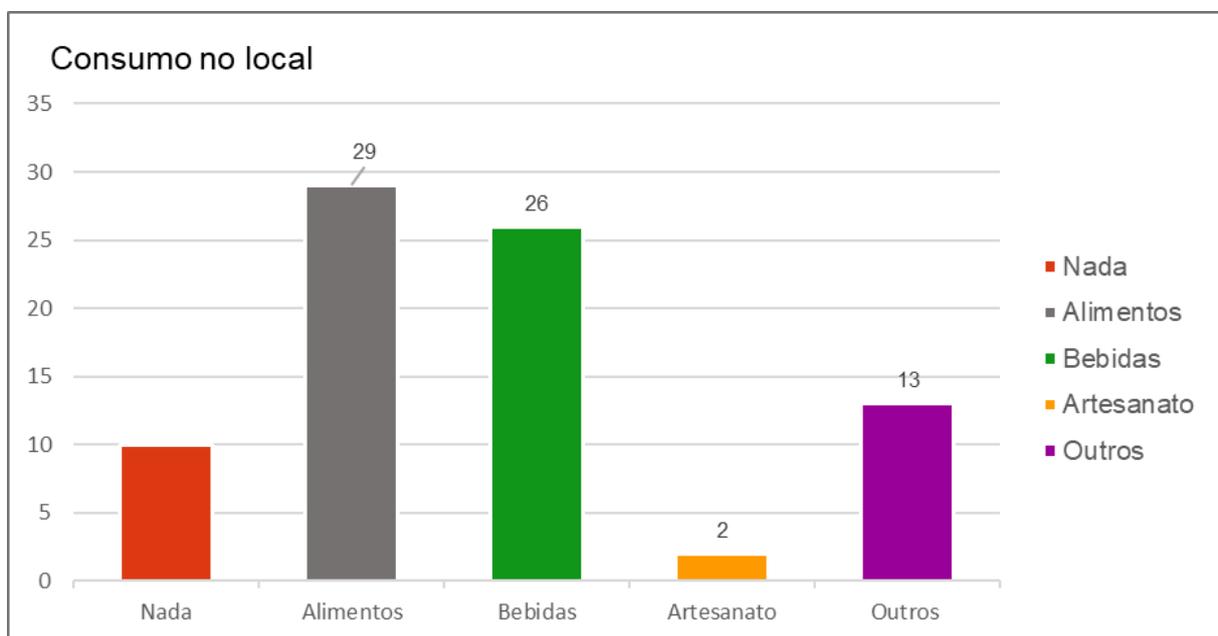


Figura 222: Gráfico do Tipo de consumo
Fonte: elaborado pelos autores

O consumo também foi analisado em nossa pesquisa. Como se pode observar, a maior parte dos entrevistados afirmaram consumir pelo menos alimentos e bebidas diversas nas praias de Caucaia.

O total de respostas nessa questão ultrapassa o número de entrevistados por permitir que fossem marcadas mais de uma opção.

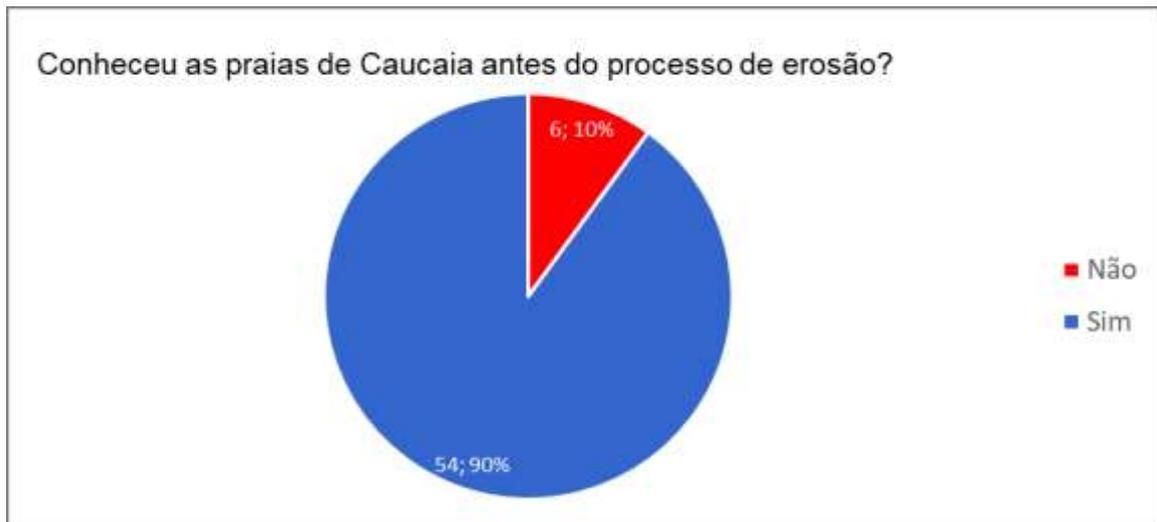


Figura 223: Gráfico da pergunta: Conheceu as praias de Caucaia antes do processo de erosão?
 Fonte: Elaborado pelos autores

Essa pergunta tinha como objetivo verificar a relação do entrevistado com a paisagem. Por termos selecionado moradores mais velhos, a maior parte dos participantes afirmaram ter lembranças das praias de Caucaia antes do seu processo de erosão. A principal relevância deste dado está na construção da identidade desses moradores, diretamente relacionada à extensa faixa de areia que formava o litoral caucaiense.



Figura 224: Gráfico da Avaliação do local em relação à prática de atividades diversas
 Fonte: Elaborado pelos autores

Para investigar a experiência dos moradores e visitantes com relação a atividades que são comumente praticadas à beira-mar, solicitamos que os entrevistados avaliassem as praias analisadas levando em consideração as seguintes atividades: praticar esportes, tomar banho de mar, trabalhar, sair com amigos e levar a família/crianças. De acordo com as respostas dos participantes, as atividades mais comprometidas pelo atual estado das praias que sofreram erosão são a prática de esportes e o banho de mar. Isso porque, com exceção dos esportes marítimos, as demais práticas desportivas que dependem de faixa de areia são inviabilizadas pela erosão, assim como o banho de mar. Sobre as últimas três atividades, apesar de alguns considerarem que também foram notavelmente prejudicadas, muitos moradores afirmam ser possível aproveitar o espaço à beira-mar de outras maneiras, o que acaba ajudando a manter o comércio local. Portanto, mesmo com as limitações impostas pela perda da faixa de areia, as praias continuam sendo frequentadas, seja para apreciar a paisagem nos dias de maré alta, seja para arriscar um banho de mar nos dias de maré baixa.



Figura 225: Gráfico da Avaliação do local em relação a alguns aspectos relevantes
 Fonte: Elaborado pelos autores

Também solicitamos que os entrevistados avaliassem os seguintes aspectos das praias de Caucaia: segurança, mobilidade, drenagem, limpeza, comércio, banheiros públicos e iluminação pública. De forma geral, o aspecto mais bem avaliado foi a iluminação pública, influenciado talvez pela recente instalação de postes de iluminação pelo litoral. A segurança, a mobilidade, a limpeza e o comércio tiveram avaliações regulares (com tendência negativa nas duas primeiras), especialmente porque essas características variam de um trecho a outro. Já a ausência de banheiros públicos na maior parte da praia foi determinante para que esse fosse o aspecto mais mal avaliado nessa questão.



Figura 226: Gráfico do Nível de satisfação em visitar as praias de Caucaia
Fonte: Elaborado pelos autores

Nessa questão, pedimos para que os entrevistados avaliassem, em uma escala de 1 a 5, o nível de satisfação geral em visitar as praias afetadas pelo avanço do mar. Nessa escala, podemos considerar os níveis 1 e 2 negativos, o 4 e 5 positivos e o 3 como um nível neutro. Assim, de modo geral, boa parte dos entrevistados ainda possui uma visão positiva das praias, apesar dos problemas que as prejudicam. Muito dessa impressão se deve à relação estabelecida ao longo dos anos com o local, de modo que o reconhecimento dos problemas não impede que seus moradores continuem sentindo grande apreço pelo espaço.

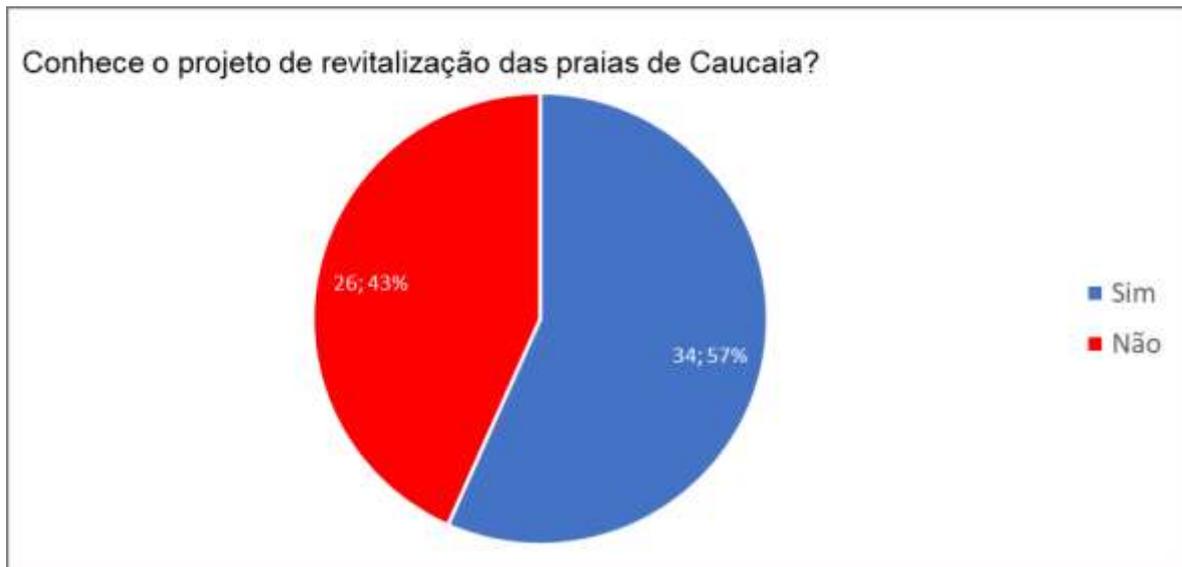


Figura 227: Gráfico da Pergunta: Conhece o projeto de revitalização das praias de Caucaia?
 Fonte: Elaborado pelos autores

O conhecimento de informações sobre a intervenção no espaço em questão também foi investigado em nossa pesquisa. Acerca disso, 57% dos entrevistados afirmaram ter recebido alguma informação sobre o projeto que pretende revitalizar o litoral do município de Caucaia. Apesar de revelar que a maioria da população já ouviu falar sobre uma possível ação pública no espaço, foi possível perceber que há uma escassez de informação sobre os planos do poder público, provavelmente por haver poucas (ou limitadas) campanhas informativas. Essa falta de esclarecimento contribui para um sentimento de desconfiança em relação à efetiva execução do projeto.

Comentários Gerais Recebidos On-Line

Conforme já foi explicado anteriormente, em complementação às entrevistas presenciais, fizemos uma abordagem generalista sobre algumas das praias mais afetadas pelo processo de erosão do litoral de Caucaia. Utilizamos como questões norteadoras para entrevistas on-line na plataforma Instagram/Facebook: "Você conhece o litoral oeste cearense vizinho de Fortaleza? Como você analisa as praias de Caucaia (Pacheco, Icaraí, Tabuba) tendo em vista os processos de erosão ocorridos ao longo dos últimos 20 anos?". As respostas coletadas estão enumeradas a seguir, classificadas por praia citada e por destaque, sendo sem destaque para avaliação positiva e sublinhado para avaliação negativa:



PRAIA DE ICARAÍ - 16 comentários

Comentário 1: A Praia do Icaraí parece que está em reforma de contenção por parte da prefeitura de Caucaia. Com alguns pontos ainda ótimos para banho e diversão em família. Aconselho banho com maré baixa, porque senão é perigoso.

Comentário 2: Muito boa para passeio e praticantes de surf que já tenham experiência, pois as pedras de quebra ondas são muito próximas.

Comentário 3: Bons tempos em que a praia do Icaraí era um verdadeiro paraíso. Porém o descaso da prefeitura de Caucaia fez com que a praia perdesse grande parte de sua faixa de areia. Mas ainda é um lugar agradável para tomar um vento, curtir a paisagem e sentir a brisa do mar. Só não recomendo ir à noite, pois a insegurança é total.

Comentário 4: No momento o acesso ao mar está complicado devido a contenção de pedras, mas dizem que em breve será construído espigões.

Comentário 5: O grande problema está no avanço do mar e a consequente erosão na costa. O prefeito teve uma ideia brilhante (para não dizer o contrário) de aterrar a praia com pedras enormes, tornando o acesso a praia algo arriscadíssimo.

Comentário 6: No geral a estrutura está bem precária. O mar avançou e praticamente acabou com a praia, graças a negligência dos órgãos públicos locais.

Comentário 7: Bonita vista do mar. Infelizmente só dar pra olhar pq não tem faixa de areia.

Comentário 8: A praia está acabada por falta de ações do Governo Federal. Para tomar um banho, tem que ter bastante cuidado com as pedras e o mar em si.

Comentário 9: A prefeitura acabou com a praia ao jogar pedregulhos na praia em vez de arrumar uma solução pra melhorar a praia isso só afasta investimento de moradores e comerciantes

Comentário 10: O surf na escadaria é crowd.

Comentário 11: Av. Litorânea ainda resiste ao avanço do mar. Final de tarde agradável com uma linda vista.

Comentário 12: Essa praia é linda, mesmo com o avanço do mar causado pelo aterro da Praia de Iracema.



Comentário 13: No momento a praia está em obras para amenizar o avanço do mar, o acesso a praia está complicado.

Comentário 14: Praia linda. Só tem muitas pedras.

Comentário 15: Não é como nos anos 90...Mas tem seu valor! Ondas boas para surfar de pranchinha ou de bodyboard.

Comentário 16: muita pedra.

Comentário 17: Continua com boa frequência, apesar da praia estar com problemas. À noite tem muitas opções, bares e pizzarias, fazendo com que você até esqueça o problema físico da praia.

Comentário 18: Para tomar um banho, tem que ter bastante cuidado com as pedras e o mar em si."

Comentário 19: Excelente praia, vizinha a praias conhecidas como a do Cumbuco, só que com um preço mais acessível! Recomendo demais! E visitem a Barraca Sabor do Mar [Tabuba]! Ótimo preço e comida!

Comentário 20: Um dos bairros mais agradáveis de Caucaia. Praia ainda sem poluição e água própria p/o banho. Este é o Icaraí.

Comentário 21: Lindo lugar porém tem muita pedra na praia, o que pode ocasionar acidentes perigosos.

Comentário 22: A praia está sendo destruída por causa do aterro na Praia de Iracema.

Comentário 23: Já foi um lugar muito bom, mais com o avanço do mar ficou ruim de se aproveitar.

Comentário 24: Infelizmente autoridades estão deixando nosso Icaraí acabar 😞

Comentário 25: Praia terrível. Só tem cascalho!! Infelizmente não dá p tomar banho sem se machucar.

PRAIA DE TABUBA - 3 comentários

Comentário 26: falta limpeza [no] entorno da praia e da lagoa lugar tranquilo e muito bom pra curtir o dia.



Comentário 27: Maravilhoso só tem muitas pedras. Mas não vai ninguém.

Comentário 28: É uma praia pouco aproveitada e muito esquecida pelo Poder Público. Porém pode surpreender pela exuberância que a natureza teima em lhe conferir.

Comentário 29: Lotada de pedra.

PRAIA DO PACHECO - 3 comentários

Comentário 30: Praia com bastante pedras. Tem que tomar muito cuidado ao tomar banho.

Comentário 31: Devido ao avanço do Mar foram colocadas várias pedras por esse motivo os locais para banho são poucos.

Comentário 32: Já foi melhor.

PRAIA DE IPARANA -

Comentário 33: Muitas pedras não recomendo para a criança pequenas e sim para crianças grandes. Local bom para pensar na vida. Não tem estrutura de barracas é bem pacato mesmo. Uma opção calma diferente de locais badalados como o cumbuco.

Comentário 34: Ótimo, só tá com muita pedra.

Comentário 35: O mar avançou e acabou com a faixa de areia.

Comentário 36: Praia tranquila, mas com muitas pedras e corais!!

Comentário 37: Devido o avanço do mar já não tem praia.

Comentário 38: Muitas pedras...

Comentário 39: A praia de Iparana é muito boa para relaxar, porém tem que saber circular por lá pois tem um lado da praia que é mais afastado e quase não tem movimento, nem barracas. É preciso tomar cuidado na hora do banho no mar, tem uma parte da praia que tem uma boa extensão de faixa de areia, mas as ondas vem com muita força e a água do mar traz muita areia junto, já em outra faixa tem uma parte com arrecifes que acumulam água do mar formando pequenas poças, muito bom para sentar por ali com as crianças, só tome cuidado com os siris que se escondem entre as pedras e podem acabar beliscando os desavisados. Alguns frequentadores da praia também,



deveriam ter mais consciência e não jogar lixo na areia, já que a prefeitura de Caucaia por sua vez deveria valorizar e investir mais nessa região pois seria um local mais bonito e melhor frequentado se fosse bem cuidado, ouvi relatos de moradores que a prefeitura só dá importância para o Cumbuco, até a praia do Icaraí está abandonada também.

Comentário 40: poderia ter uma infraestrutura melhor, banheiros públicos e particulares.

Comentário 41: Boa praia, na cidade de Caucaia, bem próximo de Fortaleza, na maioria dos dias praia bem tranquila, poucas pessoas, no domingo tem maior frequência, mas ainda assim não muito lotada, poucas opções de barraca e almoço, sem muita estrutura. Quando a maré está baixa tem piscinas naturais maravilhosas que valem muito a pena conferir, também tem épocas boas ondas pra quem gosta de surfar é um ótimo local. Recomendo conhecer!

Comentário 42: Praia ainda boa, resistindo a invasões humanas.

Comentário 43: Tem uma praia com uma vista muito bonita, mas pouco espaço para banho, tem muitas pedras, já em maré seca tem muitos corais.

Comentário 44: Tem uma praia com uma vista muito bonita, mas pouco espaço para banho, tem muitas pedras, já em maré seca tem muitos corais.

Comentário 45: Antigamente era uma das melhores praia do litoral cearense, mais hoje em dia só pra casas de praia mesmo.

Comentário 46: Ótimo para bater várias fotos e principalmente pôr do sol. Porém tem que ter cuidado e atenção quanto ao banho. Muitas pedras.

Comentário 47: Praia muito gostosa, limpa, rasa numa grande faixa, porém existem pedras grandes no fundo que ocasionam cortes e até tombos, local tranquilo.

Comentário 48: Suja, muita pedra!

Comentário 49: Praia de beleza rústica que merece mais atenção. Tem um centro de preservação do peixe-boi.

Comentário 50: Aspecto de abandono e cenas de atentado ao pudor das pessoas à todo instante, uso de drogas etc.



Um dos comentários que não trouxemos nessa lista, mas que nos foi bem curioso, partiu de um respondente que afirmou que o que estava acontecendo era obra de Deus. Disse-nos o entrevistado:

"Castigo e vontade de Deus. O homem não respeitou a vontade de Deus quando Ele colocou o mar onde o mar estava e mexeu com o mar. Aí Deus mexeu com o mar. O homem agora quer de novo mexer com o mar, empurrar o mar, de novo desobedecer a vontade de Deus. Isso não vai dar certo. Se Deus botou o mar aí é porque o mar tem que ficar aí". (anônimo)

Embora pareça uma visão deslocada do objetivo deste trabalho, para nós, analistas do discurso, essa fala desse respondente não remete a uma fala individual, mas um discurso que parece se repetir em uma comunidade, uma igreja, por exemplo. Parece-nos um conjunto de ideias, do a análise do discurso chama de formações discursivas advindas de um grupo ou de uma comunidade que tem este mesmo pensamento e que dissemina essas ideias com seus participantes. Não por esta razão, mas por fugir ao tema deste relatório, resolvemos excluir, embora citeamos como curiosidade, o discurso deste entrevistado aqui.

A partir das análises dos comentários obtidos na entrevista on-line, levantamos as principais queixas e organizamos os discursos daí emergentes em onze pontos que destacamos e comentamos na sequência. Dos cinquenta comentários considerados para nossas análises, os principais pontos que vimos surgir nas conversas com os nossos sujeitos entrevistados, pudemos enumerá-los como segue:

1. É facilmente perceptível que a região sofreu alterações ao longo dos últimos 20 anos: essa é uma constatação notável, mesmo sem nenhum estudo, e pode ser vista por observação livre e por fotos domésticas ou notícias de jornal. O litoral oeste cearense, próximo a Fortaleza, sobretudo no município de Caucaia, sofreu grave erosão. Entretanto, percebemos que boa parte dos moradores acredita que o avanço do mar foi o que acabou com a faixa de areia, quando, na verdade, foi o processo de erosão da praia que permitiu o avanço do mar.

2. É possível constatar a existência de um mito que relaciona o avanço do mar em Caucaia com a construção do aterro da Praia de Iracema, em Fortaleza: muitas pessoas reproduzem esse



discurso de que o aterro da praia de Iracema teve como consequência o avanço do mar em Caucaia, como se a faixa de areia aterrada tivesse “empurrado” o nível do mar nas praias do litoral oeste cearense. Estudos científicos, por outro lado, apontam para outras causas, como a construção do Porto do Mucuripe e a ocupação desordenada do litoral;

3. Algumas obras já foram realizadas, mas sem resultado permanente e esperado. Com o aumento da erosão, por exemplo, o enrocamento foi realizado pela prefeitura de Caucaia, mas não diminuiu o avanço e a força do mar em direção à praia. Esse fato foi inclusive apontado por alguns moradores como exemplo de ação que teria agravado o problema, na percepção deles.

4. Sentimentos de desesperança: os moradores mais antigos não acreditam que a Praia do Icaraí possa recuperar seus anos de glória porque acham que a praia já foi esquecida pelo poder público e as ações planejadas não serão efetivamente executadas;

5. Prejuízos financeiros: com a perda de espaço na praia, muitos comerciantes perderam seus negócios e algumas barracas foram inclusive engolidas pelo mar. Além disso, muitos negócios e empregos foram seriamente prejudicados com a redução do turismo local. O público, não encontrando acesso fácil ao mar, nem faixa de areia para se acomodar, vai a outros lugares, fazendo com que os comerciantes fiquem sem clientes e os trabalhadores percam seus empregos;

6. Não há continuidade profissional pesqueira (deslitoralização profissional): com a modificação da paisagem (como a redução dos espaços para pesca artesanal), os pescadores estão sendo reduzidos porque já não há uma passagem intergeracional profissional. Os pais pescadores já não ensinam seus filhos a pescar e os filhos preferem ter outras profissões, mais continentais, como porteiro, garçom, guarda-vida, cozinheiro, uber etc., ainda que ligados à cidade onde moram e ainda que ganhando pouco.

7. Medo de que o mar continue avançando: as pessoas acreditam que o mar vai continuar avançando mesmo com os espigões e com o aterro. Alguns afirmaram acreditar que, assim como aconteceu na praia de Iracema (no primeiro aterro), na primeira ressaca, o mar levará toda a areia recuperada embora;



8. Medo que o aterro destrua o Surf: os surfistas se queixam do perigo gerado pelas pedras que foram colocadas como medida de contenção para que o mar não destrua a avenida Litorânea, mas também temem que os espigões e o aterro destruam seu espaço de ondas, "empurrando" o mar e não permitindo que as ondas se formem para que eles possam praticar seu esporte;

9. Falta de crença nas promessas do poder público: ao longo dos últimos 20 anos, muitos prefeitos já prometeram fazer o aterro e construir espigões, mas até agora não houve sucesso, de modo que os moradores veem com desconfiança as novas promessas. Os antigos barraqueiros que perderam seus comércios temem nunca conseguir recuperar seus negócios. Os pescadores já se mudaram para outras praias porque não têm como descarregar seu produto pescado na praia;

10. Desvalorização e especulação imobiliária: houve grande desvalorização imobiliária da área do Icarai e grande aumento de preços nas áreas do Cumbuco, com instalação de resorts de luxo, campeonatos internacionais de kitesurf e outras instalações que fizeram a praia perder sua identidade antiga de vila de pescadores;

11. Deslocamento social em direção a oeste (beachparqueamento das praias): de Iparana ao Cumbuco, quanto mais se afasta de Fortaleza, mais se elitizam as praias e privatizam os espaços de lazer no litoral. Os modelos de barracas imitam a praia do Beach Park e ficam com preços mais altos, oferecendo atrações com aquaparques, equipamentos para kitesurf, surf, windsurf, etc.

Conclusão

É impossível negar a necessidade de intervir no espaço costeiro do município de Caucaia, especialmente quando se constata a degradação da faixa de areia que constitui as praias do município cearense e se observa que o problema tende a se agravar, avançando para as praias do litoral oeste do Ceará.

Portanto, além de recuperar parte das praias afetadas atualmente, uma ação eficaz do poder público nesse momento poderá evitar que a erosão destrua lentamente as praias seguintes.

Entretanto, também sabemos que toda ação humana sobre o meio ambiente, mesmo quando com a intenção de resolver um problema, traz consequências sociais, econômicas e ambientais.



Por esse motivo, é muito importante entendermos a dimensão dos efeitos dessas ações que intentam recuperar os danos ao litoral de Caucaia.

Nossa pesquisa se debruçou sobre o discurso dos cidadãos que convivem diretamente com os efeitos das modificações ocorridas no espaço em questão, por meio da coleta de dados quantitativos e qualitativos, para compreender adequadamente a complexidade das consequências sociais que uma intervenção do poder público nesse fenômeno pode gerar.

Por meio de um questionário semiestruturado, entrevistamos 60 cidadãos que moram ou frequentam as praias de Caucaia, possibilitando dessa forma uma análise representativa dos sujeitos afetados pelo problema em estudo. Além disso, coletamos de modo virtual a opinião de 50 outros cidadãos que tiveram contato com alguma das praias do município, ajudando a complementar nossa análise qualitativa.

A partir do exposto, podemos sintetizar nossa discussão a partir de alguns pontos mais importantes: a imagem das praias do município como símbolos do paradisíaco foi severamente afetada pela erosão costeira, colaborando para uma grande desvalorização dos empreendimentos imobiliários e dos negócios locais; assim, é evidente, no discurso dos cidadãos entrevistados, a noção de degradação do espaço costeiro de Caucaia, afetando diversas dimensões da sociedade caucaense, como os hábitos de lazer e recreação, as atividades profissionais e desportivas, além do turismo e comércio; os impactos do fenômeno não se restringem às questões socioeconômicas, mas afetam também de modo acentuado a vida pessoal dos cidadãos que habitam nas proximidades, o que fica bastante evidente nos discursos que ressaltam a perda de identificação com a paisagem e o medo de sofrer mais perdas significativas no futuro; por fim, a demora para uma resolução da problemática parece fortalecer discursos de desconfiança com a gestão pública, mesmo diante do atual projeto de revitalização da orla.

Portanto, é importante que, além das ações que visam recuperar a faixa de areia do município de Caucaia, o poder público promova ações consultivas e informativas voltadas à população local a fim de esclarecer comerciantes, moradores e frequentadores desses espaços que serão afetados pelas intervenções planejadas.

Tais ações poderão ajudar a amenizar impactos sociais negativos e promover a participação social dos indivíduos afetados nos processos decisórios.



6.3.9 - Estudo dos Níveis de Pressão Sonora (NPS) na área antes do início das obras e os critérios básicos a serem empregados pelo empreendimento

O Estudo dos Níveis de Pressão Sonora (NPS) apresenta os critérios básicos a serem empregados pelo empreendimento de recuperação do Litoral de Caucaia, antes, durante a fase de implantação dos espigões e do aterro hidráulico.

Esse relatório é referente as primeiras medições tomadas de pressão sonora nos meses de maio e julho de 2021 e janeiro de 2022, antes das obras de Recuperação do Litoral de Caucaia, para o Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto do Meio Ambiente – EIA/RIMA, necessário para o licenciamento das obras.

O projeto prevê modificações na infraestrutura existente, de forma a se obter a proteção e recuperação da Praia do Pacheco, Icaraí e Tabuba, com a construção de 11 (onze) estruturas de enrocamento (espigões). Além da implantação de solução final para regeneração da faixa de praia, através da execução de um aterro artificial, por meio de aterro hidráulico, com largura de 30 metros de praia seca (areia), e de 20 metros de estirâncio, para ampliação da faixa de praia que vai desde o Pacheco até a Praia da Tabuba, com cerca de 8 Km de extensão. A obra tem por finalidade corrigir o déficit sedimentar da praia, injetando areia para restabelecer o perfil de equilíbrio, sem perturbar os processos naturais atuantes no litoral. O material que será utilizado para o aterro hidráulico, localiza-se próximo da obra, distante cerca de 5,0 Km da orla, em uma barra natural criada através do desvio dos sedimentos devido ao Porto do Mucuripe, sendo semelhante ao que constitui a praia existente.

O equipamento que mede a pressão sonora pode ser visualizado na Figura 1, sendo um Decibelímetro da marca Instruterm, modelo DEC-490, faixa de medição de 30 a 130, datalogger, com software para acompanhamento em tempo real, função HOLD, máximo e mínimo e faixa de medição de 30 a 130dB.

Objetivos

- Estabelecer diretrizes e procedimentos para o monitoramento das emissões de ruídos gerados pela implantação da obra dos espigões e do aterro hidráulico;
- Caracterizar em conformidade com o inciso II, da Resolução CONAMA nº 01/1990, e com o item 3.4 da NBR 10.151, o nível de ruído ambiental Lra (nível de pressão sonora

- equivalente na ponderação “A”) nos locais e horários especificados ao longo do perímetro da obra;
- Comparar os resultados dos níveis de ruído ambiental L_{ra} com os níveis de pressão sonora equivalente LA obtidos no monitoramento;
 - Estabelecer formas de controle de ruídos, quando detectados níveis acima do padrão legal;
 - Verificar a eficiência dos controles operacionais existentes.



Figura 228: Decibelímetro Instruterm, modelo DEC-490, utilizado nas medições.

Metodologia e Materiais

Para o monitoramento dos níveis de pressão sonora foram utilizadas as técnicas e metodologias científicas descritas pela ABNT 10.151, que determina os parâmetros e critérios estabelecidos para a avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.

Esta norma tem como fundamento normativo e legislativo as seguintes resoluções do CONAMA:



- Resolução CONAMA nº 01, de 8 de março de 1990, publicada no DOU nº 63, de 2 de abril de 1990, Seção I, página 6408, que dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política;
I - A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais comerciais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.
II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior aos ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.
- Resolução CONAMA nº 02, de 8 de março de 1990, publicada no DOU nº 63, de 2 de abril de 1990, Seção I, página 6408, que dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora.

Medição do ruído

A medição foi realizada na curva A, do instrumento de leitura, utilizando-se a resposta rápida (FAST), do aparelho.

A altura do microfone ficou entre 1,20 e 1,50 m acima do solo, algumas vezes utilizando um triple de apoio. A distância do microfone, a qualquer superfície refletiva foi de no mínimo 3,5 m. O microfone estava provido de protetor de vento. Não foram efetuadas avaliações na ocorrência de precipitação (chuva).

A metodologia deste programa é de amostragem e não de monitoramento contínuo. O monitoramento contínuo será realizado ao longo da execução do Plano Básico Ambiental, em seu Programa de Monitoramento de Ruidos e Vibrações. Para este Estudo Ambiental foram programados 23 perfis sonoros, distribuídos em dois pontos para cada perfil, sendo o primeiro ponto, aqui denominado “A” na praia, localizado próximo à área de estirâncio, o Ponto “B” no início da urbanização, no sopé das falésias ou escarpas, ou mesmo ao longo do passeio público no sentido sul da obra. A frequência de medições realizadas com a amostragem de 60 medições para cada ponto, sendo também avaliadas nos períodos diurno e noturno. Os 23 perfis estão dispostos ao longo de toda a área diretamente afetada, sendo avaliado os níveis de pressão sonora, conforme pode ser observado na figura 229.

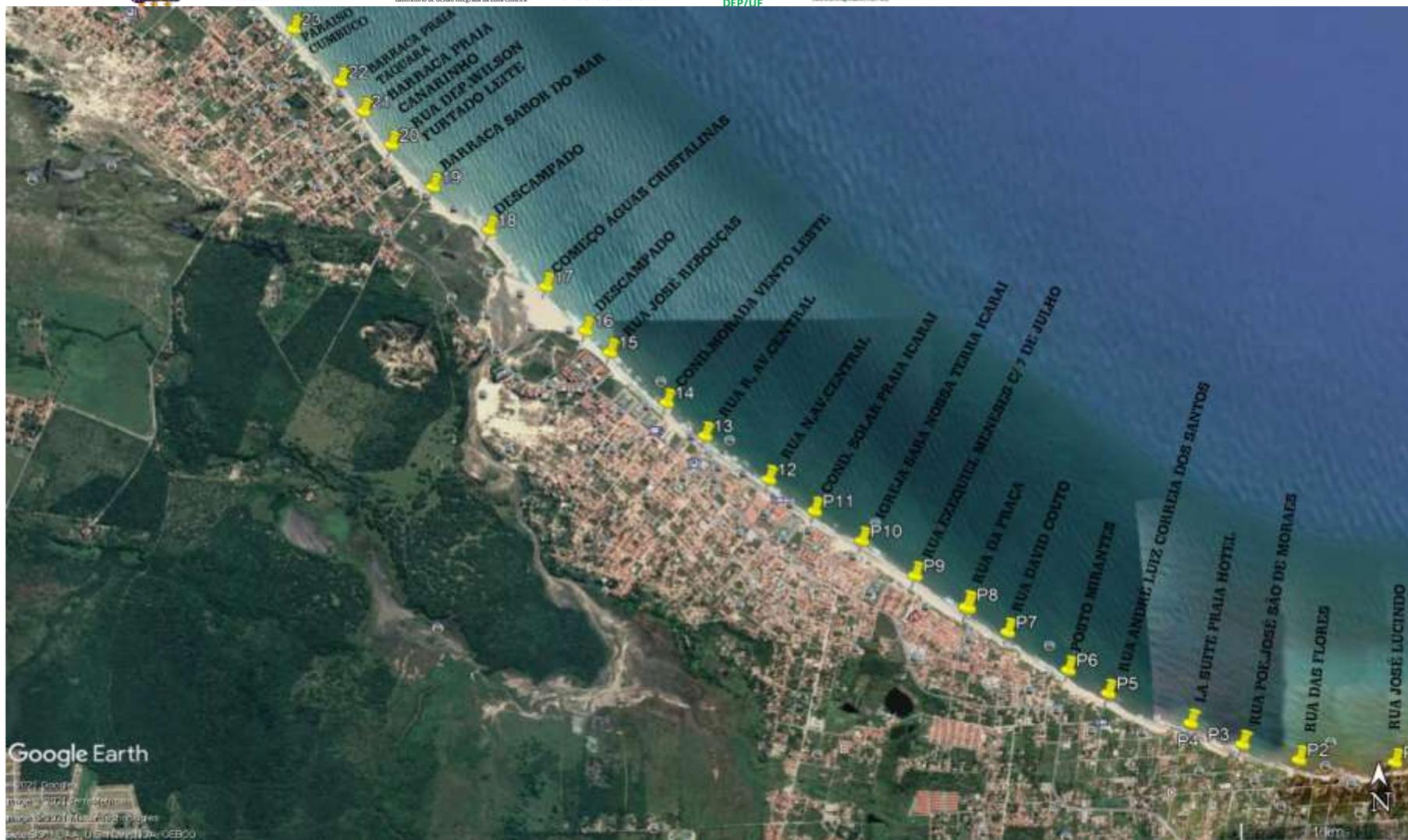


Figura 229: Localização dos pontos de medição do nível de ruído na área do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia. A = Área de praia; B = Área situada no início da urbanização, no sopé das falésias ou escarpas, ou mesmo ao longo do passeio público no sentido sul da obra. Fonte: Imagem Google Earth (2021) adaptada.



Classificação do ruído

Ruído contínuo: Ruído que no intervalo de tempo de 05 minutos apresenta uma variação menor ou igual a 6 dB(A), entre os valores máximos e mínimos.

Ruído descontínuo: Ruído que no intervalo de tempo de 05 minutos, apresenta uma variação maior que 6 dB(A).

Determinação do nível de ruído – Lc

Ruído contínuo equivalente (Leq)

Deverá ser feita a média aritmética dos níveis medidos no intervalo de tempo de 05 minutos. Se o ruído for constante (sem variação), o valor lido no instrumento será o que quantifica a fonte emissora.

La = Leitura do instrumento:

Ruído contínuo com presença de ruídos impulsivos (martelagens ou rebatagem) ou contendo componentes tonais audíveis (apitos, chiados, zumbidos). Devem ser acrescentados 5 dB(A) ao valor da média aritmética quando o ruído contenha características impulsivas ou componentes tonais audíveis.

Não serão considerados na medição os níveis impulsivos de componentes tonais audíveis. Serão aceitos no máximo 5 ocorrências de ruído impulsivo ou componentes tonais audíveis no intervalo de medição (05 minutos).

$$Lc = Lcont + 5 \text{ dB(A)}$$

Ruído descontínuo com presença de ruídos impulsivos ou contendo componentes tonais audíveis

Deverá ser medido ou calculado o Leq (nível equivalente contínuo), conforme metodologia em anexo, acrescido de 5 dB(A).

$$Lc = Leq + 5 \text{ dBA}$$

Períodos:

São estabelecidos dois períodos: Diurno: 07 – 20 horas; Noturno: 20 – 07 horas.

Estabelecimento do padrão

O nível de ruído básico para áreas residenciais é de 45 dB(A). Correções do critério básico para os diferentes períodos (Cp), no período diurno = 0 dB(A) e Período noturno = -5 dB(A)

As Correções do critério básico para diferentes tipos de área: (Cz): Áreas residenciais = + 10 dB(A); Áreas diversificadas (comércio, indústrias, residências) = + 20 dB(A); Área predominantemente industrial = + 25 dB(A)

O padrão de ruído é estabelecido através da fórmula:

$$\text{Nível de ruído permitido} = 45 + C_p + C_z$$



Figura 230: Medição de pressão sonora realizada no Ponto A, próximo ao estirâncio.

Locais de Monitoramento

Foram avaliados os níveis de pressão sonora na área de implantação do empreendimento e em terrenos (propriedades de terceiros) sobre sua influência, conforme demonstrado na Figura 05.

Os pontos de monitoramento foram determinados em função da área de influência da obra, e estão listados nas Tabelas 01 e 02, sendo o resumo do monitoramento realizado nos meses de maio e julho de 2021 e janeiro de 2022, ponto a ponto.

Como já relatado a localização dos pontos de medição do nível de ruído tentou alcançar toda a área de influência direta do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, sendo assim denominados de Pontos A, caracterizado pela área da praia, a aproximadamente 20 metros da linha de estirâncio (preamar), e o Ponto B, que engloba a área situada no início da urbanização, no sopé das falésias ou escarpas, ou mesmo ao longo do passeio público no sentido sul da obra.

Foram realizadas 60 medições em cada ponto analisado, com intervalo de tempo entre cada medição de 10 segundos, totalizando 2.760 medições no período diurno e 2.760 medições no período noturno.



Figura 231: Medição de pressão sonora realizada no Ponto B, no sopé das falésias.

São apresentados a seguir as análises dos dados estatísticos referentes as medições de pressão sonora do período diurno, dos dias 26 a 29 de maio de 2021. O histograma apresentado na figura 5, apresenta os valores mínimos e máximos, média, desvio padrão, simetria, kurtosis, primeiro quartil, mediana e terceiro quartil.

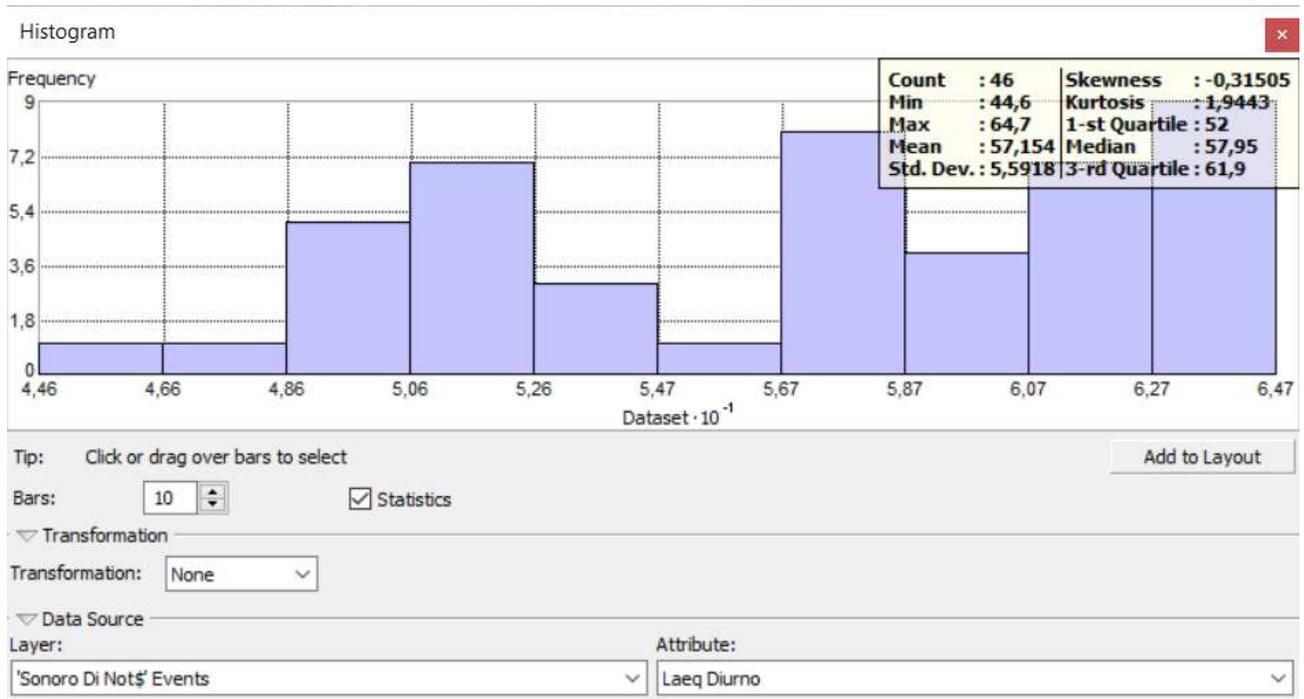


Figura 232: Histograma do período diurno das medições de pressão sonora realizadas nos dias 26 a 29 de maio de 2021.

O gráfico acima demonstra os valores de ruído no período diurno nos dias 26 a 29 de maio de 2021, antes da implantação do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia - CE.

Como pode se observar a média do ruído está abaixo do limite de tolerância apresentando valores médios de pressão sonora de 57,154 dB(A). A mediana apresentou valor de 57,95 dB(A). No entanto, percebe-se na Tabela 1 que o ruído supera a casa dos 70 dB (A), no Ponto 16A localizado no final da Avenida Central (Litorânea), possivelmente devido a intensa utilização de automóveis, pedestres e passeando, onde se localiza algumas barracas. Essas medições ocorreram em situação de trânsito normal.

Observa-se também, que em algumas medições da pressão sonora, as mesmas sofreram alterações através de fatores naturais, como o som emitido pelas ondas batendo nos bagwall em maré cheia, como o registrado no Ponto 16A.

Mesmo com a utilização de protetor de vento, foi necessário a repetição de alguns pontos, devido a máxima interferência da força eólica, produzindo variações nas medições.

Também é importante relatar que alguns pontos não foram medidos na área de estirâncio, uma vez que em alguns locais a erosão costeira já é tão grande que não existe estirâncio.



Figura 233: Próximo ao Ponto 16, onde se observa fluxo de pessoas na área de estirâncio em maré baixa, protegida por Bagwall e rochas para proteção de infraestrutura urbana.

Tendo em vista que o nível de ruído de 70 dB (A) é tido como o nível inicial do desgaste do organismo, aumentando o risco de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias (PORTELA, 2014), conclui-se que se faz necessária uma intervenção buscando melhorias neste setor.

Será realizada uma intensa campanha de orientação com os funcionários que irão trabalhar diretamente na área, sendo demonstrado o Plano Ambiental de Construção – PAC, que envolve todos os processos referentes à execução e implantação do projeto, apresentando algumas indicações para um melhor planejamento do empreendimento, como o uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual – EPI e de informações sobre os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) existentes no canteiro de obra e instalações de apoio.

Será realizado o cercamento da área de obra com tapumes e marcações, evitando o tráfego de transeuntes diretamente na obra e criando uma barreira visual e sonora.



Figura 234: Medição de Pressão Sonora próximo ao Ponto 02.

Também será aumentado a sinalização da área de entorno, já que se constitui em uma ação minimizadora de impactos ambientais, uma vez que a sinalização da obra evitará ou minimizará a ocorrência de acidentes envolvendo pessoas e veículos, de modo que se trata de medidas de caráter preventivo.

A sinalização a ser colocada deve advertir o usuário da via pública quanto à existência da obra, delimitar seu contorno, bem como ordenar o tráfego de veículos, pedestres e usuários. A sinalização no local da obra será realizada para caracterizar a obra e isolá-la com segurança. A sinalização complementar será colocada, visando auxiliar o conjunto de sinais convencionais.



Período Noturno

Planilha Pressão Sonora - 1º Relatório - Antes das Obras

Unidade: db Turno NOITE

A	Medição área de praia																																																
	B																																																
Pontos	Medição área calçada																																																
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B	11A	11B	12A	12B	13A	13B	14A	14B	15A	15B	16A	16B	17A	17B	18A	18B	19A	19B	20A	20B	21A	21B	22A	22B	23A	23B			
1	41.3	50.3	42.5	49.3	48.2	43.9	44.7	44.7	48.0	38.5	53.8	47.5	47.0	65.0	44.6	43.6	67.1	48.0	46.3	51.1	67.9	68.7	65.1	69.4	50.3	53.8	67.7	57.1	64.6	53.8	64.6	66.8	67.1	64.6	65.1	47.6	65.1	57.3	51.1	44.2	56.6	42.7	60.1	46.2					
2	41.7	49.9	42.1	49.7	43.7	44.7	48.5	48.5	62.4	51.4	60.0	45.0	45.2	43.6	44.1	43.1	57.1	50.3	45.9	45.6	66.7	59.7	65.9	62.2	58.2	56.2	56.6	62.8	48.4	65.0	55.0	61.6	45.2	58.7	57.3	56.9	54.2	56.1	48.4	58.1	52.1	46.8	43.7	55.0	48.9	62.4	45.0		
3	40.2	49.7	44.3	47.5	49.4	42.9	45.3	45.3	41.7	50.2	47.2	43.4	44.3	42.7	45.9	47.1	47.0	51.9	45.8	58.1	70.4	85.1	62.9	63.5	56.4	48.7	60.6	56.5	63.2	62.9	66.9	66.9	47.4	63.2	56.2	62.4	60.0	62.0	50.6	51.8	57.6	45.6	43.9	55.4	49.5	59.3	43.5		
4	41.5	45.3	45.2	45.7	45.0	43.7	43.9	43.9	43.9	41.1	61.2	53.4	42.4	45.2	43.9	48.7	44.2	65.0	50.7	44.8	58.5	70.8	84.2	61.2	70.8	55.2	56.2	65.2	56.8	64.8	64.8	64.8	65.5	46.8	64.3	55.6	65.0	63.7	62.4	50.3	57.1	57.3	51.3	48.4	57.7	42.7	56.9	43.7	
5	39.8	48.7	51.7	44.8	45.0	45.0	45.2	45.2	40.9	54.8	56.4	44.2	40.9	42.1	41.5	44.2	60.9	43.6	47.6	57.3	88.6	89.8	65.8	71.0	63.3	53.6	62.7	58.7	60.0	61.0	60.0	61.0	65.2	48.2	62.3	58.5	60.2	57.9	58.1	47.1	59.5	53.4	49.5	54.9	53.3	48.3	63.8	44.7	
6	42.3	45.7	50.3	43.7	48.8	42.9	43.7	43.7	40.0	62.4	48.6	42.9	44.3	43.1	42.7	45.8	61.0	43.5	43.0	52.0	69.3	83.1	62.1	56.8	65.3	46.0	60.7	59.9	62.1	56.8	65.3	46.0	60.7	59.9	65.2	62.9	59.0	48.4	60.9	62.3	43.7	44.8	58.7	46.2	58.1	44.0			
7	44.7	48.7	52.4	45.5	45.3	47.7	47.5	47.5	40.5	56.5	60.9	43.2	44.1	44.2	42.3	41.1	62.9	44.0	43.7	51.8	70.2	83.7	62.8	65.4	60.5	52.7	62.7	61.0	51.0	62.3	54.2	64.3	46.0	63.2	57.5	66.9	63.9	64.3	46.3	60.0	51.9	56.2	46.0	54.1	47.6	55.8	53.8		
8	42.5	44.5	55.2	45.5	46.0	48.1	45.1	45.1	41.9	43.7	47.1	49.1	49.0	45.4	46.4	42.5	41.6	60.8	44.0	47.6	47.6	71.0	87.4	64.4	66.1	60.9	52.6	59.0	52.2	62.7	56.5	65.0	48.9	55.2	58.7	60.3	62.2	60.3	44.2	54.6	45.5	51.0	47.9	60.9	44.4	60.9	42.1		
9	42.5	47.8	48.3	48.7	47.1	43.9	47.0	47.0	45.0	52.4	52.1	49.0	44.4	41.3	45.6	43.6	61.2	49.5	46.2	48.5	69.9	80.0	67.7	66.5	51.2	49.9	61.2	53.3	63.5	51.9	67.3	49.9	64.6	57.3	64.4	60.9	63.2	43.7	56.7	40.7	46.9	60.3	46.8	59.3	38.9				
10	41.4	42.5	48.7	49.9	48.0	43.7	46.0	46.0	41.9	41.7	52.8	44.8	45.4	46.6	45.8	42.1	55.9	47.5	41.7	49.9	69.8	77.3	62.9	71.0	60.1	51.6	63.1	54.2	62.3	56.4	66.8	46.7	62.0	53.8	63.7	57.7	63.6	46.4	54.2	41.6	42.8	46.2	52.0	49.5	56.2	39.3			
11	42.5	49.3	45.3	47.3	44.1	45.2	43.9	43.9	40.8	46.6	53.0	43.7	45.6	42.3	44.3	42.4	64.0	45.3	48.7	54.2	69.6	85.4	64.8	67.9	57.7	55.0	60.9	55.3	62.8	54.8	63.1	44.6	60.8	58.4	66.9	56.6	59.6	44.4	60.2	40.3	44.5	43.7	63.0	42.5	63.0	41.0			
12	42.3	48.7	47.8	47.1	44.1	44.1	45.1	45.1	40.0	39.2	56.3	42.3	44.6	42.5	40.8	42.5	58.3	47.2	48.7	49.0	69.6	82.1	65.2	66.9	62.3	53.4	62.8	64.3	62.4	56.2	67.0	50.5	63.4	55.6	64.4	64.4	62.4	47.7	62.2	63.8	45.1	46.2	64.4	48.0	60.0	42.6			
13	44.0	45.3	46.5	46.8	43.0	43.9	46.8	46.8	44.6	52.1	58.7	47.8	41.2	42.6	42.5	42.1	57.9	49.1	47.7	45.2	69.6	84.3	67.7	65.2	62.8	53.6	59.9	56.2	63.6	53.7	63.8	49.3	56.2	54.0	54.0	56.6	60.3	48.7	51.5	48.5	45.6	46.4	59.2	42.9	59.9	42.3			
14	43.1	46.8	42.8	46.6	42.9	45.3	47.0	47.0	42.6	56.9	49.9	50.4	47.2	41.4	42.2	42.4	60.9	49.9	45.6	55.3	69.1	83.5	66.7	67.7	52.5	53.8	60.5	51.7	67.0	55.0	62.0	46.8	62.8	57.3	57.5	61.4	54.3	43.6	61.6	60.7	39.9	55.3	59.9	47.5	63.0	42.5			
15	42.7	43.7	44.7	47.8	43.7	46.1	46.5	46.5	41.9	56.5	62.4	48.0	50.3	42.7	48.4	46.7	56.1	48.3	45.8	52.5	68.3	82.7	64.0	64.7	60.5	51.1	59.7	55.7	60.9	53.5	61.1	47.5	64.7	56.9	65.5	61.0	59.7	54.7	47.5	58.7	42.7	45.6	56.4	41.1	57.6	41.7			
16	45.0	44.8	45.3	45.5	45.4	46.0	43.9	43.9	39.4	50.5	53.0	45.9	46.3	40.5	48.7	41.6	59.5	48.0	48.7	41.6	59.5	80.2	67.1	58.7	59.1	52.8	59.7	56.6	64.8	57.1	65.5	48.0	60.1	57.7	60.9	62.4	64.6	47.4	56.6	53.2	42.5	44.3	54.2	41.8	58.3	42.1			
17	42.2	45.7	48.4	45.7	42.9	47.3	44.3	44.3	44.8	49.3	48.7	44.7	45.2	42.1	57.7	41.0	61.6	46.6	43.7	51.1	68.7	82.0	63.2	64.7	53.2	54.2	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	
18	43.7	48.4	44.0	45.5	45.1	42.2	41.7	41.7	38.6	51.2	59.3	40.2	41.6	42.0	41.5	58.0	44.8	44.7	43.5	66.3	82.1	64.4	67.1	61.6	54.6	63.2	57.1	60.8	62.9	63.3	48.2	55.9	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2
19	47.3	47.1	51.0	48.9	42.7	43.7	46.3	46.3	46.3	36.9	39.7	52.6	46.0	44.8	49.4	54.2	42.4	62.8	45.2	43.1	53.8	69.9	78.5	64.3	67.1	54.2	54.2	57.9	62.2	65.9	57.1	63.3	51.7	60.5	58.4	61.6	62.1	63.8	54.6	61.4	47.6	44.4	56.2	47.0	58.1	43.3			
20	42.8	47.1	50.5	49.3	49.0	45.3	42.7	42.7	39.1	42.9	49.7	43.3	44.2	47.5	44.1	43.0	53.4	42.9	43.2	49.7	70.2	75.5	69.9	65.5	53.4	54.6	60.5	61.5	63.6	57.5	65.2	49.0	62.7	56.0	67.7	60.9	60.3	46.9	58.6	62.9	60.8	47.7	54.8	48.9	62.2	46.0			
21	43.5	45.3	44.7	44.5	43.3	46.6	40.5	40.5	39.9	44.5	36.9	45.8	40.9	44.4	43.1	41.7	59.6	41.6	43.4	49.6	66.8	81.5	72.7	69.9	69.9	64.6	52.1	63.4	63.0	65.5	57.1	65.4	49.1	64.0	57.3	65.1	62.4	61.3	46.2	55.5	49.7	63.8	43.7	53.8	40.4	59.9	42.9		
22	45.7	43.5	43.5	46.9	42.7	46.1	40.3	40.3	40.1	54.3	48.0	51.0	41.3	43.6	43.1	39.4	64.0	41.9	42.4	48.2	66.5	78.0	68.5	67.8	61.4	55.5	62.0	49.3	63.9	52.8	60.8	49.9	65.4	55.8	66.3	62.0	64.8	47.4	56.0	49.0	57.3	44.2	62.6	49.7	62.8	40.7			
23	46.8	43.5	43.8	47.3	44.0	43.7	41.3	41.3	37.0	49.9	53.3	46.6	43.4	41.6	44.6	42.0	62.8	40.5	44.4	45.2	62.4	81.5	62.4	65.0	65.3	57.2	61.3	58.7	61.6	53.8	62.0	45.9	64.0	53.7	61.2	59.6	61.0	45.9	53.3	45.1	49.3	46.3	56.7	43.5	58.4	40.4			
24	40.5	44.4	44.0	45.5	45.1	42.2	41.7	41.7	38.6	51.2	59.3	40.2	41.6	42.0	41.5	58.0	44.8	44.7	43.5	66.3	82.1	64.4	67.1	61.6	54.6	63.2	57.1	60.8	62.9	63.3	48.2	55.9	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2	63.8	48.2
25	42.2	45.1	45.2	50.3	46.0	45.9	42.5	42.5	38.8	54.1	49.9	43.4	46.2	40.1	55.4	40.4	63.1	43.3	44.1	53.6	65.5	78.0	74.5	66.3	60.6	57.6	64.0	49.5	62.0	56.6	65.5	47.1	65.3	60.1	65.9	58.5	66.9	44.2	49.3	66.1	61.5	41.7	54.3	44.0	56.8	44.6			
26	42.1	46.3	47.3	47.7	46.0	45.3	43.7	43.7	40.7	61.3	54.5	42.4	44.8	41.3	40.9	43.6	57.3	40.7	46.4	45.2	68.6	79.6	62.5	66.4	60.4	50.6	50.6	62.0	56.2	59.6	63.2	64.0	46.2	62.4	56.1	60.2	59.9	59.8	47.9	61.3	47.9	54.5	46.7	54.4	45.6	55.5	43.3		
27	43.0	44.0	47.1	51.0	46.2	43.8	42.5	42.5	43.6	61.0	53.4	48.7	43.3	40.9	43.2	42.2	56.2	40.0	45.0	53.2	69.7	81.8	71.8	68.7	53.4	48.3	57.4	48.8	63.8	53.0	60.6	47.2	61.6	56.															

Também são apresentados a seguir as análises dos dados estatísticos referentes as medições de pressão sonora do período noturno, dos dias 01 a 12 de julho de 2021 e de 04 a 08 de janeiro de 2022. O histograma apresentado na figura 8, apresenta os valores mínimos e máximo, média, desvio padrão, simetria, kurtosis, primeiro quarto, mediana e terceiro quartil.

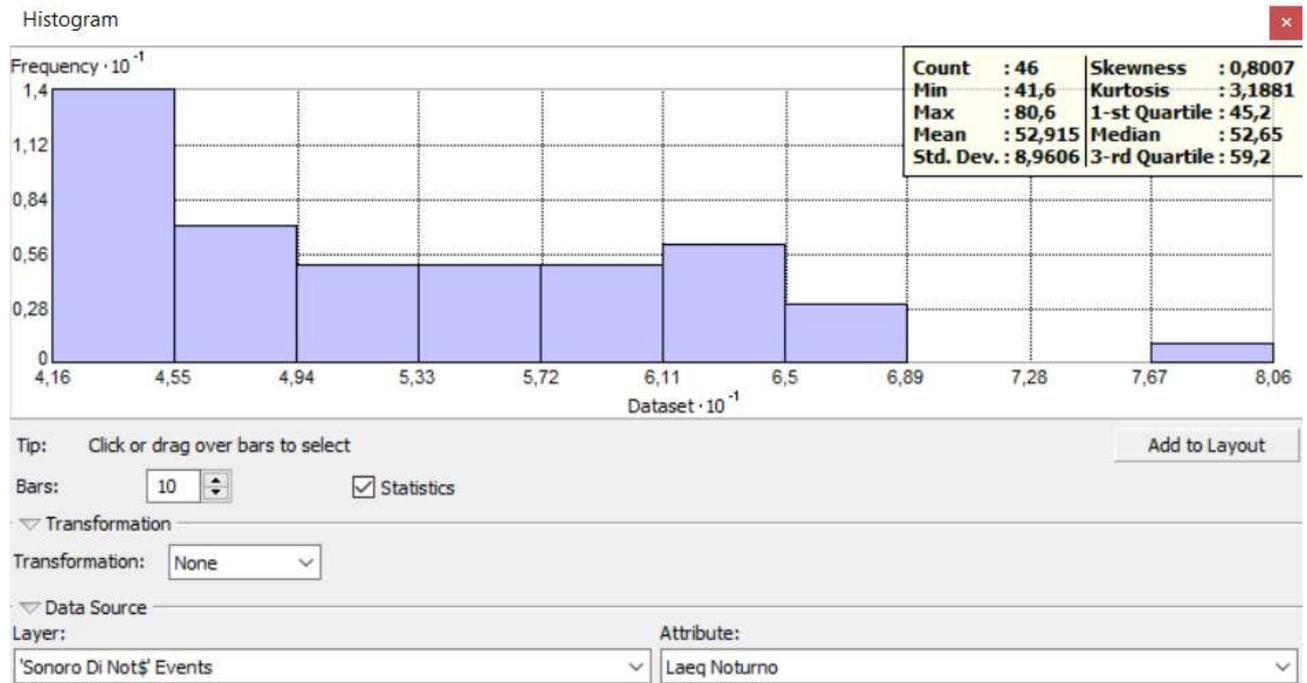


Figura 235: Histograma do período noturno das medições de pressão sonora realizadas nos dias 01ª 12 de julho de 2021 e de 04 a 08 de janeiro de 2022.



Figura 236: Medição de Pressão Sonora no período noturno, próximo ao Ponto 15.

A média do ruído está abaixo do limite de tolerância apresentando valores de pressão sonora de 52,915 dB(A). A mediana apresentou valor de 52,65 dB(A). Observa-se que a média do ruído medido não ultrapassa a faixa dos 60,0 dB (A). Também se percebe na Tabela 2 que apenas nos pontos 11, 12 e 13, o ruído supera a casa dos 60 dB (A), estando estes pontos localizados na Praia do Icarai, na chamada Avenida Central ou Litorânea, onde estão localizadas barracas de praia, além de intenso fluxo de veículos.

O ruído noturno é comprovadamente relacionado com distúrbios de sono e insônia pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que determina o nível de 35 dB (A) para condições ótimas de sono. A OMS alega que níveis de pressão sonora elevados podem comprometer o sono e apresentar-se como críticos para a saúde humana. A vida noturna e a cultura urbana de Caucaia, principalmente na área estudada, apresentam valores de medição de pressão sonora acima do que a OMS alega, porém dentro dos limites das leis nacionais que regem o assunto.

Como já relatado, algumas medições com valores altos são efeitos das ondas nos paredões de pedras ou nos Bagwall, que são mais dissipados neste período.



Figura 237: Medição de Pressão Sonora no período noturno, próximo ao Ponto 19.



MAPAS ACÚSTICOS

Mapa de ruído pode ser definido como: “uma compilação de dados sobre uma situação de ruído existente ou prevista em termos de um indicador de ruído, demonstrando a ultrapassagem de qualquer valor-limite pertinente em vigor, o número de pessoas afetadas em determinada zona, o número de habitações expostas a determinados valores de um indicador de ruído em determinada zona” (END-Environmental Noise Directive).

O mapa acústico (ou mapa de ruído) tem como principal objetivo a criação de representações visuais do ruído ambiental de uma dada área geográfica, sendo os níveis de ruído representados de maneira semelhante às curvas topográficas de mapas convencionais. A norma ISO 1996 - 2 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2007) recomenda identificar nesses mapas os limites de cada curva por meio de cores padronizadas em intervalos de até 5 dB.

Os softwares para simulação acústica se utilizam de diferentes métodos de cálculo para variados tipos de fonte de ruído, através de modelos matemáticos que descrevem a propagação sonora ao ar livre, e consideram as influências das características acústicas das fontes (nível de potência sonora), geométricas da área (topografia, edifícios, muros, etc.), meteorológicas (vento, temperatura, umidade relativa), além de importantes fenômenos acústicos (reflexão e difração).

Os valores médios dos níveis sonoros (LA) foram usados na calibração do modelo acústico e os valores médios dos dados inseridos no ArcMap para caracterização acústica da área onde está sendo implantado o projeto.

A partir da análise das principais fontes emissoras de ruídos no entorno, determinam-se o número e a distribuição dos pontos de medição na região do empreendimento, além dos horários e da duração da coleta de dados. Como informado, foram determinados 23 perfis sonoros ao longo da obra, sendo cada perfil com dois pontos analisados, sendo realizada 60 medições em cada ponto totalizando 5.520 medições de pressão sonora em toda a área, nos períodos diurno e noturno.

O medidor de nível sonoro foi calibrado e protegido com uma espuma para evitar distorções causadas por rajadas de vento momentâneas. Também foram coletadas informações sobre as coordenadas geográficas (GPS) e as condições climáticas (velocidade do vento).



Os dados sobre os níveis de pressão sonora foram coletados durante o dia e durante a noite de acordo com o planejamento prévio. A medição é feita de acordo com procedimentos padronizados, respeitando distâncias mínimas em relação ao solo e muros próximos.

As informações coletadas são transferidas no escritório para o computador e consolidadas em um mapa acústico, que apresenta as curvas isotônicas do local. Um software de simulação combina os dados do mapa acústico e informações preliminares do projeto para determinar os impactos das fontes de ruídos do empreendimento.

As informações balizam decisões do projeto e de sistemas de minimização da pressão sonora, como a utilização de barreiras acústicas, etc.

Sabe-se que as modelagens, os cálculos e as avaliações realizadas pelos principais softwares comerciais para simulação acústica são norteados por normas internacionais, que consideram diferentes tipos de fontes de ruído. Neste trabalho adotou-se como modelo de cálculo, A norma ISO 1996 - 2 (International Organization for Standardization, 2007).

O Mapa de Ruído é uma representação geográfica do ruído ambiente exterior, onde se visualizam as áreas às quais correspondem determinadas classes de valores expressos em dB(A), reportando-se a uma situação existente ou prevista.

Oferece uma maneira de ver o invisível (níveis sonoros), evidenciando:

- A violação de níveis sonoros permitidos pela legislação;
- O número de pessoas afetadas; e,
- O número de habitações expostas a determinados níveis.

Devido à complexidade dos cenários acústicos urbanos, os estudos precisam considerar a participação de várias fontes sonoras e a necessidade de se avaliar inúmeros pontos. Dessa forma, os modelos computacionais se mostram imprescindíveis, uma vez que possibilitam a realização destes estudos.

Ressalta-se que os níveis sonoros extraídos para este relatório de monitoramento foram calculados nas simulações, considerando o espaçamento (Grid) entre pontos receptores de 325 m e altura ($h=1,20m$) para o plano de cálculo.



MAPA DE PRESSÃO SONORA – DIURNO (26 a 29 de maio de 2021)

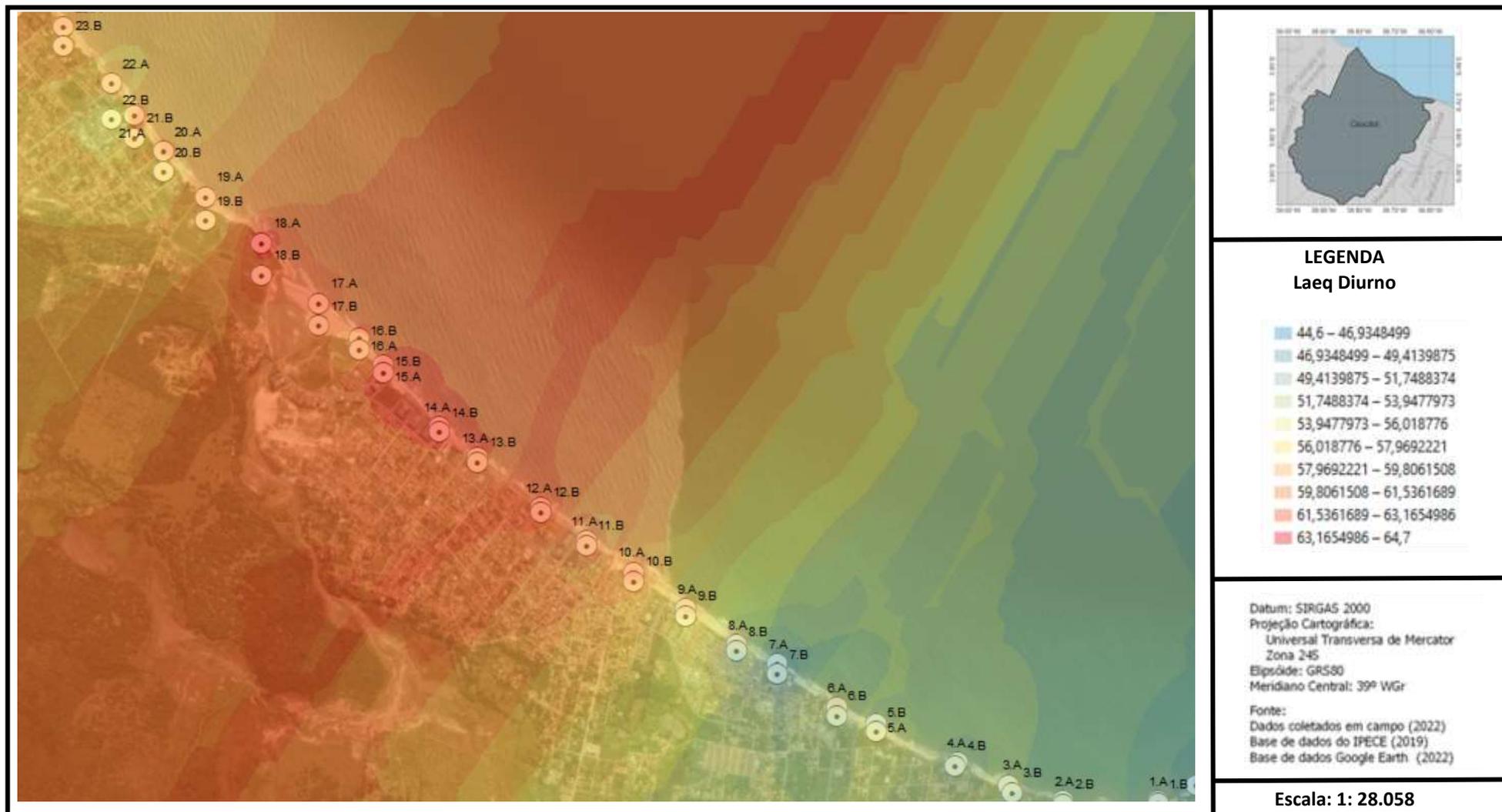


Figura 238: Mapa de pressão sonora no período Diurno – Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.



MAPA DE PRESSÃO SONORA – NOTURNO (01 a 12 de julho de 2021 e de 04 a 08 de janeiro de 2022)

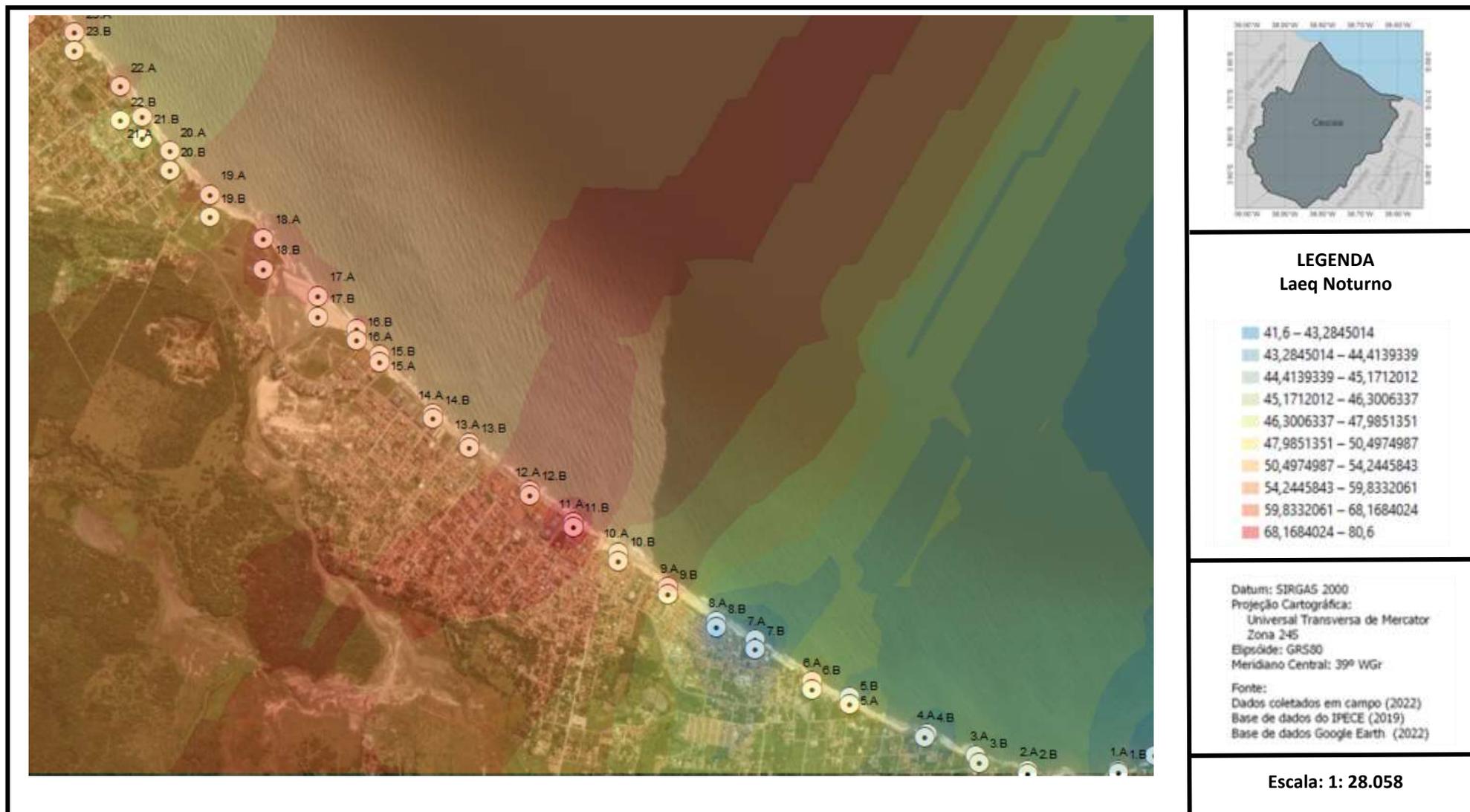


Figura 239: Mapa de pressão sonora no período Noturno – Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.



RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES:

Os níveis de pressão sonora foram medidos, seguindo a NBR 10151 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000) e sob condições meteorológicas adequadas. Utilizou-se um Decibélímetro da marca Instrutherm, modelo DEC-490, faixa de medição de 30 a 130, datalogger, com software para acompanhamento em tempo real, função HOLD, máximo e mínimo e faixa de medição de 30 a 130dB, o mesmo foi calibrado (calibrador acústico, marca Instrutherm, mod. Cal 3000). O decibélímetro foi posicionado na altura mínima de 1,20m em relação ao piso e afastado pelo menos 2,00m de superfícies refletoras, como: muros e paredes.

Os pontos escolhidos, conforme demonstrados na figura 229, foram considerados representativos, tendo em vista que os mesmos alcançaram toda a área do empreendimento, bem como foi verificado os fluxos de veículos que praticamente, se mantinham constantes ao longo do trecho no período diurno, sendo mais espaçadas no período noturno.

A coleta dos dados, também levou em consideração o tráfego (composição, fluxo e velocidade média dos veículos) que ocorreu simultaneamente às medições acústicas (nível de pressão sonora - L_p), em situações de fluxo livre de veículos, com tempos variáveis para cada registro (amostra) e em dias úteis, no período diurno. A contagem era interrompida sempre que se observava uma acentuada redução do referido fluxo. Foram feitas nos períodos noturno e diurno, totalizando 5.520 amostras (60 amostras para cada ponto (46) nos dois turnos de medição).

Conforme já comentado, o tipo de uso e ocupação do solo da região é misto (residencial e comercial), com predomínio de residências de veraneio, estabelecimentos comerciais e de serviços como de áreas residenciais nesta parte do litoral. Considerando tais características, os níveis de emissão sonora observados estão dentro dos limites aceitáveis pela NBR 10151 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000) que estabelece para área mista, predominantemente residencial, o nível aceitável de 55 dB(A), para regiões com vocação comercial esse valor passa a ser de 60 dB(A) e para área estritamente urbana ou de hospitais ou de escolas, os níveis sonoros aceitáveis devem ser de 50 dB(A), para o período diurno. Em Caucaia o Plano Diretor de Desenvolvimento urbano (Lei N.º 1.367 de 15 de maio de 2001), em seu Art. 106 define que os limites máximos de emissão de ruídos permitidos são os constantes no ANEXO III, da Lei, (NBR 10152 e 10151), e estabelece 70 dB(A), medidos em nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}) na escala de compensação (A), no período diurno compreendido das seis horas às vinte e duas horas, e, de 60 dB(A), medidos em nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}) na escala de compensação (A), no período noturno compreendido das vinte e duas horas às seis horas.



O LA dos pontos monitorados foram medições sem recortes temporais. Na Figura 238, período diurno, pode-se observar ainda a atenuação da energia sonora com o aumento da distância em relação à leste, seguindo em direção as Praias de Iparana e Dois Coqueiros. O mesmo ocorre, em menor intensidade seguindo em direção oeste, entre a Praia da Tabuba e do Cumbuco. Nos pontos mais centrais, principalmente na Praia do Icaraí, os níveis sonoros assumem valores entre 59,80 e 64,70 dB(A), indicando o maior impacto sonoro destas áreas. Já os Pontos 11, 12, 13, 14 e 15, localizados na Avenida Litorânea, no período diurno, os níveis sonoros assumem os maiores valores, dentro do limite do padrão legal para o período diurno. Nesta área está localizada as maiorias das barracas, é a área onde o público utiliza para lazer e esporte.

Somente um ponto P 16 apresentou medições acima do padrão legal 70 dB (limite diurno). Do universo analisado, 97,8% dos valores de níveis sonoros se mostram inferiores a 65 dB(A), limite aceitável para a região em estudo segundo a NBR 10151 (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Na Figura 239, relacionada ao período noturno, pode-se observar também a atenuação da energia sonora em relação com o aumento da distância em relação à leste, seguindo em direção as Praias de Iparana e Dois Coqueiros. Nos pontos mais a leste P 5, 4, 3, 2 e 1, os níveis sonoros assumem valores entre 41,4 a 44,1 dB(A), indicando o menor impacto sonoro destes locais. Já os Pontos 11 e 12 no período noturno, na Praia do Icaraí, os níveis sonoros assumem valores entre 59,8 a 80,0 dB(A), excedendo o limite padrão legal de 60 dB para o período noturno. Observa-se que em campo o ruído de fundo (impacto das ondas com os paredões de pedra ou com os bagwall) é de mais de 20,0 dB(A).

Do universo analisado, 68,5% dos valores de níveis sonoros se mostram inferiores a 55 dB(A), limite aceitável para a região em estudo segundo a NBR 10151 (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Porém cerca de 31% desses níveis sonoros podem acarretar algum tipo de reclamação, desde queixas esporádicas a ações comunitárias enérgicas.

Nas medições acima do limite normativo foram identificados, nas gravações audiométricas, ruídos emitidos por automóveis e sons emitidos por aparelhos musicais, além dos ruídos de fundo. Não foi observado nenhum receptor crítico localizado na área.

Os mapas acústicos horizontais apresentados, representam importantes ferramentas de avaliação de ruído ambiental, permitindo a visualização da distribuição dos níveis sonoros através de diferentes pontos de vista e os diferentes fatores que influenciam a propagação sonora ao ar livre. De maneira simplificada e pontual com a implantação da obra e o aterro hidráulico, impedirá a chegada de ondas nas áreas protegidas com pedras e bagwall diminuindo a propagação da pressão sonora nesta área.



7.0 – ZONEAMENTO AMBIENTAL

Desde a fase de estudos do empreendimento utilizou-se o zoneamento de uso e ocupação do solo vigente em Caucaia (Lei N.º 1365 de 15 de maio de 2001) e suas leis complementares, para melhor adequação do projeto. No zoneamento ambiental elaborado com base no diagnóstico desenvolvido, a maior parte da área mapeada é representada pela Planície Litorânea de Caucaia que envolve a área diretamente afetada pelas obras e o seu entorno.

7.1 – Metodologia

Para a compartimentação e definição das unidades ambientais apresentadas, foram utilizadas todas as informações obtidas no Diagnóstico Ambiental, através de levantamento bibliográfico, cartográfico e imagens aéreas e orbitais, além dos dados primários das investigações geotécnicas e biológicas realizadas nas áreas de influência estudadas. Verificou-se a correspondência entre as zonas mapeadas pelos parâmetros estritamente dos meios naturais e o zoneamento urbano do Plano Diretor de Caucaia e da Lei de Uso e Ocupação do Solo citada, o que resultou na definição das unidades mapeadas (Figura 248).

O Zoneamento Ambiental foi elaborado na área de influência direta e entorno imediato, a partir da base cartográfica oficial utilizada pela Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEINFRA, da Prefeitura Municipal de Caucaia – PMC, sendo que, durante os levantamentos de campo e delimitação das zonas identificadas, para maior compreensão da evolução das unidades mapeadas, foram também utilizadas imagens do Google de vários anos anteriores até o atual e de voos de Drone recentes.

Na campanha de campo do Diagnóstico Ambiental, além das observações diretas feitas pelos técnicos envolvidos, foram realizadas diversas medidas, verificação da geologia local, além de levantamento da biota atingida, com vistas à melhor adequação do projeto.

Da interpretação dos dados topográficos e de declividade do terreno, dos elementos geológicos, geotécnicos, geomorfológicos, biológicos e de uso e ocupação do solo, até agora obtidos, foram identificadas as unidades geoambientais mais representativas dos sistemas ambientais localizados na área estudada.

Somente após a compreensão de toda a dinâmica ambiental atuante, principalmente no sistema que envolve ambientes instáveis e possui alta vulnerabilidade, foram compartimentadas as distintas zonas a seguir descritas, as quais se agrupam nas unidades ambientais classificadas



neste estudo. As feições encontradas em Caucaia que compõe a planície litorânea são: Faixa de Praia e Terraços Marinhos; Dunas Móveis; Dunas Fixas; e Planícies Flúviomarinhas (Figura 248). Esses subsistemas são marcados por processos morfogenéticos e constante uso e ocupação.

No Mapa de Zoneamento Ambiental foram determinadas espacialmente às áreas características de cada sistema ambiental representativo do conjunto de processos naturais e antrópicos atuantes, para tanto, foi dada especial atenção ao dinamismo e a maior fragilidade encontrada no ambiente de praia.

Como resultado da análise global e interativa, onde realçaram os agentes antrópicos na evolução da paisagem estão localizados no sistema ambiental denominado de Faixa de Praia e Terraços Marinhos, onde foram delimitadas 07 (sete) zonas distintas: Zona de Praia; Zona de Terraço Marinho; Superfície de Deflação; Dunas Móveis; Dunas Fixas; Zona dos Tabuleiros Pré-Litorâneo e as Planícies Flúviomarinhas. As quais são descritas a seguir e apresentadas no Zoneamento Ambiental da Área de implantação do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.

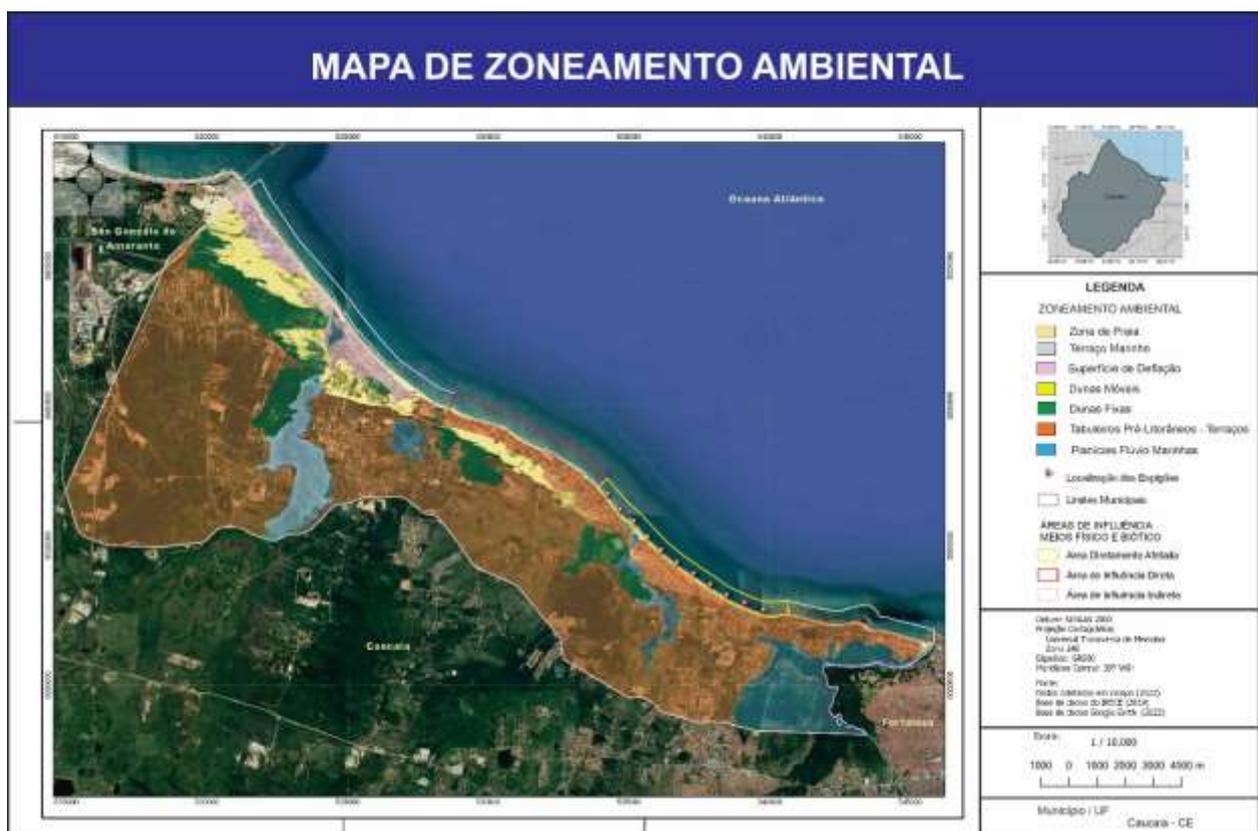


Figura 240: Mapa de Zoneamento da Área de Recuperação do Litoral de Caucaia

7.2 – Zona de Praia

A faixa de praia é a linha pertinente entre o contato com o mar ou linha de maré mais baixa e o contato com as bermas, dunas móveis ou a Formação Barreiras, tendo sua formação associada à ação eólica e marinha. Existem nessa faixa sedimentos arenosos, cascalhos, seixos e restos de conchas trazidas pelas ondas, sendo assim os solos presentes são de granulometria um pouco maior e grosseira em relação ao campo de dunas móveis. Em grande parte do litoral os terraços marinhos são revertidos por vegetação herbácea com porte pequeno, adaptadas dentre outras a altas temperaturas.

A área de estudo apresenta uma faixa praial com largura média de 1-20m, em alguns pontos quase não existe faixa, uma das potencialidades desse subsistema é o potencial paisagístico apresentado nas principais praias como a do Cumbuco, do Icaraí, do Pacheco, de Iparana, Dois Coqueiros e da Tabuba, juntamente com o turismo e o lazer que são potencialidades também presentes no terraço marinho (Figura 241). Nesses ambientes, por ter grande permoporosidade, há boas quantidades de recursos hídricos subterrâneos. As limitações se resumem a alta vulnerabilidade.



Figura 241: Unidade Praia, apresentando sua área de estirâncio, na Praia do Icaraí, em Caucaia-CE.



Esta unidade que corresponde a faixa de material detrítico subsequente à linha de costa, está totalmente inserida na Unidade Geoambiental Praia, nos casos em que a Unidade Geoambiental adjacente apresenta vegetação, como as Dunas Fixas, Dunas Frontais, Superfície de Deflação Estabilizada e, em alguns casos, os Tabuleiros Pré-litorâneos. Quando não há vegetação na Unidade Geoambiental adjacente, como a Superfície de Deflação Ativa, Dunas Móveis e Eolianitos, prevalece o limite da Unidade Geoambiental. O foreshore, equivalente ao estirâncio, está todo englobado na unidade Praia, sendo a área exposta durante a maré baixa e submersa no decorrer da maré alta (Christofoletti, 1980).

A Planície Costeira do Ceará se caracteriza por apresentar praias posicionadas, em geral, adjacentes a Tabuleiros Pré-litorâneos em sua maior parte. Por vezes as praias encontram-se adjacentes a Dunas ou Planície de Deflação (Dantas et al., 2014). A gênese destas praias está associada aos processos deposicionais eólicos, fluviais e marinhos, dentre os quais se destacam os compartimentos dunas, superfícies de deflação e planícies fluviomarinhas.

Há predomínio de solos do tipo Neossolo Quartzarênico e a linha de costa se apresenta de forma retificada, apresentando extenso arco convexo de direção aproximada WNW-ESE, interrompida por cabos rochosos como os de Jericoacoara, Pecém e Mucuripe (Dantas et al., 2014).

Há ocorrência de rochas cristalinas, de rochas de praia e de rochas de abrasão por toda a linha de costa do Estado. Na desembocadura dos principais rios ocorre a presença de vegetação de mangue, com destaque para as desembocaduras do Rio Ceará.

Essa zona ocupa a menor parcela da área mapeada, situada na faixa costeira entre a linha de maré baixa e o limite interior das proteções de pedras, bag wall ou das falésias, sendo formada por terrenos sedimentares aonde predomina uma camada de areia quartzosa grossa a média, descoberta na faixa de preservação permanente e com urbanização pública adequada nas porções mais aplainadas dos terraços praias antigos. Desde o seu limite com a Zona de Terraço mais acima, esta Zona de Praia descreve um perfil topográfico (direção S-N) com descida em direção ao mar bem definida na faixa de praia preservada, incluindo o trecho existente no início da Praia da Tabuba, aonde na extensa berma formada tem-se uma declividade mais suave e a partir do limite das marés, sua faixa de estirâncio constitui-se um talude inclinado para o mar.

A Zona de Praia sofre graves avanços da erosão costeira e estão presentes obras de engenharia “on shore”, como o quebra mar do SESC de Iparana e a barreira de Bag Wall na Av. Central da Praia do Icaraí, que posteriormente foi complementada com um enrocamento de rochas. Devido ao constante desgaste erosivo predominam arenitos de praia que constituem o afloramento da base da Formação Barreiras, embasamento rochoso local.



A praia quartzosa apresenta-se desnuda, sem representantes florísticos. Notam-se, no entanto, algumas algas marinhas dispersas e certos representantes da endofauna como: *Ocypoda quadrata* (espia maré), *Ucides cordatus* (uçá) e *Lygia exotica* (barata da praia). Algumas aves migratórias intercontinentais podem passar por esta região rumo ao extremo Sul do continente latino, merecendo destaque as seguintes espécies: *Charadrius semipalmatus* (maçarico), *Charadrius collaris* (maçarico), *Pluvialis dominica* (tarambola), *Tringa solitaria* (maçarico), *Actitis macularia* (maçariquinho), *Arenaria interpres*, (maçarico), *Calidris alba* (maçarico), *Calidris melanotos* (maçarico) etc. Boa parte destes maçaricos alimenta-se de insetos e polychaetos

A vegetação da Planície Litorânea inicia-se logo após a linha limite do estirâncio (maré mais alta), estendendo-se até o início dos campos dunares. Na área pode-se constatar ainda parte desse ambiente, onde ocorrem algumas herbáceas representantes da vegetação pioneira psamófila, contida nesse ambiente costeiro, como: *Ipomoea pres-caprae* (salsa), *Paspalum maritimum* (capim-gengibre), *Remirea maritima* (cipó-da-praia), *Iresine portulacoides* (bretinho), *Sesuvium portulacastrum* (erva succulenta), *Alternanthera tenella* (Cabeça-branca) e *Cyperus sp.* (capim).

No entanto, podem-se observar alguns indivíduos arbóreas de origem exótica, dominadas por *Terminalia catappa* (castanhola), *Cocos nucifera* (coco), *Hibiscus pernambucensis* (algodão-da-praia), *Azadirachta indica* (nim), *Prosopis hassleri* (algaroba), *Calotropis procera* (ciúme), distribuídos de forma esparsa, ao longo do calçadão.

Conforme o Art. 5 da Lei Complementar 236/2017, se insere na Macrozona de Proteção Ambiental é constituída por ecossistemas de interesse ambiental, bem como por áreas destinadas à proteção, preservação, recuperação ambiental e ao desenvolvimento de usos e atividades sustentáveis, é subdividida três zonas. Sendo classificada no item I - Zona de Preservação Ambiental (ZPA), destinada à preservação dos ecossistemas e dos recursos naturais.

7.3 – Zona de Terraço Marinho

Os terraços marinhos são depósitos sedimentares de origem marinha situados acima do nível médio atual (GUERRA; GUERRA, 2009), e são formados por depósitos marinhos praias do Holoceno Médio a Inferior, quando o nível do mar estava acima do atual. Ocorre em uma área de 0,93km² que corresponde a 0,29% do município. A definição prevista na Lei de Gerenciamento Costeiro 13.796/06 para a Unidade Geoambiental Terraço Marinho os define como “depósitos de



origem marinha, com forma tabular e topos planos”. Em relação a sua amplitude, foi adotada como parâmetro cota menor que 20m e declividade menor que 3°. Este limiar foi definido com base em observações realizadas em campo e nos insumos gerados pelo projeto. Predominam solos do tipo Neossolo Quartzarênico.

Na área existe uma correlação entre os terraços marinhos propriamente ditos e a planície de deflação podendo haver superposição das duas unidades. Por ser composta por terreno sedimentar o litoral apresenta boa capacidade de armazenamento subterrâneo de água. O solo predominantemente presente é o Neossolo Quartzarênico. A vegetação presente é a pioneira psamófila, estando adaptada à solos arenosos e grandes índices de salinidade.

A planície litorânea, via de regra, recobre os sedimentos mais antigos da Formação Barreiras, sendo caracterizada por estreita faixa de terras com largura média de 1,0 a 4,0 km, composta por sedimentos holocênicos (neoformação), com granulometria e origem variadas.

Em Caucaia, observa-se forte relação entre as feições que compõem a planície litorânea, recebendo influência de natureza fluvial, marinha, eólica ou combinadas, gerando formas de acumulação e erosão. Em razão dos condicionantes geológicos, fundamentalmente sedimentares, este sistema ambiental é favorecido pelo acúmulo hídrico no subsolo, configurando importantes aquíferos nos campos de dunas (móveis e fixas) e nos terraços marinhos, propiciando também a ocorrência de lagoas costeiras (Souza, 2000).

A Zona de Terraço ocupa a maior parcela da área situada entre o Icaraí e o Pecém, formada por terrenos sedimentares representados pelas dunas, pequenos vales e terraços praias antigos que datam do Holoceno.

Toda a área do projeto constitui-se de areias quartzosas decorrentes de antigas formações dunares e ambientes praias (terraços marinhos holocênicos), incluindo pequenos cursos d'água e de sedimentos da Formação Barreiras.

Nesta Zona o rio Barra Nova, que no seu trecho final, adjacente à desembocadura, alarga-se em uma planície de maré triangular conhecida por Lagoa ou Lagamar da Barra Nova, limitada entre as praias de Icaraí (leste) e Tabuba (oeste) (Figura 242). Com os constantes movimentos de terras decorrentes da crescente urbanização, e principalmente do fenômeno da erosão costeira, esses ambientes naturais foram dando origem a atual Zona de Terraço, com áreas ainda sem edificações.

Pode-se notar que a Zona de Terraço tem declividade mais ou menos suave em direção ao Oceano Atlântico, chegando a uma região zoneada como faixa de praia.



Figura 242: Zona de Terraço, limite dos bairros Icaraí e Tabuba, em Caucaia-CE.

7.4 – Zona de Superfície de Deflação.

A Superfície de Deflação, pode aparecer de dois modos, sendo ativa ou estabilizada. A ativa consiste em áreas de transição ativas, ou seja, áreas com intensa dinâmica de mobilização de material e presença de pacotes de sedimentos de baixa amplitude e corredores preferenciais de deflação. Pode haver a ocorrência de algumas Dunas isoladas. Aparece com baixa representação ocupando o litoral oeste de Caucaia, depois da Praia do Cumbuco.

Devido a escala de trabalho adotada pode estar contida parcialmente nas áreas de Superfície de Deflação Ativa as Bermas. Por definição legal as bermas “são porção horizontal do pós-praia constituído por material arenoso e formado pela ação das ondas e em condições do nível do mar atual. Em geral, no nosso Estado, apresenta-se bastante estreita e margeando toda a faixa de praia” (Lei Estadual no 13.796/2006).

Os padrões morfométricos para esta unidade são os apresentados para a Deflação. O que caracteriza esta subdivisão é o fato de não haver vegetação, ou a vegetação existente ser incipiente e não ter relevância na estabilização dos sedimentos que por ela se mobilizam. Por ser uma área

de movimentação de sedimentos ativa apresenta fragilidade ambiental mais acentuada e sua ocupação implica em interferência na dinâmica de recarga das dunas associadas. Pedologicamente predominam os Neossolos Quartzarênicos e os Argissolos, visto que por vezes as Superfícies de Deflação encontram-se sobre outros compartimentos como Tabuleiros Pré-litorâneos e Terraços Marinheiros.

A Superfície de Deflação Estabilizada se trata de uma subdivisão da unidade de Deflação caracterizada por um ambiente transicional estabilizado. Não apresenta transição de material, ou quando apresenta é pouco significativa desta forma ocorre a presença de vegetação e é este fator que a diferencia da Superfície de Deflação Ativa. Há ocorrência de vegetação consolidada, em geral herbácea, recobrendo toda área (Figura 243).



Figura 243: Vista da Planície de Deflação, após o Hotel Vila Galé, Cumbuco, em Caucaia-CE.

Ocorrem também pacotes sedimentares extensos formados a partir dos corredores preferenciais de deflação e estabilizados pela vegetação. Se caracterizam também por evidenciar



com mais frequência o afloramento do lençol freático por meio de áreas alagadas, ocorrendo em geral em períodos mais chuvosos. A morfometria é a mesma apresentada para a Deflação, e os solos predominantes são Neossolos Quartzarênicos e Argissolos, assim como no caso da Superfície de Deflação Ativa. O manejo inadequado destas áreas com a retirada da vegetação pode ocasionar em uma mobilização de sedimentos, desta forma seu manejo deve ter uma atenção especial (SEMACE, 2016).

7.5 – Dunas Móveis

As Dunas são extensas barreiras naturais dinâmicas que impedem o avanço do mar e ainda, a entrada de água salgada nos lençóis freáticos. Além disso, as dunas protegem as áreas adjacentes contra o processo de erosão.

São formadas através de um processo complexo decorrente da ação dos ventos (dunas eólicas) e do mar. Geralmente surgem em locais com baixa pluviosidade (chuvas) e sua expansão ocorre de maneira lenta e gradativa. Os principais elementos das areias das dunas são a sílica, magnetita e o quartzo. Por esse motivo, é possível encontrar as dunas de cores variadas.

Esse acúmulo excessivo de areia surge com os fortes e constantes ventos em uma determinada direção e também pela ação das marés altas as quais trazem muita areia para a faixa praial, areia que não retorna totalmente para a zona marinha. Para que as dunas se formem é necessário um local de baixa vegetação com presença de alguma barreira, e que aos poucos, vão constituindo os cômodos de areia, denominadas de dunas embrionárias.

Dependendo da variação dos ventos, a paisagem pode se alterar ao longo do tempo. Por essa razão, as dunas são ecossistemas que estão em constante transformação, podendo alterar sua forma, se deslocarem, diminuir ou aumentarem. Após esse processo de formação, elas formam picos (ou uma imensa crista), donde é notória a direção dos ventos que a formou.

As Dunas Móveis ocupam a área após e à retaguarda do Cumbuco, seguindo numa faixa pouco descontínua em direção oeste até o limite municipal. Apresentam sedimento arenoso exposto em sua totalidade, e por vezes possui uma vegetação herbácea rarefeita, que não consegue restringir por completo o processo erosivo eólico, produzindo áreas depressionárias onde por vezes fica exposto o lençol freático em forma de pequenas lagoas interlunares.

Conforme definição legal são “unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômodo ou colina, produzidas pela ação dos ventos,

situadas no litoral ou no interior do continente sem cobertura vegetal” (Lei Estadual no 13.796/2006).

A morfometria apresenta variação entre 5 e 60m de altura, e predominam as formas de acumulação do tipo barcana e sand sheet, sendo compostas por sedimentos arenosos finos a muito finos, quartzosos na sua essência, estratificação cruzada por vezes plano-paralela horizontal e acanalada, com formação de Neossolos Quartzarênicos (Figura 244).



Figura 244: Dunas móveis do Cumbuco, com passeios de Buggy nas rotas turísticas de Caucaia-CE.

7.6 – Dunas Fixas

São dunas que se apresentam recobertas por vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea, que minimiza os efeitos do processo de erosão eólica, que devido a estabilidade tendem a desenvolver horizonte de solo mais espesso, e em sua generalidade inclui as paleodunas e mantos eólicos. As dunas fixas correspondem a porção sul da área de influência direta no Icaraí e Cumbuco, como também na área oeste da AII, desde o Lagamar do Cauhipe até o limite do município de Caucaia.

Legalmente as Dunas Fixas são definidas como “unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômodo ou colina, produzidas pela ação dos ventos, situadas no litoral ou no interior do continente recoberta por vegetação” (Lei Estadual no 13.796/2006).

Foram consideradas também como Dunas Fixas as Paleodunas, cuja definição legal as descreve como “depósitos eólicos mais antigos sem forma definida apresentando na porção superior o desenvolvimento de solos. Apresenta cores avermelhadas em função do grau de oxidação do ferro” (Lei Estadual no 13.796/2006).

Esta Unidade Geoambiental, típica do sistema geológico deposicional transicional, tem relação direta com a unidade geológica depósito eólico. Morfometricamente apresenta cotas de 5 a 40m de altura, predominam as formas parabólica e longitudinal (Figura 245).



Figura 245: Dunas Fixas (à esquerda) e dunas móveis (à direita), próximo a Águas Cristalinas e a Lagoa do Banana, em Caucaia-CE.

As dunas fixas apresentam um recobrimento vegetal pioneiro, que detém ou atenua os efeitos da deflação eólica e podem ser totalmente fixas ou, por vezes, esse recobrimento pode se dá de forma parcial, neste caso, tem-se as chamadas dunas semifixas.



Quando fixas, as dunas apresentam um maior desenvolvimento pedológico associado ao desenvolvimento de uma cobertura vegetal, dando à esta feição uma estabilidade ambiental, ao mitigar a influência dos ventos, fixando-a na paisagem. As dunas semifixas caracterizam-se primordialmente pela sua semimobilidade, ou seja, não são totalmente móveis e nem totalmente fixas. Isso ocorre porque essa tipologia de dunas possui partes de sua estrutura coberta pela vegetação, demonstrando que há aporte mais ou menos equilibrado com a saída de sedimentos, de forma a haver mobilidade (dos sedimentos), mas não migração (mudança espacial) do corpo dunar.

7.7 – Tabuleiros Pré-Litorâneos

Os Tabuleiros Pré-Litorâneos apresentam-se em formas tabulares com rampas suaves e declividades predominantemente inferiores a 5°. Seu embasamento é sedimentar pouco litificado, com predomínio de solos espessos e bem drenados, apresentando Argissolos espessos e com fertilidade natural baixa a média. Corresponde à unidade de maior representação no território estudado.

Conforme definição da Lei Estadual no 13.796/2006 “são superfícies de erosão planas instaladas sobre os sedimentos da Formação Barreiras, que ocorrem distribuídos em uma faixa paralela à linha de costa que penetra para o interior por dezenas de quilômetros”. Predominam solos espessos, por vezes arenosos e de baixa fertilidade, tais como os Argissolos Vermelho-Amarelo distróficos e Plintossolos Háplicos (IBGE- EMBRAPA, 2001).

Os Tabuleiros Pré-Litorâneos ficam situados à retaguarda do cordão de dunas, contactando, sem ruptura topográfica, com as depressões sertanejas. São constituídos por sedimentos da Formação Barreiras e penetram cerca de 40 km, em média. Têm altitudes que variam, normalmente, entre 30-50 m, raramente ultrapassando ao nível de 80 m. O conjunto da área pré-litorânea comporta-se como um glaciais de acumulação com declives variáveis entre 2° e 5°. A rede de drenagem consequente entalha o glaciais de modo pouco incisivo, isolando interflúvios tubuliformes.

Os Tabuleiros se dispõem de forma descontínua no sul da área, apresentando-se ao longo de toda a Área de Influência Indireta dos meios físico e biótico.

Uma feição representativa na área dos Tabuleiros Pré-Litorâneos são as falésias. Falésias, que são formas do relevo litorâneo derivadas do processo de abrasão marinha, que é a erosão ocasionada pela ação contínua da água do mar em uma superfície rochosa e também pela chuva, que após um longo período de tempo indo de encontro à rocha, acaba por "esculpi-la", originando

costas altas e abruptas. Caracterizam-se por escarpas altas e muito íngremes, sem vegetação em sua extensão vertical.

As falésias são classificadas em ativas/vivas, aquelas em que a erosão marinha está em curso, ou inativas/mortas, que não sofrem mais a ação da água do mar. Elas constituem belas paisagens ao redor do mundo. Na imagem, as falésias da praia do Pacheco, na área diretamente afetada pelo projeto.

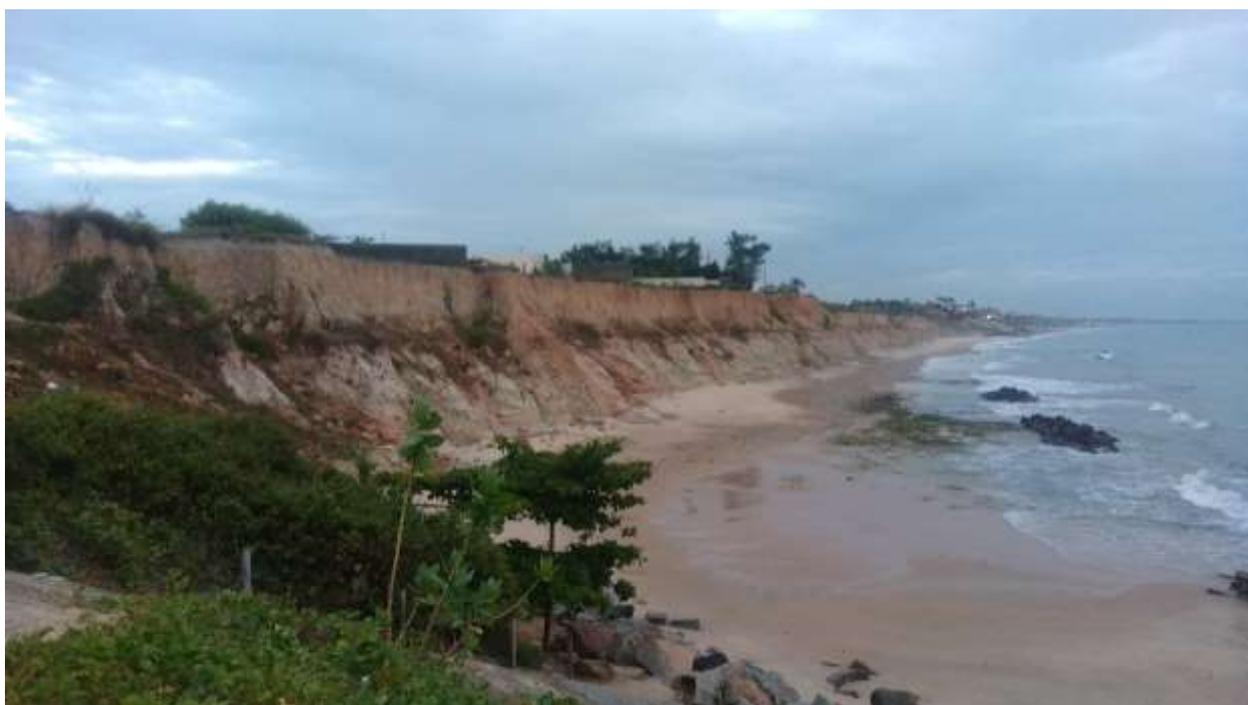


Figura 246: Falésias localizadas na Praia do Pacheco, em Caucaia-CE.

7.8 – Planícies Flúvio-Marinhas

As planícies são extensos terrenos mais ou menos planos onde predomina os processos de agradção em detrimento dos processos de degradação (Guerra & Guerra, 2009). São áreas de depósito onde ocorrem depósitos dos canais hidrológicos e depósitos de planície de inundação (Florenzano, 2008). Os depósitos de canais podem ser associados a área do leito menor que é a área ocupada pelas águas que apresentam frequência que impede o crescimento de vegetação, possuindo margens bem definidas. Os depósitos de planície podem ser associados ao leito maior, que é a área ocupada regularmente pelos rios durante as cheias e as grandes cheias. Pode se destacar a porção Leste da área de Influência Indireta onde se tem o estuário e a embocadura do Rio Ceará.



Apresentam solos hidromórficos ou por vezes de composição mais arenosa, variando conforme a intensidade com que as áreas sofrem inundações. As planícies existentes na costa cearense não apresentam significativas amplitudes, ficando limitadas em geral aos patamares dos Tabuleiros Pré-litorâneos. Sua cinografia fica em geral abaixo de 3°. Podem se constituir a partir de input fluvial e marinho, sendo desta forma possível diferenciar alguns tipos de planície. No presente trabalho foram diferenciadas em Fluvial, Lacustre, Fluviolacustre, abordadas neste tópico e Fluviomarinha, Lagunar e Fluviolagunar.

Planície Fluvial

As Planícies Fluviais apresentam input fluvial e estão relacionadas a rios efêmeros, intermitentes e perenes. Rios efêmeros são os rios em que o fluxo de água ocorre após um evento de chuva. Rios intermitentes são rios em que o curso de água ocorre apenas em um período do ano. Em geral nos casos dos rios intermitentes e efêmeros predominam solos arenosos, enquanto com os rios perenes ocorrem solos hidromórficos no leito menor e solos mais arenosos no leito maior. Esta unidade é a segunda mais representativa na AII. A legislação estadual define que as Planícies Fluviais “são as planícies de inundação dos rios, sem influencia marinha”. (Lei Estadual no 13.796/2006).

A Unidade Geoambiental da Planície Fluvial apresenta amplitude de relevo menor que 20m e declividade menor que 5° (Dantas et al., 2014) e é constituída por sedimentos de textura arenosa a areno-argilosa, moderadamente selecionada. Em Caucaia, no litoral cearense, prevalecem os sistemas fluviais intermitentes, a despeito da ausência de água em grande parte do ano, apresentam solos mais profundos e de melhor fertilidade (Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos) do que as superfícies aplainadas e pedregosas circunjacentes, além de uma melhor disponibilidade de acesso à água, via perfuração de poços rasos no aquífero aluvial (Dantas et al., 2014).

Planície Fluviolacustre

As Planícies Fluviolacustres são consolidadas através do input fluvial, e nada mais são do que Planícies Fluviais que apresentam acúmulo de água em algumas porções. Formam-se devido barramento dos rios ocasionado pelos campos de dunas ou mesmo pela ação do mar. Ao atingir um campo de dunas por vezes não o transpassam e extensas porções do território são alagados apresentando muitas vezes características de balneários. Por vezes estão também associadas as Planícies Fluviomarinhas, sendo que seu barramento se ocorre pela ação diária das cheias da maré.



Podem apresentar também pequenos represamentos ou lagos distribuídos pela extensão da Planície.

No relatório de Geodiversidade do Estado do Ceará (DANTAS et al., 2014) não foram diferenciadas. Sua amplitude observada em campo foi inferior a 5m e clinografia menor que 3°. Predominam solos do tipo Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos. Aparece em destaque na área do Rio Ceará, no limite Leste da área de Influência Indireta.

Planície Lacustre

As Planícies Lacustres são resultantes do entulhamento de lagos estão por vezes associadas às planícies fluviais, entretanto encontram-se isoladas. É constituída de pequenos lagos na porção mais continental e ocorrem devido à presença do lençol freático raso. Sua recarga está muito associada a questão pluvial e saturação do lençol freático. Morfométricamente apresenta em campo e nos insumos valores de amplitude inferiores a 5m e declividade inferior a 3°. Apresenta predominantemente Gleissolos (Figuras 247). Constituem principalmente as lagoas situadas à retaguarda das dunas mapeadas e nos tabuleiros pré-litoraneos.



Figura 247: Planície fluviomarinha do Rio Ceará, com a presença de manguezais.

MAPA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL



Figura 248: Zoneamento da Área de Intervenção e entorno.



8.0 – PROGNÓSTICO AMBIENTAL

O prognóstico ambiental compreende uma caracterização do ambiente sem a implantação do projeto, ou seja, como se processa o ambiente na atualidade, e após a implantação do mesmo. Apresenta a dinâmica e a descrição dos meios estudados, na medida em que se levam em consideração as transformações que poderão ocorrer na área.

O prognóstico possibilita uma análise comparativa, ajudando a compreender as vantagens e desvantagens da implantação do projeto. A partir dessa avaliação, associada à análise dos impactos, tem-se o entendimento da viabilidade ou não do projeto proposto.

8.1 – Cenário Ambiental sem o Empreendimento

Na área de influência imediata, representada pelas Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba, do Município de Caucaia, persiste, em parte, a urbanização planejada, mas se fazem sentir os efeitos da destruição causada pelo avanço da linha de costa e erosão marinha, como a encontrada na área. Como resultado da situação vigente, parte da comunidade abandonou suas casas, restaurantes, pousadas e barracas, além da destruição da infraestrutura urbana, decorrente da erosão sentida, os recursos ambientais são constantemente agredidos.

O trecho das Praias do Pacheco, Icaraí e da Tabuba, alvo do projeto analisado é caracterizado pelo uso de lazer e do turismo. Neste realizava-se a maior parte das atividades diárias de lazer que ali têm lugar como Cooper, caminhadas, ciclismo ou o passeio de pedestres. Havia nesta região inúmeros bares, casas de shows e outros equipamentos que transformaram a região em um ponto turístico e de lazer noturno para a população e para os turistas.

Com a degradação gerada primeiramente pelo avanço do mar e conseqüente destruição de equipamentos urbanos, como o calçadão e equipamentos comunitários, aliado a uma falta de programação e de recuperação, os empreendedores locais foram desaparecendo, transformando aquela área áurea em um ambiente insalubre, onde delinquentes se apossaram de imóveis desocupados, transformando a área que é hoje conhecida pela população de Caucaia como um espaço perigoso, principalmente no período noturno.

Na ausência do Projeto de Revitalização do Litoral de Caucaia, a qualidade ambiental da área de influência apresentaria características similares às descritas no diagnóstico ambiental e análise integrada, que retratam as condições ambientais atuais da área.

Considerando a área onde os espigões serão construídos, na ausência destes, os parâmetros de qualidade da água, do ar e a comunidade biológica manter-se-iam com as mesmas condições



do atual cenário, e a dinâmica populacional das comunidades planctônicas, nectônicas e bentônicas seriam mantidas similares às atuais.

No cenário de não implantação do projeto seriam observadas alterações na dinâmica costeira da área, pela progressão das ações do avanço do mar sobre a linha de costa. Provavelmente haveria o aumento da erosão costeira, com a possibilidade de destruição de paisagens naturais como falésias e áreas da faixa de praia e regiões adjacentes, além do desmoronamento de edificações existentes, com potencial risco a vidas humanas dos ocupantes dos imóveis localizados na área defronte ao mar.

Como consequência, haveria um decréscimo da qualidade ambiental e da valoração imobiliária em toda a área de influência direta, em decorrência da impossibilidade de utilização do potencial faixa de praia como alternativa de lazer e atração turística, o que ocasionaria prejuízos diretos aos proprietários de imóveis e perdas de arrecadação de receita municipal e de geração de postos de trabalhos na área afetada. O município de Caucaia apresenta elevada vocação turística, e nesse contexto, estima-se que os investimentos hoje existentes para a atividade turística diminuam consideravelmente, como consequência da degradação ambiental e perda da vocação turística da área de influência direta do projeto.

Ainda no cenário da não implantação do projeto, as pressões sobre a infraestrutura de serviços essenciais e a existência de espaços com ocupação desordenada, conforme descrito no diagnóstico ambiental, continuariam a existir, especialmente em função da proximidade com a capital Fortaleza, e a vocação como alternativa habitacional e cidade dormitório que Caucaia possui. Soma-se a isto outras iniciativas que também estão em fase de avaliação pelos órgãos ambientais, como o Hub de Hidrogênio Verde no Complexo Industrial e Portuário do Pecém, além da instalação de termoelétricas, siderúrgicas, dentre outros.

A não implantação do projeto refletirá, diretamente na não arrecadação de novos tributos e compensações financeiras. Essa arrecadação ampliaria o potencial de investimento do município, ocasionando possíveis melhorias na qualidade dos serviços ofertados pelo município de Caucaia.

Ainda com o cenário de não implantação do Projeto de Revitalização do Litoral, outros fatores continuariam a pressionar a atividade pesqueira, incluindo, conflitos de uso do espaço marinho especialmente pela ampliação da navegação de cabotagem na área, somada à urbanização e poluição ambiental, dentre outros.



Fazem-se necessário um controle da erosão costeira e urbanístico, voltado ao desenvolvimento econômico e social da região, cujos maiores potenciais são a infraestrutura urbana e os recursos ambientais existentes.

Sem o empreendimento, as obras de Recuperação do Litoral de Caucaia, nas Praias do Pacheco, Icarai e Tabuba, continuarão sendo severamente prejudicadas pela erosão costeira.

8.2 – Cenário Ambiental com o Empreendimento

O empreendimento será localizado na área Litorânea do município de Caucaia, com a proposta de proteção e recuperação das Praias do Pacheco, Icarai e Tabuba, através da construção de onze enrocamentos (espigões), sendo três na Praia do Pacheco, cinco na Praia do Icarai e três na Praia da Tabuba, além de engorda artificial de 70m da faixa de praia, a ser feito com o transporte de areia de uma jazida localizada em região descrita na neste EIA. Os espigões servirão como contenção de sedimento garantindo a estabilidade da praia.

A engorda artificial proporcionará a retomada de uma área de lazer perdida ao longo dos anos devido à erosão marinha que vem ocorrendo, devolvendo à população mais uma área de excelente beleza cênica. Quanto ao atual uso das praias do Pacheco, Icarai e Tabuba, no que concerne as atividades balneárias, estas vão ter sua área ampliada com o aterro. Além da disponibilização de mais áreas públicas e proteção dos novos equipamentos urbanos previstos.

Quanto ao sedimento, devido às características do projeto, a possibilidade de contaminação deste compartimento é pequena, em virtude dos materiais escolhidos para implantação dos espigões e para o engordamento da faixa de praia e também da hidrodinâmica das correntes de fundo e do tipo de sedimento. Portanto, espera-se que a qualidade do sedimento não seja comprometida

A qualidade da água sofrerá alterações em seus parâmetros físico químicos, associados à turbidez causada pela ressuspensão de sedimentos nas fases de construção dos espigões e execução do transporte de sedimento para a realização do engordamento da faixa de praia. Cabe destacar que essa alteração é de magnitude média, pontual e temporária, uma vez que se espera que haja um retorno ao equilíbrio inicial na finalização das fases mencionadas.

Conforme previamente mencionado no diagnóstico ambiental do EIA, não foram observados recursos bentônicos como bancos de corais, moluscos e algas de significativa extensão e relevância ecológica na região de implantação dos espigões e do engordamento da faixa de praia, e deste modo, não são esperados impactos significativos sobre estes grupos biológicos.



Sobre a biota aquática, a instalação dos espigões, poderá inicialmente, gerar impactos negativos, de média magnitude e pontuais, pelo aumento da turbidez da água e dos ruídos, o que poderá causar um afastamento das comunidades presentes no local. Ao final da instalação dos espigões, do engordamento da faixa de areia das praias, e da re-estabilização ambiental, poderão haver impactos positivos, de média magnitude e de considerável extensão, causados pelo incremento na biota aquática, como já observado nos espigões instalados em Fortaleza, tornando-se um novo substrato consolidado, atrativo para instalação de diversas espécies planctônicas, bentônicas e nectônicas de vida marinha. Provavelmente haverá aumento da abundância de várias espécies de peixes, inicialmente espécies herbívoras, seguido pelas onívoras e posteriormente pelas carnívoras, com potencial de atração de cardumes de espécies pelágicas de interesse comercial.

A instalação dos espigões poderá trazer como consequência indireta o incremento na biota aquática, tornando-se um atrativo artificial para fixação de diversas formas de vida marinha planctônicas, bentônicas e nectônicas. Isto proporcionará um aumento da abundância de várias espécies de peixes marinhos, com colonização de peixes forrageiros (herbívoros), consequentemente atraindo os peixes carnívoros pelágicos de médio e grande porte, com elevado interesse comercial.

Neste contexto espera-se que os grupos que sofram as maiores pressões em relação às ações geradoras de impactos sejam os cetáceos, sirênios e quelônios devido à sua sensibilidade aos ruídos. No caso específico dos quelônios, estudos recentes da Universidade Federal do Ceará demonstraram que pelo menos três espécies de tartarugas marinhas utilizam a área de influência direta do projeto como corredor migratório, área de alimentação e descanso, e também como região de nidificação, espera-se que haja um impacto significativo, pontual e transitório sobre estas espécies, inicialmente negativo nas fases de implantação do projeto. Entretanto, após a finalização desta fase e o restabelecimento do equilíbrio ambiental, espera-se que seja gerado um impacto positivo, pela ampliação da faixa de areia, decorrente do engordamento das praias, o que possivelmente ampliará a área para postura de ovos e reprodução destas espécies.

Neste contexto de construção dos espigões, aves migratórias, cetáceos, sirênios e quelônios também poderão ser atraídos para se alimentarem nestes novos microambientes artificialmente criados.

Com relação à atividade pesqueira artesanal, a construção dos espigões irá impor uma delimitação de áreas de exclusão temporária de trânsito de embarcações pesca, e de práticas de



pesca artesanal com petrechos de mão e uso de redes de pequeno porte. São impactos de pequena magnitude, pontuais e transitórios.

No contexto socioeconômico, a implantação do Projeto de Revitalização do Litoral de Caucaia poderá gerar expectativa quanto à oferta de emprego e renda e incremento na atividade turística e arrecadação municipal e estadual em decorrência do aumento da dinâmica econômica. Esta geração de expectativa poderá atrair população para se instalar na região. Além desta geração de expectativa, um incremento na demanda por insumos e serviços pode gerar um aumento de preços e conseqüente acréscimo no custo de vida.

A restauração e recuperação da infraestrutura praiana, e equipamentos urbanos nas Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto, serão protegidas e esta área voltaria a ser considerada uma área turística e de lazer de Caucaia, já que hoje são presenciadas as degradações do imobiliário existente, deixando esta potencial área turística, de tanta beleza natural, abandonada e sem perspectiva de investimentos para a população local e turística.

Ao mesmo tempo em que irá se constituir num intensivo consumidor de serviços públicos e privados, o Empreendimento será promovedor de investimentos na área e conseqüentemente de uma significativa fonte de arrecadação tributária municipal e estadual.

O empreendimento executado em sua plenitude permitirá a recuperação social daquele trecho do litoral, criando um ambiente propício à prática do esporte e do convívio social familiar, contemplando todas as faixas etárias e estimulando o investimento privado e a restauração do patrimônio imobiliário e de equipamentos periféricos ao uso do espaço, criando oportunidade de trabalho e renda mais estáveis.

O uso residencial, desestimulado pela situação atual, será revigorado, também não inviabilizando a residência temporária para turistas nacionais e estrangeiros. Os desdobramentos sociais positivos ao se estimular o uso residencial na área, geram empregos permanente para a população local.

O empreendimento não irá provocar danos ambientais significativos desde que às medidas de controle ambiental propostas através deste trabalho sejam seguidas, se possível com monitoramento sistemático.



9.0 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A análise de impactos ambientais pode ser realizada através da utilização de diversas ferramentas técnicas descrita na extensa bibliografia sobre o assunto. Entre os diversos autores podemos citar Fernández-Vítora (1997), Canter (1998), BNB (1999), IBAMA (2002) e Orea (1999).

Para identificação e avaliação dos impactos ambientais do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia foi desenvolvida uma Matriz de Impactos Ambientais específica para esse projeto que teve como fundamentação teórica a matriz proposta por Leopold apud Orea (1999, p. 429 – 437).

Esta matriz permite cruzar ações impactantes previstas no Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia com os meios impactados, deixando explícita a relação de “ação e reação” sobre os sistemas ambientais.

O CONAMA na Resolução No 001/86 considera impacto ambiental como:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.”

A Matriz de Impacto Ambiental é constituída de linhas e colunas cuja interseção permite mensurar os impactos ambientais levando em conta quatro aspectos – caráter que pode ser benéfico “+” ou adverso “-”; importância na escala de 1 a 3 sendo “1” de pequena importância, “2” de



moderada e “3” de grande importância; magnitude podendo ser pequena “MP”, média “MM” e grande “MG”; e temporalidade, sendo “P” permanente e “T” temporário.

Nas colunas da matriz estão descritas as ações passíveis de causarem impactos ambientais. Essas colunas estão agrupadas em tópicos e subtópicos hierarquizados em função do conjunto de ações que serão executadas pelo projeto.

São três os tópicos: Fase de Estudo e Projetos contendo como subtópicos Levantamento Topográfico e Batimétrico, Projeto Básico, Projeto Executivo e Estudos Ambientais, cada um deles subdividido em ações específicas; Fase de Implantação que contempla Contratação da Empreiteira, Canteiro de Obras, Construção dos Espigões ou Molhes, Dragagem, Regeneração da Área de Praia e Desmonte do Canteiro de Obras, também subdividido em ações executáveis; o terceiro tópico refere-se à Fase de Operação contendo um subtópico denominado Abertura do Espaço Público/Benefícios ao Usuário, que subdividi-se em ações previstas.

As linhas da matriz de impacto contemplam os meios afetados pelas ações descritas nas colunas, sendo apresentados três tópicos: Meio Físico onde contempla a análise dos impactos no Ar, Solo e Água; Meio Biótico subdividido em Flora, Fauna e Ecossistema/Processos; e Meio Antrópico contendo os subtópicos Socioeconômico, Cultural e Estético Visual e Sonoro, que por sua vez apresentam subdivisões.

A matriz para avaliação de impactos utilizada contempla 51 ações distribuídas em 11 subtópicos estes agrupados em três tópicos, que podem causar alterações em 17 meios do sistema ambiental.

O cruzamento de linhas e colunas da matriz cria a possibilidade de identificar 867 impactos diferentes, cada uma delas analisadas em quatro aspectos – Caráter, Importância, Magnitude e Temporalidade – acarretando numa potencialidade de interação de resultados na ordem de 3.468 possibilidades.

A apresentação dos resultados na matriz de impactos está definida por critério de coloração, sendo os impactos ambientais benéficos mostrados em cor verde, os potencialmente impactantes adversos em cor amarela, os impactos adversos em cor vermelha e onde não houver interação entre ação e impacto em cor branca. (Tabela 47).



9.1 – Análise da Matriz de Impactos Ambientais

A análise da matriz de impacto foi realizada em duas etapas, a primeira versa sobre as ações impactantes das três fases do projeto – Fase de Estudo e Projeto, Fase de Implantação e Fase de Operação, enquanto a segunda realiza uma análise integrada dos impactos das ações sobre os meios – Físico, Biótico e Antrópico.

9.1.1 - Fase de Estudo e Projeto

Levantamento topográfico e batimétrico

Os levantamentos de topografia e batimetria da área foram executados na fase preliminar do projeto, sendo constituídos de atividades que não causam interferências adversas ao meio-ambiente, tampouco resultando em alterações no sistema ambiental do seu entorno. Vale ressaltar que foram identificados impactos positivos no meio socioeconômico, que embora sendo mensurados como de pequenas magnitudes são importantes para a contabilização da viabilidade ambiental da área a ser trabalhada.

Os trabalhos topográficos e batimétricos tiveram como objetivo determinar analiticamente as feições morfológicas do terreno em estudo e ainda representá-las graficamente através de cartas e plantas. Os perfis topográficos são referentes à área emersa adjacente à área do aterro e a batimetria referente à área submersa que receberá o aterro. Esses trabalhos aportam subsídios ao dimensionamento do projeto, além de servirem como importante acervo técnico tanto para o acompanhamento da execução da obra, como para o acompanhamento da evolução das condições ambientais do empreendimento após a abertura para operação. Os resultados obtidos desses levantamentos serão apresentados na forma de plantas constantes deste EIA.

Fizeram entre si contrato, para execução destes serviços, a Prefeitura Municipal de Caucaia e profissionais de alta qualificação e experiência, professores-pesquisadores oriundos da Academia e Institutos, gerando um pequeno crescimento no setor de serviços. Vale destacar que o contrato assim feito se destina a serviços de curta duração e envolve um número mínimo de profissionais para sua execução. Esses serviços concernem à locação de equipamentos específicos para as coletas de dados, contratação de profissionais qualificados, o que gera circulação de dinheiro e, conseqüentemente, desenvolvimento das relações comerciais e recolhimento de impostos.



Projeto básico

O projeto básico desenvolvido na área teve como objetivo geral apresentar os principais problemas ambientais das Praias do Pacheco, Icaraí e da Tabuba, em Caucaia e propor possíveis soluções. Para atingir esse objetivo, foi estudada a dinâmica costeira do local, incluindo estudos de correntes marítimas, marés, clima de ondas e a incidência das ressacas no litoral de Caucaia, ouvida a comunidade local usuária dessa faixa da orla marítima, e avaliada a importância cênica e cultural deste espaço para o município de Caucaia.

Como resultado desses estudos, o Projeto Básico apontou as dificuldades ambientais da área e sugeriu medidas mitigadoras a serem tomadas a fim de proporcionar maior qualidade ambiental e maior conforto e segurança aos seus usuários e ao patrimônio natural da área, e do arquitetônico histórico-cultural.

O Projeto Básico contemplou ainda o estudo das possíveis jazidas de onde será extraído o material a ser utilizado na recomposição da faixa de praia, bem como as alternativas referentes ao seu dimensionamento, contribuindo assim para a requalificação da área.

O Projeto Básico apresentou apenas impactos benéficos, pois propõe soluções corretivas aos problemas ambientais existentes e propõe medidas mitigadoras aos impactos existentes. A equipe de trabalho foi composta de profissionais especializados, fato que garante a excelência do projeto.

A contratação de serviços técnicos especializados, para elaboração do Projeto Básico gerou crescimento para o setor de consultoria e projetos além de ter favorecido o comércio específico, o que resultou em incentivo a economia local e conseqüentemente um aumento na arrecadação de impostos.

Projeto executivo

O Projeto Executivo correspondeu à concepção da instalação das obras de intervenção apontadas no Projeto Básico, contemplando as possíveis jazidas e a natureza granulométrica do material a ser utilizado na recomposição da praia, ou seja do aterro hidráulico, o dimensionamento e disposição das rochas a serem utilizadas no molhe de proteção e na marina e, ainda, no muro de contenção da erosão em uma área de falésia.

Para tal o Projeto Executivo foi realizado de forma integrada com o Projeto Básico, proporcionado assim a maior viabilidade do projeto e o seu dimensionamento adequado.



Os trabalhos topográficos, batimétricos, geológicos, geomorfológicos e de levantamento de dados da dinâmica costeira tiveram como objetivo determinar analiticamente as condições ambientais da área em estudo e ainda representá-las graficamente através de cartas e plantas. Esses trabalhos aportam subsídios ao dimensionamento do projeto executivo, além de servirem como importante acervo técnico tanto para o acompanhamento da execução da obra, como para o acompanhamento da evolução das condições ambientais do empreendimento após a abertura para operação.

Fizeram entre si contrato, para execução destes serviços, uma gama de profissionais de alta qualificação e experiência, técnicos, professores e pesquisadores oriundos de universidades, gerando um pequeno crescimento no setor de serviços. Vale destacar que o contrato assim feito se destina a serviços de curta duração e envolve um número relativamente pequeno de profissionais para sua execução. Esses serviços concernem à locação de equipamentos específicos para as coletas de dados, contratação de profissionais qualificados, o que gera circulação de dinheiro e, conseqüentemente, desenvolvimento das relações comerciais e recolhimento de impostos.

A contratação de serviços técnicos especializados, para elaboração do Projeto Executivo gerou crescimento para o setor de consultoria e projetos além de ter favorecido o comércio específico, o que resultou em impactos positivos no comércio local e um aumento na arrecadação de impostos.

Estudos ambientais

Os estudos ambientais descrevem a área das intervenções, dos molhes e do aterro caracterizando-a de forma diacrônica. Essa descrição tornou possível a definição de parâmetros para controle e mitigação dos impactos ambientais.

Para a execução dos estudos ambientais foram realizados levantamentos bibliográficos associados a trabalhos de campo, que tiveram como objetivos: analisar a taxa de erosão da praia nas últimas cinco décadas, as condições de balneabilidade tanto do mar, o clima de ondas para garantir a estabilidade do aterro e a continuidade das práticas esportivas, tais como o surf, windsurf, entre outras, assim como a biota presente na região.

Esta ação exigiu contratação de serviços de profissionais especializados, o que favoreceu um pequeno crescimento no setor terciário local e promoveu o incremento de arrecadação de impostos.



A Tabela 48 apresenta o quantitativo de impactos da Fase de Estudo e Projeto analisado em função do Caráter, Importância, Magnitude e Temporalidade. Podemos concluir que essa fase só apresenta impactos positivos, com um total de 65 impactos analisados, sendo que eles representam 9,65% do total de impactos da Obra. Vale ressaltar que 35,39% desses impactos positivos são de grande magnitude e de duração permanente.

FASE DE ESTUDO E PROJETO											
Caráter	Total	%	Importância	Total	%	Magnitude	Total	%	Temporalidade	Total	%
Benéfico " + "	65		Pequena " +1 "	42		Pequena " +MP "	42		Temporário " +T "	42	
Adverso " - "	-	-	Pequena " 1 "	-	-	Pequena " MP "		-	Temporário " - T "	-	-
			Moderada " +2 "	-	-	Média " +MM "		-	Permanente " +P "	23	
			Moderada " 2 "	-	-	Média " MM "		-	Permanente " - P "	-	-
			Grande " +3 "	23		Grande " +MG "	23				
			Grande " 3 "	-	-	Grande " MG "		-			

Tabela 48: Análise dos impactos ambientais na Fase de Estudo e Projeto.

9.1.2 - Fase de Implantação

Nesta fase é quando ocorre a ocupação das áreas destinadas às obras e de construção das infraestruturas do projeto, ocorrendo o primeiro contato da comunidade com a implantação do empreendimento. As atividades a serem executadas nesta fase acarretarão problemas de diversas naturezas, tendo em conta que envolvem fechamento de áreas que hoje são utilizadas pela população, restrições de acesso, demolições, construção de edificações provisórias (barracões de canteiros de obras), movimentação de veículos leves e maquinário pesado, carregamento e descarregamento de materiais de construção, bota fora de entulhos, ocupação da área por pessoas estranhas etc.

Como a obra é de grande magnitude, essa fase implica, globalmente, em ações passíveis de causar impactos como o isolamento de áreas, remanejamento de redes das concessionárias públicas, bota fora de materiais, implantação de canteiros de obras, compras e armazenamento de materiais de construção, execução das obras de infraestrutura, etc.



Devido as características do projeto quanto a sua execução essa fase foi dividida em 6 etapas agrupadas em função da natureza da operação e das similitudes de métodos construtivos, que geram impactos similares sobre os meios impactados. Desta forma as atividades desta fase incluem a contratação da empresa executora da obra, a mobilização de montagem dos canteiros de obras, a construção das estruturas dos espigões, a dragagem, a regeneração da área de praia e, finalmente, a desmobilização e desmonte dos canteiros de obras.

Contratação da empreiteira

Para essa etapa, são previstos impactos positivos no meio socioeconômico, propiciados pela geração de empregos diretos por parte da empreiteira, frutos da contratação de mão-de-obra, de engenheiros, técnicos, operários e demais categorias de pessoal qualificado para a execução da obra.

É prevista ainda a geração de empregos indiretos resultantes, por exemplo, da locação de maquinário e da aquisição de insumos. Associado a esse crescimento no mercado de trabalho temos, também, um aquecimento nos setores de comércio e de serviços, locais e regionais, que também geram empregos indiretos. Impulsionado pela necessidade de aquisição de peças e serviços de manutenção dos equipamentos locados para execução da obra.

Como o aumento das ofertas de emprego, diretos e indiretos, e o aquecimento do comércio local e regional, espera-se um incremento na economia local, o que deverá gerar maior arrecadação tributária, fator também positivo à implantação do projeto.

Canteiro de obras

A instalação do canteiro de obras acarretará na alteração paisagística da área, promovendo impactos negativos visuais. No local serão instalados equipamentos provisórios para sediar escritório de campo, guarda de materiais e equipamentos, bem como instalações hidrossanitárias e os banheiros químicos, para o pessoal envolvido na obra. Por se tratarem de estruturas provisórias, que poderão ser realocadas com a evolução da obra e posteriormente removidas ao final da obra, não fazem parte do projeto arquitetônico do local o que gerará uma poluição visual de caráter temporário.

O canteiro de obras promoverá, durante o período de construção, alterações no fluxo de pessoas, que deverá ser acrescido por conta dos operários envolvidos na obra e pelo comércio informal que habitualmente acompanha essas instalações. Além do maior fluxo de pessoas na área, poderão ser causados transtornos ao tráfego de veículos naquela região, tendo em vista que a obra irá demandar maquinários pesados, como caminhões que, em geral, trafegam em baixa velocidade,



causando diminuição do ritmo do trânsito. O tráfego de caminhões poderá comprometer parcialmente a pavimentação das ruas de acesso, devido ao peso, com o transporte de cargas totais e a concentração do fluxo, além de aumentar o risco de acidentes de trânsito. Mas por se tratar de construção dos molhes que necessitará de transporte terrestre de material de outra localidade, o trânsito da área não será afetado de forma excessiva e será por curto espaço de tempo. Quanto ao maquinário responsável pelo alocamento, arrumação, espalhamento dos sedimentos do aterro na praia, ficará locado sempre na faixa de areia não alterando o fluxo de veículos local.

Tendo em vista a necessidade de utilização de caminhões, pás-mecânicas, moto-niveladores, ou seja, equipamentos pesados para a execução da obra, será inevitável a emissão de fumaças que acarretarão a poluição do ar facilmente dissipada pela brisa local, não representando forte impacto ambiental e, também a emissão de ruídos que, durante a execução dos trabalhos causarão poluição sonora.

Os equipamentos empregados na obra necessitarão de manutenção, que em alguns casos deverá ser executada no próprio canteiro de obras, podendo gerar assim a poluição do solo e da água, resultado do possível contato de óleos e graxas direto com o solo. Esses impactos são aqui mensurados como de pequena magnitude haja vista a pontualidade dessas ações e a não continuidade após o desmonte do canteiro de obra.

Em contrapartida, a manutenção dos equipamentos demandará a contratação de pessoal qualificado e o conseqüente aquecimento do comércio de peças de reposição, por conseguinte a geração de emprego e renda associados à arrecadação de impostos que são contabilizados positivamente para a viabilidade do projeto.

A instalação e operação do canteiro de obras poderão causar impacto negativo de pequena magnitude e importância na flora e fauna local. Algumas espécies animais, como pássaros, deverão fugir do local devido a mudança na paisagem e ao barulho que as obras vão causar.

A instalação do canteiro de obras na região promoverá o crescimento da economia informal na sua área de influência, pelo comércio de produtos e serviços ofertados aos trabalhadores empregados. Essa nova atividade resultará no incremento das oportunidades de ocupação e renda para a população da área de influência direta e indireta.

Construção dos molhes

Esta etapa compreenderá a construção de onze molhes (espigões) de contenção, que será construído em forma signóide, perpendicular a linha de praia, entre a Praia do Pacheco e a Praia da Tabuba. Na 1ª Etapa serão construídos três espigões na Praia do Icaraí. O objetivo é de reter os



sedimentos utilizados na recomposição da faixa praial, minimizando assim os efeitos da erosão costeira, e representará impacto paisagístico de caráter permanente contribuindo negativamente para a beleza cênica do local.

Os molhes são estruturas hard necessárias, mas representa impacto negativo de grande importância e magnitude na paisagem local, de caráter permanente.

Durante a edificação dos molhes será utilizado maquinário pesado que causará impactos ambientais de caráter temporário: poluição visual, causada pela instalação do canteiro de obras e pela presença das máquinas; alteração no fluxo local de veículos, que poderá causar transtornos nos horários de maior afluxo associado ao desgaste da pavimentação das vias de acesso; poluição sonora, causada pela operação das máquinas, que poderá causar desconforto aos moradores e frequentadores locais; poluição do ar consequente do levante de poeiras e da emissão de gases pela operação das máquinas; poluição do solo e das águas, em pequena escala, produto do desprendimento de óleo e graxas das máquinas. Deve-se contar, ainda, com a possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalhos, que deverão ser minimizados pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, da própria empreiteira, e pelo uso de equipamentos de proteção individual.

Essa subfase do projeto, constituída de obras civis, é sem dúvida uma das que mais causa impactos negativos ao ambiente, entretanto a importância e magnitude são relativamente baixas devido ao caráter de temporalidade dos impactos. Quando finalizasse a obra os impactos desaparecem.

Com a obra concluída o aspecto positivo estará associado à grande superfície dos blocos de pedras dos novos molhes de proteção que aumentam a área disponível para a fixação de algas e para a incrustação de uma fauna malacológica, mitigando os impactos negativos do aterro pela presença de novos atratores de vida marinha.

Quanto à demanda de serviços, haverá o aumento das ofertas de emprego diretos e indiretos e o aquecimento do comércio local e regional. A expectativa é de haja uma maior circulação monetária com aumento de renda para o comércio local, o que deverá gerar maior arrecadação tributária, fator também positivo à implantação do projeto.

Jazida de rochas graníticas

A extração de rocha granítica para utilização de blocos na construção dos molhes promoverá a alteração permanente da paisagem de sua jazida, com impactos negativos permanentes. Durante o processo de extração, a região da jazida sofrerá impactos ambientais pela



poluição do ar e sonora, poluições estas consequentes do uso de maquinário pesado na operação de extração e remoção das rochas, sendo esses impactos de curta duração e observados somente durante a extração. Esses impactos e suas medidas mitigadoras associadas já devem constar do licenciamento ambiental da jazida.

O volume de blocos de granito a ser retirado dessa jazida aumentará o fluxo de veículos tanto nas vias de acesso ao local quanto no traslado até o canteiro de obras causando transtornos de curta duração ao fluxo de veículo e aos pedestres. Além disso, pode aumentar o risco de acidentes de trânsito.

Esta atividade gerará empregos diretos e indiretos. Não se pode negligenciar a possibilidade de risco de acidentes de trabalho, que deverão ser minimizados com observância e cumprimento das normas de segurança inerentes a esta atividade.

Para execução dessa etapa do trabalho, haverá importante demanda por serviços especializados, o que resultará em crescimento dos setores de comércio e serviços. O incremento desses setores aumentará consequentemente o recolhimento de impostos para o poder público, o que refletirá positivamente na economia da região.

Dragagem

A intervenção tem como objetivo principal aumentar o volume e tamanho das praias existentes, pois os processos erosivos e as ressacas do mar provocam erosão, culminando para o desaparecimento de algumas faixas de praia. A implantação do aterro hidráulico trará melhoria na área de lazer, representando impacto positivo ao meio social e a proteção do litoral contra as ressacas. Essa melhoria no ambiente praias também impacta positivamente no estilo de vida local, com reflexos positivos no meio ambiental e impulsionador das atividades econômicas.

No processo de regeneração serão utilizados maquinários pesados que causarão impactos ambientais de caráter negativo, embora que temporários. São os mesmos impactos que a atividade de construção dos molhes pode causar: poluição visual; poluição sonora causada pela operação das máquinas; poluição do ar produzido pelo levante de poeiras e da emissão de gases pela operação das máquinas; poluição do solo e das águas, em pequena escala, fruto do desprendimento de óleo e graxas das máquinas.

Estima-se a possibilidade de impacto negativo sobre a infauna sedimentar existente causados pelo maquinário. As áreas de praia serão recobertas por uma nova camada de sedimento, o que exigirá um tempo para que a fauna intrasedimentar se recupere e se adapte ao novo ambiente, demonstrando assim o caráter temporário e não continuado do impacto.



Jazida – Plataforma Continental

A extração de sedimentos da Plataforma Continental constitui no processo de dragagem por bombeamento hidráulico. Essa opção de jazida acarretará um aumento na turbidez da água pelo revolvimento de sedimentos e recolocação de materiais finos em suspensão. O aumento da turbidez diminui a penetração da luz, diminui os processos fotossintéticos e pode provocar entupimento da guelra de peixes. O deslocamento desses sedimentos pode causar impacto negativo na infauna sedimentar existente. Esse impacto é pontual e de curta duração, se extinguindo após o final das obras.

As obras causam poluição do ar e da água, a draga por se tratar de um equipamento movido a óleo diesel e que, por conseguinte, durante sua operação libera fumaças e pode promover liberação de pequenas quantidades de óleo no meio ambiente. Esses são impactos potencialmente negativos, de curta duração, mas dependendo do tipo e da quantidade de poluentes lançados pode ser de importância e magnitude variadas.

Esta operação deverá ainda afugentar a fauna local e do seu entorno próximo, por conta da turbidez da água, dos ruídos promovidos pela operação da draga e pela própria remoção de sedimentos. Prevê-se também, durante o período de dragagem, impacto negativo por redução da flora no local dessa operação. Configurando assim impacto ambiental negativo com duração de temporário até médio prazo.

Os sedimentos encontrados nessa jazida são predominantemente de granulométrica grossa entre 0,45 e 0,50 mm, o que proporcionaria uma boa estabilidade à faixa de praia recuperada, representando assim impacto positivo permanente de grande importância e magnitude.

Esta opção, mesmo sendo a de custo mais elevado aos cofres públicos, proporcionará um pequeno impacto positivo no meio socioeconômico, haja vista a reduzida demanda de mão-de-obra que deverá ser empregada, promovendo assim maior concentração de renda. Deverá ainda ocorrer um menor incremento na geração de empregos indiretos e no setor de comércio se comparada às outras duas jazidas apontadas anteriormente. Em contrapartida, tem como fatores positivos, o reduzido risco de acidente de trabalho, tendo em vista que será empregado um número mais reduzido de pessoas em seu processo de operação, e não ocasionaria transtornos ao trânsito local.

Regeneração da Área de Praia

O processo de engorda de praia trará alterações de caráter permanente à paisagem local, tendo como objetivo criar uma praia artificial para servir de área de lazer o que representa impacto



positivo ao meio social e a proteção do litoral contra as ressacas. A criação de um ambiente praiado também impacta positivamente no estilo de vida local, com reflexos positivos no meio ambiental e impulsionador das atividades econômicas.

Durante o processo de engorda, serão utilizados maquinários pesados que causarão impactos ambientais de caráter negativo embora que temporários. São os mesmos impactos que a atividade de construção dos molhes pode causar: poluição visual; poluição sonora causada pela operação das máquinas; poluição do ar produzido pelo levante de poeiras e da emissão de gases pela operação das máquinas; poluição do solo e das águas, em pequena escala, fruto do desprendimento de óleo e graxas das máquinas.

A engorda de praia é uma obra de construção civil, causando impactos negativos ao ambiente, alguns deles de grande importância e magnitude, entretanto esses impactos tendem a desaparecer com o final das obras, pois são em sua maioria temporários.

Com a engorda da faixa de praia e a operação do maquinário responsável pelo espalhamento da areia, estima-se um impacto negativo sobre a infauna sedimentar existente já dialogada na dragagem pois os sedimentos que depositados exigirá um tempo para que a fauna intrasedimentar se recupere e se adapte ao novo ambiente, demonstrando assim o caráter temporal e não continuado do impacto.

Durante um período de 6 meses será necessário o fechamento do acesso à praia para os trabalhos de construção do aterro hidráulico, os frequentadores, entre os banhistas, desportista e a própria população residente nas áreas, serão impedidos de utilizar a faixa de areia e, conseqüentemente, o mar. Não haverá necessidade de fechamento das barracas de praia, o que causaria grande impacto na economia local e no estilo de vida dos frequentadores e trabalhadores locais, mas haverá interferência, pois diminuirá o atrativo paisagístico, de lazer e recreação da área. Essa restrição de acesso visa à segurança dos funcionários e frequentadores da área, pois o maquinário pesado - caminhões, pás-mecânicas, moto-niveladores - podem causar acidentes.

Desmorte do canteiro de obra

Com a finalização das obras o canteiro de obras será desmontado para que ocorra a liberação do espaço público para operação. Nesse momento deveremos observar o imediato impacto ambiental positivo à paisagem local.

Com a desmobilização de mão de obra empregada na execução do projeto será observado impacto negativo no meio socioeconômico, por conta da redução imediata desses postos de trabalho. O comércio local e regional ora aquecido pelas demandas do canteiro de obras também



sofrerá redução, também impactando negativamente no meio socioeconômico. No entanto, o fim das operações cessara o risco de acidentes de trabalho.

A remoção do maquinário que causará a melhoria paisagística, associada à praia recomposta, cessara com as fontes de poluição promovidas pelas obras: poluição sonora; poluição do ar; poluição do solo; poluição da água, trazendo assim impactos positivos ao meio ambiente.

O fluxo local de veículos deverá ser normalizado e os transtornos causados pela circulação de caminhões e máquinas pesadas deixarão de ocorrer, impactando positivamente no meio socioeconômico. Vale ressaltar que nesse momento deverá ser observada a necessidade ou não da recomposição da malha viária local que poderá ter sido comprometida pelo fluxo de veículos pesados.

A redução na circulação de dinheiro promovida pela obra acarretará em redução das atividades comerciais ligadas a ele e, por consequência, a redução na arrecadação de impostos, impactando negativamente ao meio socioeconômico. No entanto a liberação da nova área de lazer deverá atrair novos investimentos e novas atividades econômicas, que se adequem a sua finalidade social.

A tabela 49 apresenta os principais impactos ambientais da Fase de Implantação da obra. Podemos observar pelos resultados apresentados que essa fase é que mais impacta negativamente o meio ambiente, o que é absolutamente normal tendo em vista a natureza das atividades que serão desenvolvidas.

Essa fase apresenta 304 impactos no total, sendo 116 ou 38,16% impactos de caráter positivos e 132 ou 43,42% de impactos adversos e 56 ou 18,42% impactos potencialmente adversos, que se somados representam 188 impactos adversos ou 61,84% do total de impactos do projeto, na fase de implantação, sendo parte deles apenas potencialmente negativos.

Quanto o atributo magnitude, a análise demonstrou que nesta fase foram 116 impactos positivos, dos quais 103 de magnitude pequena, 10 de magnitude média e 3 de grande magnitude. Também demonstrou que 88 são de caráter negativo e de magnitude pequena, 27 de caráter negativo e de magnitude média e 20 impactos adversos de grande magnitude.

Em relação a análise de temporalidade, foram 83 benéficos impactos temporários e 33 impactos permanentes. Nos impactos adversos são 85 impactos temporários, enquanto outros 46 são permanentes. Esse fato é característico de execução de obras civis, que cessadas as atividades, desaparece a maioria dos impactos ambientais adversos.



Ocorre aqui o mesmo fenômeno que acontece com os impactos negativos ou potencialmente negativos, a maior parte deles cessa quando as obras terminam, embora que tenha mais impactos permanentes positivos do que negativos.

FASE DE IMPLANTAÇÃO											
Caráter	Total	%	Importância	Total	%	Magnitude	Total	%	Temporalidade	Total	%
Benéfico " + "	116	37,79	Pequena " +1 "	100	32,57	Pequena " +MP "	103	33,55	Temporário " +T "	83	27,04
Adverso " - "	132	43,00	Pequena " - 1 "	91	47,64	Pequena " - MP "	85	27,69	Temporário " - T "	85	27,69
Potencialmente Adverso " - "	59	19,22	*Pequena " - 1 "	5	1,63	*Pequena " - MP "	51	21,34	*Temporário " - T "	-	-
			Moderada " +2 "	-	-	Média " +MM "	10	3,26	Permanente " +P "	33	10,75
			Moderada " - 2 "	27	8,79	Média " - MM "	27	8,79	Permanente " - P "	46	14,98
			Grande " +3 "	6	1,95	Grande " +MG "	3	0,98			
			Grande " - 3 "	14	4,56	Grande " - MG "	20	6,51			

Tabela 49: Análise dos impactos ambientais na Fase de Implantação.

9.1.3 - Fase de Operação

Abertura do espaço público / benefícios ao usuário

Concluídos os trabalhos concernentes à edificação dos molhes de proteção e regeneração da faixa de praia por meio do aterro hidráulico, a obra será entregue pelo poder público à comunidade que voltará a contar com uma importante área de lazer dotada de grande beleza cênica e enriquecida pelo seu patrimônio histórico artístico e cultural, marcos no município de Caucaia.

Fazendo parte do macroprojeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, o aterro aqui apresentado trará uma substancial condição de segurança aos equipamentos urbanos e privados ali instalados frente aos processos erosivos e ao ataque das ondas de ressaca. O aterro assim instalado servirá, entre outros propósitos, de proteção dessa área litorânea por amortecer a energia das ondas, antes que possam ser capazes de alcançar as residências, barracas, o passeio e os demais equipamentos urbanos.

Além da melhoria paisagística garantida pela obra, as condições de uso da praia passarão a ser favoráveis aos banhistas e desportistas. Atualmente, mesmo na maré baixa, a área se apresenta em quase sua totalidade sem faixa de praia. Além disso, os enrocamentos de pedra ali instalados



representam riscos aos banhistas, por acidentes nas pedras ou nos bagwall's existentes e aos desportistas notadamente os surfistas que praticam seu esporte naquela região.

Para além do favorecimento à utilização humana, este conjunto de ações promoverá ainda a contenção do efeito de erosão marinha nesta faixa de praia, mantendo assim a paisagem com maior grau de estabilidade, o que não dispensará revisões e possíveis manutenções do aterro em função do ataque das ondas do tipo swell quando coincidentes com as com as marés altas de sizígia.

O aterro terá capacidade de amortecer as ondas sea e swell que chegam ao nosso litoral, mesmo em marés de sizígia, mas dependendo da energia dessas ondas traduzidas pelo seu período, frequência e altura significativa, o aterro sofrerá pequenas deformações em seu perfil tornando-se mais inclinado após os ataques de grandes ondas. Torna-se necessário nesses casos a manutenção do aterro pela municipalidade, que deverá recompor o perfil do aterro utilizando para isso tratores para espalhar a areia acumulada na parte superior da praia. Operações de manutenção regular de praias artificiais são realizadas em todas as praias do mundo, garantindo assim uma maior durabilidade do próprio aterro.

O projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, entre as praias do Pacheco e da Tabuba trará de volta aos usuários e visitantes uma importante área de lazer e de concentração de atividades culturais. O novo desenho e as novas condições de utilização da área trarão conjunta e conseqüentemente equipamentos e serviços com vias a propiciar uma completa alternativa de lazer saudável aos seus frequentadores, gerando assim empregos diretos e indiretos que impactarão positivamente na economia do município.

Contenção do Processo Erosivo Local

A erosão costeira ocorre em 70% das praias arenosas do planeta, o que torna esse processo uma preocupação global (Bird, 2008). A variação de sedimentos numa praia (ganho e perda) é chamado de balanço sedimentar. A erosão ocorre quando o balanço sedimentar de uma praia é negativo, ou seja, quando a praia perde mais sedimentos do que recebe. O recuo da linha de costa é uma consequência deste processo.

As principais fontes de sedimentos para uma praia são suprimento fluvial, materiais depositados por ondas, alimentação artificial e sedimentos transportados das dunas, pós-praia e falésias ou costas rochosas. Os sumidouros de sedimentos podem ser areias removidas por ondas e correntes que atuam junto à costa, areias transportadas para o continente que irão compor campos de dunas e ou serem depositadas em estuários e a retirada de areia para construção civil.



A erosão costeira pode variar no tempo onde ocorrem processos rápidos e visíveis que alteram a costa em poucos meses ou anos ou em um período de tempo mais longo (décadas por exemplo). Nesse caso a erosão é pouco perceptível. Existe também a variação espacial, onde há o recuo da linha de costa, solapamento de falésias, escarpas de dunas e derrubada da vegetação.

Desta forma, as causas da erosão podem ser naturais, antrópicas ou um resultado da interação entre os dois. Como causas naturais podem ser listados o aumento do nível do mar, a intensificação de tempestades, a subsidência tectônica e as alterações nas bacias hidrográficas. Como causas antrópicas podemos citar a subsidência do solo, a retirada de areia para atividades humanas e a construção de barragens. Nesse contexto, a associação dessas causas gera o aumento de altura e energia das ondas que chegam à costa, a intensidade da erosão, a redução no aporte de sedimentos e alterações drásticas no balanço sedimentar.

Caucaia apresenta um litoral predominantemente dominado por ondas e caracterizado por praias arenosas, falésias sedimentares, estuários e manguezais. Além disso, o clima atuante no nosso litoral que é tropical semiárido, com diversidades em suas características geológicas e geomorfológicas. A heterogeneidade paisagística do litoral é tão relevante quanto os diferentes tipos de ocupação, processo intensificado no último século e ainda crescente.

O processo de ocupação desordenado do litoral exerce papel importante na estabilidade da linha de costa ao limitar a área de atuação dos processos costeiros. Não são raros os casos onde o crescimento urbano ocorre na zona de pós-praia afetando diretamente o balanço sedimentar de uma praia.

Para mitigar ou sanar os danos causados pela erosão são, em geral, realizadas obras de engenharia costeira com caráter de contenção como espigões, gabiões e seawalls associadas com a alimentação artificial de praias, vegetação e dunas. Ações preventivas são mais indicadas para evitar prejuízos maiores, algumas delas podem ser controle de uso, ocupação e exploração do solo (Cai et al., 2009).

O sucesso da proposta analisada é capaz de revitalizar socialmente o espaço das Praias do Pacheco, Icaraí e da Tabuba, hoje passando por erosão da faixa de praia e como consequência por uma crise de ocupação e contribuindo para a influência da prostituição infanto-juvenil e do tráfego internacional de drogas. Tal revitalização permitirá uma ocupação mais uniforme e racional daquela região da cidade. O alcance do empreendimento atinge toda a Região Metropolitana de Fortaleza e principalmente o município de Caucaia, por influência no mercado imobiliário, no setor de serviços gerais, no turismo e lazer.



Balneabilidade da Praia

Na tentativa de mitigar o problema, as obras de contenção e o aterro hidráulico que serão implantadas em áreas de vulnerabilidade erosiva, nas Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba, é relevante demonstrar que essas obras promovem tanto modificações ambientais, quanto modificações na dinâmica social local.

O Estudo de Impacto Ambiental pretendeu analisar a percepção ambiental por parte daqueles que utilizam tal espaço, tornando-se de suma importância neste processo de gerenciamento costeiro por parte da Prefeitura Municipal de Caucaia.

Este estudo objetiva analisar a percepção ambiental dos usuários nas praias do Pacheco, Icaraí e da Tabuba, em Caucaia-CE, onde foram avaliados os impactos da erosão costeira e suas obras de contenção ao fenômeno, através do acompanhamento do cenário de antes, durante e depois da implantação de intervenções ao controle da erosão costeira.

A erosão costeira é percebida como um grave problema nas praias, de acordo com os impactos nas atividades exercidas no litoral, fazendo com que as obras sejam vistas como uma importante solução para conter o fenômeno por parte da comunidade usuária e residente da área. Porém, cada obra possui um nível de importância e satisfação diferente, dependendo da eficácia com que cumpre seu papel de defesa costeira.

A presença dos esforços para conter o avanço do mar é vista diante da variedade de dispositivos de engenharia empregados no intuito de resolver o problema, como muro de arrimo, bolsacreto/bagwall e enrocamento. A orla de Caucaia carece de cuidados por parte da população, comerciantes e dos órgãos públicos, para uma melhor interação entre as partes.

Um plano de ações deve ser implementado para atuar de forma educativa, reguladora, fiscalizadora, preventiva desta orla de Maceió. Entre as ações sugeridas está a realização de campanhas de educação e conscientização, em escolas, bares, restaurantes e eventos ao público, para melhor compreensão das responsabilidades de cada parte no equilíbrio ambiental e dos danos causados pela erosão costeira.

Outras ações como o mapeamento e diagnóstico da orla com periodicidade para a elaboração de planos de intervenção com dispositivos de contenção ou manutenção dos que já estão presentes. Além de apresentar os problemas e possíveis soluções aos órgãos e entidades responsáveis para devida aprovação e implantação.

A ausência de uma maior fiscalização e punição por parte dos órgãos públicos geram impactos ambientais irreversíveis, é o caso das línguas sujas. Também durante a operação de



construção dos espigões, haverá aumento da turbidez da água, podendo ainda haver poluição por hidrocarbonetos e óleo e graxas, caso haja vazamentos de máquinas e equipamentos. Todos esses fatores influenciam na balneabilidade do local, que permanece em níveis altíssimos, deixando a região inapropriada para banho.

Após a conclusão dos trabalhos esses parâmetros deverão retornar aos padrões anteriores a construção das obras, até mesmo com melhoramentos, uma vez que cessarão os ataques frequentes de ondas e correntes.

A erosão costeira é um problema que precisa de reparação urgente. Seu combate através do dispositivo de contenção mais eficazes deve ser feito o quanto antes, com projetos, planejamento e aplicabilidade voltados para atender os problemas encontrados, que são muito frequentados pela comunidade, e fonte de atrações turísticas, que gera emprego, trabalho e renda para o município de Caucaia.

Proteção das praias e edificações locais

É consenso na literatura de que as obras de intervenção na linha de costa deveriam ser precedidas de protocolos que assegurassem sua efetividade e longevidade, sendo necessários estudos sobre seus impactos positivos e negativos, devidamente mesurados tanto em relação à magnitude quanto à abrangência. Nordstrom (2010) destaca que para a adoção de qualquer medida, mitigadora ou preventiva, desde as obras mais simples onde se tem a logística envolvida com transporte de materiais, construção e devidas autorizações legais, até as obras de maior vulto, onde existe o processo de licenciamento ambiental, é necessária a adoção de alguns protocolos.

No caso do litoral de Caucaia são escassas as referências sobre os processos voltados para detalhar as ações a serem realizadas pelo empreendedor, responsável direto pela tomada de decisão para a escolha das medidas mitigadoras e/ou preventivas. Porém, são facilmente encontrados trabalhos pontuais que descrevem as vantagens e desvantagens de determinadas alternativas, ou livros voltados para esmiuçar os instrumentos e técnicas que envolvam a construção de uma dessas alternativas.

Diante dessas premissas e questionamentos, o poder público fica refém de uma série de requisitos, os quais, como já mencionado, ainda não possuem referências ou manuais que os organizem e os especifiquem e forma clara e objetiva. Do mesmo modo, do ponto de vista institucional, não existe um rito processual bem definido, no que se refere aos órgãos ou entidades públicas que devem ser consultadas ou para as quais as propostas, estudos e projetos devem ser submetidos.



Quanto aos resultados da intensa erosão costeira que assola o litoral de Caucaia, é notório a perda de centenas de moradias, comércio, infraestrutura pública, além do temor de investimento na área, deixando este espaço geográfico à mercê da sorte.

As obras configuram aos moradores, visitantes e empreendedores, será beneficiada apesar dos impactos negativos dos processos de recuperação.

Alteração da Dinâmica Costeira

A evolução da costa depende de processos morfodinâmicos que respondem às condições externas de natureza geológica e climática e conseqüentemente interferem nas propriedades sedimentares, tais como tamanho, densidade, forma e natureza. Estes são fatores determinantes no resultado final de transporte de sedimentos, assim como o balanço sedimentar, representado por perdas e ganhos.

O processo de remoção natural de material sedimentar em um ponto da linha de costa caracteriza a erosão costeira, a qual compõe a morfodinâmica costeira e possui influência direta de fatores como, por exemplo, as variações relativas do nível do mar, a energia das ondas, a disponibilidade e o tipo de sedimentos presentes no local. Embora a erosão costeira seja um processo natural, as interferências antrópicas no meio ambiente podem intensificar o déficit sedimentar na linha de costa, devido, por exemplo, o uso e ocupação irregular da região costeira, construções de empreendimentos na linha de costa, entre outras.

No município de Caucaia, observa-se ao longo de toda sua costa, extensas faixas erodidas, onde a expressiva porção da zona de praia apresenta evidências de uma costa em recuo, com a presença de falésias vivas.

As obras de proteção costeira são de fundamental importância para manter protegida as regiões costeiras, principalmente em locais onde os processos erosivos são mais intensos. No entanto, para que estas estruturas tenham a eficiência esperada é necessário que tenha sido projetada de maneira adequada e para função correta, visto que cada estrutura age de determinada maneira no ambiente.

Erros nos projetos podem agravar as situações ou originar outras problemáticas. Toda obra causa algum impacto negativo no ambiente, logo devido à grande de energia e dinâmica presente nesta região é necessária uma análise completa e minuciosa sobre os impactos que possam surgir, sendo, imprescindível a avaliação da região costeira de forma integrada, apurando se as regiões adjacentes estão sendo influenciadas pela retenção de sedimentos das estruturas instaladas nas praias do Pacheco, Icaraí e da Tabuba, quais são as alterações no transporte sedimentar,



principalmente nas correntes de deriva litorânea, ocasionadas pelas mesmas e sobretudo a comprovação do potencial erosivo destas estruturas em outros pontos da linha de costa do estado do Ceará.

Recuperação da Área de Praia

Algumas cidades da costa brasileira, como Fortaleza (CE), têm investido em projetos para o alargamento da faixa de areia de suas praias. Por trás destas obras, que demandam grandes recursos, há dois interesses principais. O primeiro é a necessidade de minimizar a erosão costeira, evitando os problemas causados. Há, ainda, a necessidade de revitalizar a orla, ampliar a oferta de lazer e fortalecer o turismo que tende a ser tão importante para a economia.

A engorda artificial, ou alargamento da faixa de areia consiste na construção de um aterro com areia de mesmo tamanho, densidade e granulometria do material original da praia. Na maior parte das vezes, a intervenção é associada a outras obras de proteção costeira, como a construção de espigões marítimos, quebra-mares e molhes. As estruturas complementares desempenham um papel importante, ao aumentar o tempo de retenção dos sedimentos na praia, prolongando o tempo de reposição para manter a faixa de praia.

Todo projeto de engenharia para proteção costeira, independente da solução técnica adotada, deve considerar o custo de implantação e de manutenção, a disponibilidade de materiais, o impacto ambiental e a durabilidade. O alto custo da obra, as dificuldades de atendimento aos parâmetros de projeto e as incertezas quanto à durabilidade da intervenção, são fatores limitantes neste tipo de obra.

Para o alargamento da faixa de areia os desafios começam ainda na elaboração de um projeto que considere uma ampla diversidade de parâmetros.

Faz-se necessário identificar as zonas de empréstimos submersas ou jazidas de areia, avaliar os níveis energéticos existentes no local da intervenção, e verificar as características e o controle do material que será depositado na praia, sendo também necessário utilizar modelos matemáticos que permitam garantir um tempo de retenção mínimo para uma possível reposição de areia.

Outro componente que não pode ser negligenciado é o impacto ambiental decorrente da obra. É imperativa, por exemplo, a realização de Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) bem fundamentado e que inclua o monitoramento obrigatório da obra antes, durante e depois de sua conclusão.



Áreas de Lazer e Proteção Sociocultural

Os impactos benéficos da abertura do empreendimento ao público é a melhoria da qualidade de vida das pessoas que são afetadas diretamente pela obra, através da possibilidade de criação de novas áreas de lazer e recreação, com conforto e segurança.

As alterações do uso e ocupação do solo poderão ser notadas pela tendência de intensificação das áreas comerciais, de lazer, recreação e de atividades turísticas.

A operação do empreendimento repercute em fatores ambientais do meio físico e biológico, com reflexos na qualidade ambiental, bem como na circulação de pessoas e na ambientação urbana do entorno e nas atividades socioeconômicas.

A abertura do empreendimento ao público ocasionará impactos positivos nos meios físico, biótico e antrópico, melhorando a qualidade do ar, diminuindo os riscos de poluição do solo e da água.

O funcionamento do empreendimento gerará empregos diretos e indiretos de forma permanente, alterando positivamente o comércio e os serviços localmente.

A maior circulação monetária promovida pelo aumento do fluxo de pessoas que usará dos equipamentos e serviços ora disponíveis trará um incremento à arrecadação de impostos.

A Tabela 50 apresenta o conjunto dos impactos ambientais da Fase de Operação do projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.

Nessa fase temos a absoluta predominância de impactos ambientais positivos sobre os adversos que representam apenas 9,41% do total de impactos do projeto, sendo a maioria de pequena importância e pequena magnitude. Entretanto são impactos adversos permanentes ligados a nova forma de utilização do espaço público.

Essa fase apresenta 90,59% de impactos ambientais positivos, todos permanentes. A maioria deles é de importância moderada e de grande magnitude pelos benefícios socioambientais que a entrega da obra para uso da população representa.



FASE DE OPERAÇÃO											
Caráter	Total	%	Importância	Total	%	Magnitude	Total	%	Temporalidade	Total	%
Benéfico " + "	77	90,59	Pequena " +1 "	21	24,71	Pequena " +MP "	22	25,88	Temporário " +T "	-	-
Adverso " - "	8	9,41	Pequena " - 1 "	8	9,41	Pequena " - MP "	5	5,88	Temporário " - T "	-	-
Potencialmente Adverso " - "	-	-	*Pequena " - 1 "	-	-	*Pequena " - MP "	-	-	Permanente " +P "	57	11,5
			Moderada " +2 "	11	12,94	Média " +MM "	16	18,82	Permanente " - P "	12,94	-
			Moderada " - 2 "	-	-	Média " - MM "	2	2,35	* Permanente " - P "	-	-
			Grande " +3 "	45	52,94	Grande " +MG "	40	47,06			
			Grande " - 3 "	-	-	Grande " - MG "	-	--			

Tabela 50: Análise dos impactos ambientais na Fase de Implantação.

9.1.4 - Interação dos Impactos das Ações Sobre os Meios

Nessa etapa analisaremos de forma integrada os impactos das ações das Fases de Estudo e Projeto, Implantação e Operação (colunas da matriz de impactos) sobre os Meios Físico, Biótico e Antrópico (linhas da matriz de impactos) observando as quatro componentes de análise: caráter, importância, magnitude e temporalidade.

Meio Físico

Ar

O ar sofre a ação impactante adversa de 23 ações, 18 delas ligadas a fase de implantação do projeto, ou seja, resultante das obras civis, portanto de caráter temporário e de pequena magnitude e pequena importância. Os 2 impactos adversos permanentes estão ligados ao aumento do fluxo de pessoas e veículos à área na fase de operação do empreendimento, ou seja, quando o espaço estiver sendo utilizado pela população.

Solo

O solo recebe 15 ações impactantes adversas ou potencialmente adversas e 19 positivas. As adversas estão ligadas majoritariamente a Fase de Implantação do projeto, sendo elas 13 de



pequena magnitude e pequena importância e 10 delas de caráter temporário, indicando que os impactos negativos sobre o solo são decorrentes principalmente das obras, que após cessarem deixam de atuar negativamente.

Os impactos positivos estão ligados principalmente as Fase de Estudo e Projeto e a Fase de Operação da obra, sendo 15 dos 19 considerados permanentes, ou seja, os benefícios serão duradouros para o meio ambiente.

Água

O meio aquático está sujeito a 13 ações adversas, sendo 9 delas apenas potencialmente adversas, que podem não ocorrer. Apenas duas delas são permanentes e são devidas a utilização da praia artificial pela população após a liberação da obra ao público.

Dos 16 impactos positivos na água, 11 deles são permanentes, resultantes das melhorias ambientais que a área vai receber pela implantação do projeto.

A análise do conjunto do Meio Físico nos apresenta um total de 51 impactos adversos, sendo 22 deles apenas potencialmente adversos. A maioria dos impactos adversos é de pequena importância, pequena magnitude e temporários, indicando que o meio ambiente físico estará sujeito a pequenas alterações ambientais, consequência das obras civis que serão realizadas na área.

A análise dos impactos ambientais positivos indica um total de 38 ações benéficas ao meio físico, sendo 27 delas de caráter permanente, ou seja, benefícios ambientais decorrentes do projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia

Meio Biótico

Flora

A Flora marinha está sujeita a 11 ações impactantes adversas ou potencialmente adversas, que estão ligadas majoritariamente a Fase de Implantação do projeto, sendo 8 delas de pequena magnitude e de pequena importância. Dos 11 impactos adversos ou potencialmente adversos, 9 são de caráter temporário, indicando que os impactos negativos sobre a flora são decorrentes principalmente da execução das obras.

Os impactos benéficos são 12 e estão ligados principalmente a Fase de Operação do projeto, sendo 8 de pequena magnitude e pequena importância. A maior relevância desses impactos deve-se ao fato de 9 deles serem considerados permanentes, ou seja, os benefícios serão duradouros para o meio ambiente.



Fauna

A fauna local está sujeita a 11 ações adversas ou potencialmente adversas, sendo 10 delas de magnitude pequena e 9 de importância também pequena, sendo ainda 8 delas temporárias, todas ligadas a Fase de Implantação da obra. Apenas 3 impactos adversos permanentes ocorrem na área do projeto e são devidos a utilização da praia artificial pela população após sua liberação ao público, valendo ressaltar que os mesmos são de pequena magnitude e pequena importância.

Sobre a fauna incidem 11 impactos benéficos, 8 deles são permanentes, majoritariamente ligados a Fase de Operação do projeto, resultantes das melhorias ambientais propiciadas pela execução das obras.

Ecossistema e processos

O ecossistema e os processos interativos relacionados sofrem 16 impactos adversos ou potencialmente adversos, sendo 15 deles ocorrendo na Fase de Implantação do projeto. Ocorre uma predominância de pequena magnitude e pequena importância com 15 e 14 impactos respectivamente. Quanto à temporalidade 13 deles são temporários, característica ligada às obras civis.

Os impactos benéficos são 20, distribuídos nas três fases do projeto, sendo quase metade de grande magnitude.

Outro aspecto a ser ressaltado é que 18 desses impactos benéficos são permanentes, que associados a importância e a magnitude que apresentam os tornam de grande relevância.

A análise integrada das ações impactantes no Meio Biótico nos apresenta um total de 41 impactos adversos, sendo 9 deles apenas potencialmente adversos. Um total de 31 impactos adversos são de pequena importância, 30 deles são de pequena magnitude e 27 são temporários, indicando que o meio biótico estará sujeito a alterações ambientais de pequeno porte, em sua maioria associadas à fase de obras civis que serão realizadas durante a execução do projeto.

A observação dos impactos ambientais positivos contabiliza um total de 39 ações benéficas ao meio biótico, sendo quase a metade deles de magnitude e importância significativas, sendo ainda 36 delas de caráter permanente, ou seja, com benefícios ambientais de longa duração, indicando benefícios duradouros que o projeto proporcionará às Praias do Pacheco, Icaraí e da Tabuba.

Meio Antrópico

Socioeconômico



O meio socioeconômico recebe 39 ações impactantes adversas ou potencialmente adversas. Todas as ações adversas ocorrem na Fase de Implantação do projeto, ou seja, relacionadas aos transtornos ocasionados durante as obras, sendo ainda 31 delas de pequena importância. Quanto à temporalidade temos 24 impactos negativos temporários e apenas 15 adversos permanentes. Vale ressaltar que os impactos negativos permanentes são em absoluta maioria de pequena importância.

Os impactos benéficos sobre a socioeconomia local totalizam 135 ações positivas, trazendo benefícios durante as três fases do projeto. Aproximadamente 3/4 desses impactos positivos são de pequena magnitude e pequena importância, em torno de 16 ações são de magnitude e importância significativas. Ressalta-se também que 30 impactos benéficos são de caráter permanente, portanto com efeitos positivos duradouros ao meio ambiente.

Cultural

Os impactos sobre os aspectos culturais das Praias do Pacheco, Icaraí e Cumbuco são divididos em 41 benéficos contra 22 adversos ou potencialmente adversos. Todos os impactos negativos estão ligados a Fase de Implantação das obras, sendo 19 deles temporários e nenhum de grande magnitude ou de grande importância.

Aproximadamente 50% dos 38 impactos benéficos são permanentes, de média a grande magnitude e de moderada a grande importância, concentrados prioritariamente na Fase de Estudo e Projeto e na Fase de Operação, indicando que os benefícios do projeto são superiores aos fatores adversos.

Estético, visual e sonoro

As ações podem provocar 42 impactos adversos ou potencialmente adversos de ordem estética, visual ou sonora. Destes 26 são de pequena importância e pequena magnitude e 33 são temporários, apenas 6 são permanentes. Quase todas as ações adversas, 40 das 42, ocorrem na Fase de Implantação do projeto, ou seja, relacionadas aos transtornos ocasionados durante a realização das obras.

Os impactos benéficos totalizam 42 ações, sendo que 14 delas são ações de magnitude e importância significativas e de caráter permanente ligados principalmente a Fase de Operação do projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.



9.1.5 - Análise Integrada dos Impactos Ambientais

O conjunto de ações que serão realizadas no Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia provocam de modo integrado, nessas áreas, os seguintes impactos ambientais, apresentados segundo o caráter, a importância, a magnitude e a temporalidade (Tabela 51).

TOTAL DE IMPACTOS											
Caráter	Total	%	Importância	Total	%	Magnitude	Total	%	Temporalidade	Total	%
Benéfico " + "	258	55,48	Pequena " +1 "	165	35,49	Pequena " +MP "	157	33,76	Temporário " +T "	140	31,07
Adverso " - "	140	30,10	Pequena " - 1 "	99	21,29	Pequena " - MP "	72	15,48	Temporário " - T "	96	20,64
*Adverso " - + "	67	14,40	*Pequena " - 1 "	56	12,06	*Pequena " - MP "	59	12,68	*Temporário " - T "	53	11,39
			Moderada " +2 "	31	6,66	Média " +MM "	29	6,23	Permanente " +P "	121	26,12
			Moderada " - 2 "	33	7,09	Média " - MM "	36	7,74	Permanente " - P "	50	10,75
			Grande " +3 "	75	16,12	Grande " +MG "	74	15,91			
			Grande " - 3 "	6	1,29	Grande " - MG "	8	1,72			

* Potencialmente Impactante

Tabela 51: Análise Integrada dos impactos ambientais.

A implantação desse projeto resulta em 465 ações passíveis de causarem impactos ambientais benéficos, adversos ou potencialmente adversos, sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Análise do caráter do impacto

Dos 465 impactos, 258 (55,48%) são benéficos e 207 (44,52%) são adversos ou apenas potencialmente adversos (são 140 adversos e 67 potencialmente adversos).

Analisando de forma global o projeto apresenta mais impactos benéficos que adversos, indicando que a área a ser recuperada, que se encontra em péssimas condições ambientais, será beneficiada apesar dos impactos negativos dos processos de recuperação. Analisando de forma integrada a matriz de impactos ambientais concluímos que o balanço dos impactos aponta para um saldo positivo para o meio ambiente.



Análise da importância do impacto

Considerando a importância dos impactos apontados na Matriz de Impactos Ambientais observamos uma concentração nos de pequena importância, com um total de 320 dos 465. Sendo os de cunho adverso ou potencialmente adverso no total de 155 (33,33%) impactos frente a 165 (35,49%) benéficos. Os impactos ambientais de importância moderada têm uma diferença de menos de 1%, somando 33 (7,09%) para os adversos e 31 (6,66%) para os benéficos.

Quando aos impactos de grande importância notamos uma grande diferença entre os adversos e os benéficos. Enquanto os impactos negativos de grande importância somam apenas 6 (1,29%) os positivos totalizam 75 (16,12%). Podemos concluir que os resultados do projeto têm impactos benéficos muito mais importantes que os adversos.

Realizando a média ponderada da importância dos impactos ambientais, ou seja, quando calculamos o peso do fator Importância sobre o Caráter do impacto, observamos que os de caráter adverso são em média 80,6 (33,8%) enquanto os benéficos são na ordem de 157,6 (66,2%), deste modo concluímos que, quanto à importância, os impactos benéficos são duas vezes maiores que os adversos.

Análise da magnitude do impacto

Analisando a magnitude dos impactos do projeto de requalificação e regeneração, percebe-se um maior número de impactos de pequena magnitude, totalizando 340, sendo que 157 (33,76%) são benéficos e 131 (28,16%) são adversos ou potencialmente adversos. Vale ressaltar que entre os impactos adversos temos 59 deles apenas potencialmente adversos. Os impactos de média magnitude somam 29 (6,23%) benéficos e 36 (7,74%) adversos, não havendo um grande desequilíbrio entre os impactos de média magnitude. Quanto à variação de impactos de grande magnitude foram identificados apenas 8 (1,72%) de adversos e um total de 74 (15,91%) de benéficos, sendo estes últimos concentrados na Fase de Operação da obra.



A resultante dessa análise demonstra a maior concentração dos impactos benéficos, principalmente de grande magnitude, frente aos adversos ou potencialmente adversos ressaltando assim o caráter benéfico do aterro.

Análise da temporalidade do impacto

A análise e a compreensão do fator “Temporalidade” nos Estudos de Impacto Ambientais são fundamentais para se ter uma avaliação correta e segura das condições ambientais resultantes do projeto que se pretende executar. Impactos de curta duração representam pouco ao ambiente.

Se forem positivos não serão benéficos por muito tempo, se negativos significa que a capacidade de recuperação ambiental é muito grande e que as condições naturais retornam rapidamente após os impactos. Por outro lado, os impactos permanentes são extremamente importantes, pois significa que o aspecto adverso ou benéfico será duradouro, se forem negativos necessitam de medidas mitigadoras e se forem positivos indicam uma tendência ao desenvolvimento sustentável.

Observado os 465 impactos apontados pela Matriz de Impactos Ambientais destaca-se que 289 (63,10%) deles são temporários e 171 (36,9%) são permanentes.

Os impactos temporários são majoritariamente negativos, com 149 ações adversas ou potencialmente adversas, contra 140 ações benéficas. Isso ocorre devido às obras de recuperação das praias causarem transtornos ambientais prioritariamente durante o período de implantação do projeto, ou seja, após finalizada a obra a maioria dos impactos negativos desaparecem. Os impactos benéficos associados aos aspectos positivos gerados pela implantação do canteiro de obras - emprego, renda, comércio local etc. - também desaparecem ao final das obras.

Quando analisamos a distribuição dos impactos permanentes observamos uma inversão nos valores, com 121 ações benéficas e apenas 53 adversas. Esses números indicam que os benefícios duradouros às Praias do Pacheco, Icaraí e da Tabuba, somam mais de duas vezes os impactos negativos, ou seja, a análise da relação de custo ambiental X benefícios socioambientais é bastante favorável a execução desse projeto.

A implantação do projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia são obras benéficas ao município de Caucaia e trará um ganho sócio-econômico-ambiental para uma área que se encontra na atualidade fortemente degradada.



9.1.6 - Análise dos Impactos na Área de Influência Indireta

Para a elaboração da análise de impactos ambientais na área de influência indireta esse Estudo de Impactos Ambientais lançou mão de uma vasta publicação científica que aborda direta ou indiretamente a dinâmica costeira em nosso litoral, na qual podemos destacar, em ordem cronológica, os trabalhos realizados por SOGRÉAH (1957), Coutinho e Morais (1970), Pitombeira (1976), Morais (1980), Vasconcelos e Oliveira (1981), Morais (1981), Vasconcelos e Freire (1985), Pitombeira (1994) Maia e Morais (1995), Pitombeira (1995), Vasconcelos e Melo (1996), Castelo Branco e Mabesoone (1996), Morais (1997), Freire (1998), Maia (1998), Jiménez et al. (2000), Morais et al. (2001), Maia et al. (2002), Vasconcelos et al. (2003), Magalhães e Maia (2003), Castelo Branco et al. (2003), Silva et al. (2003), Vasconcelos (2005), Molisani et al. (2006), Carvalho et al. (2007), Vasconcelos et al. (2007), Vieira et al. (2007) e Farias e Maia (2008).

A área de influência indireta do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia é considerada nesta análise como a área que está representada pelo polígono que: começa no final do bairro Cumbuco pela Avenida Oeste 4ª Etapa, sendo este o limite Oeste; seguindo em direção ao Norte numa faixa contígua a linha de costa até 500m adentro no mar (limite Norte); seguindo sentido Leste até o SESC de Iparana, na Avenida José de Alencar (limite Leste) e tendo como referência do seu limite Sul a Rodovia CE – 090, que representa a estrada de acesso aos bairros Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco.

A Área de Influência Indireta – AII dos meios Físico e Biológico ser a área formada pelos limites do município de Caucaia a Leste e a Oeste, pela rodovia CE – 085 em seu limite Sul e pelos 500m marítimos no seu limite Norte.

No sentido Oeste, consideramos uma área de influência indireta de grande extensão devido ao sentido da corrente de deriva litorânea que transporta lateralmente os sedimentos das praias de Leste para Oeste ao longo do litoral de Caucaia.

No sentido Leste, a montante da Recuperação em relação às correntes costeiras, a única possibilidade de impacto negativo seria pelo transporte de sedimentos do aterro para as praias adjacentes, contra a corrente litorânea, depositando sedimentos nas praias de Dois Coqueiros e Iparana. Isso só seria possível caso houvesse uma corrente de retorno, o que não é comum na região.



Na análise da literatura científica descrita acima, que é produto de diversos estudos realizados na costa de Caucaia (artigos científicos, relatórios técnicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado), não encontramos qualquer referência à existência de uma corrente de retorno, apesar da vasta bibliografia abordando a dinâmica costeira local. Os diversos estudos realizados ao longo da costa mostram que os sedimentos são transportados de Leste para Oeste, ao longo de todo o litoral.

Para analisarmos os impactos dessa obra à jusante, ou seja, nas praias situadas a Oeste do aterro, devemos fazer uma análise global do problema, desde sua origem até as intervenções atuais.

Existe uma crença entre os moradores da Praia do Pirambu e do Município de Caucaia de que a erosão costeira no Pirambu e na Praia do Icaraí seria devida à construção do aterro da Praia de Iracema em 2001. Essa associação de idéias é comum entre leigos, que fazem uma ligação direta de causa e efeito entre dois fenômenos apenas porque um deles ocorreu antes do outro. No caso da Praia do Pirambu, essa associação de temporalidade é ainda mais infundada já que a erosão nessa praia teve início ainda no final da década de 1960 e início de 1970. No caso da Praia do Icaraí o fato da erosão ter se intensificado na década de 2000 não pode ser, cientificamente, relacionada com o aterro da Praia de Iracema.

Para que o aterro da Praia de Iracema construído em 2001 fosse o responsável por esse forte processo erosivo na Praia do Icaraí ele teria que ter acumulado um volume de sedimentos que provocasse um processo erosivo ao longo do trajeto da corrente de deriva litorânea, iniciando com um processo erosivo nas praias do litoral Oeste de Fortaleza e, sucessivamente, ao longo das Praias de Dois Coqueiros, Iparana, Pacheco, até atingir a Praia do Icaraí, todas pertencentes ao Município de Caucaia. Isso não ocorreu, pois os sedimentos aprisionados nos molhes ao longo do litoral Oeste de Fortaleza continuam estáveis.

A possibilidade de o aterro das Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba contribuírem para a erosão nas praias a Oeste é também bastante remota; isso só seria possível caso o aterro estivesse aprisionando os poucos sedimentos que ainda são transportados pela corrente de deriva litorânea, diminuindo a carga sedimentar ao longo de todo o litoral Oeste.



9.1.7– Impactos Ambientais Negativos e Medidas de Controle

A análise da Matriz de Impacto do EIA do Projeto de Requalificação dos Espigões da Beira Mar de Fortaleza foi realizada em duas etapas, a primeira versa sobre as ações impactantes das três fases do projeto – Fase de Estudo e Projeto, Fase de Implantação e Fase de Operação, enquanto a segunda realiza uma análise integrada dos impactos das ações sobre os meios – Físico, Biótico e Antrópico.

Verifica-se nessa Matriz que os impactos ambientais adversos previstos, incluindo impactos indiretos significativos e eventuais interações espaço temporais, ocorrem apenas na fase de implantação do projeto, nas subfases: mobilização de montagem e operação do canteiro de obras; construção das estruturas dos espigões; e desmobilização e desmonte do canteiro de obras.

Portanto, o Quadro 1 a seguir apresenta a identificação e descrição desses impactos ambientais negativos ou potencialmente negativos previstos, suas avaliações recebidas e respectivas medidas de controle (mitigação, recuperação e compensação).



FASE DE IMPLANTAÇÃO

IMPACTOS	DESCRIÇÃO	AValiação	MEDIDAS MITIGADORAS	CRONOGRAMA / RESPONSÁVEL EXECUÇÃO
<p>Instalação do barracão do canteiro de obra.</p> <p>Impacto negativo sobre o solo, estilo de vida, paisagem artificial, paisagem natural e alterações sonoras.</p> <p>Impacto potencialmente negativo sobre a água, flora, fauna, ecossistema/processos.</p>	<p>Os equipamentos empregados na obra necessitarão de manutenção, que em alguns casos deverá ser executada no próprio canteiro de obras, podendo gerar assim a poluição do solo e da água, resultado do possível contato de óleos e graxas direto com o solo.</p>	<p>Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre o solo, estilo de vida, paisagem artificial, paisagem natural e alterações sonoras.</p> <p>Impactos potencialmente negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários (se ocorrerem) sobre a água, flora, fauna e ecossistemas/processos.</p>	<p>Seguir fielmente o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras da Requalificação dos Espigões da Beira Mar, que consta no PBA agregado ao EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de implantação e operação das obras.</p> <p>Executar o PGRSCC da obra com ênfase para o treinamento do contingente da mão de obra e prestadores de serviços.</p>	<p>PERÍODO: Durante o período em que o barracão do canteiro de obras estiver instalado.</p> <p>RESPONSÁVEL: Empreiteira.</p>
<p>Alteração do fluxo de Pessoas.</p> <p>Impacto negativo sobre o solo e estilo de vida.</p>	<p>O canteiro de obras promoverá, durante o período de construção, alterações no fluxo de pessoas, que deverá ser acrescido por conta dos operários envolvidos na obra e pelo comércio informal que habitualmente acompanha essas instalações, podendo provocar contaminação do solo por disposição inadequada de lixo ou efluentes e alterar o estilo de vida dos usuários da área.</p>	<p>Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre o solo, e estilo de vida.</p>	<p>Seguir o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras, que consta no PBA agregado ao EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de implantação e operação das obras.</p> <p>Executar o PGRSCC da obra com ênfase para o treinamento do contingente da mão de obra e prestadores de serviços.</p>	<p>PERÍODO: Durante o período em que o barracão do canteiro de obras estiver instalado.</p> <p>RESPONSÁVEL: Empreiteira.</p>
<p>Remanejamento de Redes de Serviços Públicos.</p>	<p>Os equipamentos empregados para remanejamento das redes de</p>	<p>Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e</p>	<p>Seguir o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras,</p>	<p>PERÍODO:</p>



FASE DE IMPLANTAÇÃO

IMPACTOS	DESCRIÇÃO	AVALIAÇÃO	MEDIDAS MITIGADORAS	CRONOGRAMA / RESPONSÁVEL EXECUÇÃO
Impacto negativo sobre o solo, saúde pública, estilo de vida, paisagem artificial, paisagem natural e alterações sonoras.	serviço público existentes (água, esgoto, eletricidade etc.) na área da obra necessitarão de manutenção, que em alguns casos deverá ser executada no próprio canteiro de obras, podendo gerar assim a poluição do solo e impactar na saúde pública. As obras irão alterar a paisagem e provocar ruídos.	temporários sobre o solo, saúde pública, estilo de vida, paisagem artificial, paisagem natural e alterações sonoras.	que consta no PBA agregado ao EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de implantação e operação das obras. Executar o PGRSCC da obra com ênfase para o treinamento do contingente da mão de obra e prestadores de serviços.	Durante o período em que o baracão do canteiro de obras estiver instalado, até a completa reinstalação das redes de serviços público que devem ser feitas até 30 dias após a retirada do baracão.do canteiro de obras. RESPONSÁVEL: Empreiteira.
Isolamento da Área. Impacto negativo sobre o patrimônio histórico - cultural, estilo de vida, paisagem artificial, e alterações sonoras.	O isolamento da área com tapumes modifica a estética do local, causando incômodo a população local que não poderá utilizar a área.	Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre o patrimônio histórico-cultural, estilo de vida, paisagem artificial, e alterações sonoras.	Seguir o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras, que consta no PBA agregado ao EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de implantação e operação das obras.	PERÍODO: Durante o período em que o baracão do canteiro de obras estiver instalado. RESPONSÁVEL: Empreiteira.
Demolição de Estruturas Existentes.	Espera-se pouca geração de resíduos sólidos na obra, visto que só serão demolidas poucas estruturas existentes. Contudo,	Impacto negativo de importância pequena, magnitude média e temporário sobre o ar.	Executar o PGRSCC da obra com ênfase para o treinamento do contingente da mão de obra e prestadores de serviços.	PERÍODO: Durante o período em que ocorrem as demolições de estruturas existentes.



FASE DE IMPLANTAÇÃO

IMPACTOS	DESCRIÇÃO	AVALIAÇÃO	MEDIDAS MITIGADORAS	CRONOGRAMA / RESPONSÁVEL EXECUÇÃO
<p>Impacto negativo sobre o ar, saúde pública, paisagem artificial e alterações sonoras. Impacto potencialmente negativo sobre o solo, água, flora, fauna, ecossistema/processos.</p>	<p>algum transtorno pode ocorrer aos pedestres, corredores ou ciclistas, durante a operação de coleta de resíduos diários produzidos no canteiro de obra.</p>	<p>Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre a saúde pública e alterações sonoras. Impacto negativo de importância pequena, magnitude pequena e permanente sobre a paisagem artificial. Impacto potencialmente negativo, importância pequena, magnitude pequena e permanente (se ocorrer) sobre o solo, água, flora e ecossistemas/processos. Impacto potencialmente negativo, importância pequena, magnitude pequena e temporário (se ocorrer) sobre a fauna.</p>		<p>A mudança da paisagem artificial é impacto permanente, a população deverá assimilar as modificações a longo prazo.</p> <p>RESPONSÁVEL: Empreiteira deverá mitigar os impactos temporários. O poder público deve sensibilizar a população sobre as mudanças realizadas.</p>
<p>Instalações Hidrossanitárias, Elétricas e Complementares. (Barracão do canteiro de obras) Impacto negativo sobre o solo, paisagem artificial, paisagem natural e alterações sonoras. Impacto potencialmente negativo sobre a água.</p>	<p>A construção das instalações de redes de água, esgoto, elétrica, telefonia e de dados provoca impactos no solo, alterando a paisagem artificial e natural e emitindo ruídos. Caso haja acidentes pode causar impacto negativo sobre a água por contaminação.</p>	<p>Impacto negativo de importância pequena, magnitude pequena e permanente sobre o solo. Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre a paisagem artificial, paisagem natural e alterações sonoras. Impactos potencialmente negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporário (se ocorrer) sobre a água.</p>	<p>Executar o PGRSCC da obra com ênfase para o treinamento do contingente da mão de obra e prestadores de serviços. Seguir o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras e o Programa de Gestão Ambiental constante no PBA agregado ao EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de</p>	<p>PERÍODO: Durante o período em que ocorrerem as instalações hidrossanitárias, elétricas e complementares. As alterações no solo são temporárias e previstas em obras civis.</p> <p>RESPONSÁVEL: Empreiteira.</p>



FASE DE IMPLANTAÇÃO

IMPACTOS	DESCRIÇÃO	AVALIAÇÃO	MEDIDAS MITIGADORAS	CRONOGRAMA / RESPONSÁVEL EXECUÇÃO
			implantação e operação das obras.	
<p>Construção de Estruturas em Concreto Armado. (Muro de contenção)</p> <p>Impacto negativo sobre o ar, solo, água, saúde pública, paisagem artificial e alterações sonoras.</p> <p>Impacto potencialmente negativo sobre flora, fauna e ecossistema/ processos.</p>	<p>A construção de estruturas em concreto armado provoca impactos no solo com a e na água, produz gases atmosféricos passível de causar poluição e impacto na saúde pública. Caso haja' acidente pode ocorrer impactos no meio biótico. As obras provocam ruídos.</p>	<p>Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre o ar, saúde pública, paisagem artificial e alterações sonoras.</p> <p>Impacto negativo de importância pequena, magnitude pequena e permanente sobre o solo e a água.</p> <p>Impactos potencialmente negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporário (se ocorrer) sobre a fauna.</p> <p>Impactos potencialmente negativos de importância pequena, magnitude pequena e permanente (se ocorrer) sobre a flora e ecossistemas/processos.</p>	<p>Seguir o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras, que consta no PBA agregado ao EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de implantação e operação das obras.</p> <p>Executar o PGRSCC da obra com ênfase para o treinamento do contingente da mão de obra e prestadores de serviços.</p> <p>Desenvolver o Programa de Gestão Ambiental constante no PBA, tendo como base os subprogramas de Gerenciamento de Efluentes, Gerenciamento de Resíduos Sólidos, de Combate à Poluição Sonora e Visual e de Controle de Material Particulado, Gases e Ruídos.</p>	<p>PERÍODO:</p> <p>Durante o período em que ocorrer a construção de estruturas em concreto armado.</p> <p>A construção em concreto armado impacta permanentemente o solo e a água, sendo uma ação prevista em obras civis.</p> <p>RESPONSÁVEL:</p> <p>Empreiteira.</p>
Construção dos espigões	Modifica a impermeabilização do solo, altera o patrimônio	Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre o solo,	Seguir o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras, que consta no PBA agregado ao	PERÍODO:



FASE DE IMPLANTAÇÃO

IMPACTOS	DESCRIÇÃO	AVALIAÇÃO	MEDIDAS MITIGADORAS	CRONOGRAMA / RESPONSÁVEL EXECUÇÃO
Impacto negativo sobre o solo, patrimônio histórico - cultural e alterações sonoras.	existente e provoca poluição sonora durante a instalação.	patrimônio histórico-cultural e alterações sonoras.	EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de implantação e operação das obras.	Durante o período em que ocorrer a instalação dos espigões. RESPONSÁVEL: Empreiteira.
Construção dos aterros hidráulicos. Impacto negativo sobre o ar, solo, água, saúde pública, patrimônio histórico - cultural, e alterações sonoras.	A dragagem e deposição de sedimentos impacta sobre a fauna e flora aquática, e sobre os ecossistemas/processos. Pode acarretar aumento da turbidez da água.	Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre o meio biótico e a água.	Seguir o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras, que consta no PBA agregado ao EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de implantação e operação das obras.	PERÍODO: Durante o período em que ocorrer a dragagem e deposição de sedimentos. RESPONSÁVEL: Empreiteira.
Realização de Acabamentos. Dos espigões e aterros.	Os trabalhos de acabamento utilizam maquinários para deposição de pedras nos espigões e nivelamento topográfico dos aterros.	Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre o ar e a água.	Seguir o Plano Ambiental para Construção (PAC) das obras, que consta no PBA agregado ao EIA, onde são apresentados os critérios e as técnicas básicas a serem empregadas durante as fases de implantação e operação das obras.	PERÍODO: Durante o período em que ocorrer a realização de acabamentos. RESPONSÁVEL: Empreiteira.
Bota-fora de Resíduos Materiais.	A retirada de materiais indesejáveis do canteiro de obra pode produzir poeiras que	Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre o ar e solo.	Seguir fielmente o PGRSCC da obra com ênfase para o treinamento do contingente da	PERÍODO:



FASE DE IMPLANTAÇÃO

IMPACTOS	DESCRIÇÃO	AVALIAÇÃO	MEDIDAS MITIGADORAS	CRONOGRAMA / RESPONSÁVEL EXECUÇÃO
Impacto negativo sobre o ar, solo e alterações sonoras. Impacto potencialmente negativo sobre a água, saúde pública, e estilo de vida.	poluem o ar e o solo. A retirada de resíduos provoca alterações sonoras na operação de maquinários. Caso ocorra acidentes pode impactar negativamente a água e causar danos à saúde pública e ao estilo de vida.	Impacto potencialmente negativo de importância pequena, magnitude pequena e temporário (se ocorrer) sobre a água, saúde pública e estilo de vida. Impacto negativo de pequena importância e magnitude média e temporário nas alterações sonoras.	mão de obra e prestadores de serviços. Realizar manejo adequado dos resíduos, baseado nas diretrizes do Programa de Gerenciamento de Resíduos existente. Utilização de equipamento de proteção individual – EPI, especialmente de proteção auricular pelos operários envolvidos nas operações de bora fora de resíduos sólidos.	Durante o período em que ocorrer a retirada de resíduos materiais durante as obras. Até pelo menos 30 dias após o termino das obras para desmonte do barracão do canteiro de obras. RESPONSÁVEL: Empreiteira.
Desinstalação dos Barracões dos Canteiros. Impacto negativo de alterações sonoras.	Provoca ruídos passíveis de causar poluição sonora.	Impacto negativo de importância pequena, magnitude pequena e temporários sobre as alterações sonoras.	Adequar os materiais de construção dos canteiros de obra de forma a facilitar sua remoção. Os funcionários devem utilizar equipamentos de proteção auricular.	PERÍODO: Até pelo menos 30 dias após o termino das obras para desmonte do barracão do canteiro de obras. RESPONSÁVEL: Empreiteira.
Diminuição do Fluxo de Pessoas. Impactos negativos nos empregos indiretos, comércio e serviços.	A desmobilização do canteiro de obras provoca a diminuição de empregos indiretos, que por sua vez impacta negativamente o comércio e os serviços no entorno da obra.	Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e permanentes sobre os empregos indiretos, comércio e serviços.	A perda de empregos indiretos, diminuição da atividade comercial de serviços será compensada com a abertura da obra para os usuários, gerando novos empregos e dinamizando a economia local.	PERÍODO: Impacto permanente após o término da obra, inerente ao final das obras. RESPONSÁVEL: Empresários devem gerar os novos empregos.



FASE DE IMPLANTAÇÃO

IMPACTOS	DESCRIÇÃO	AValiação	MEDIDAS MITIGADORAS	CRONOGRAMA / RESPONSÁVEL EXECUÇÃO
			Oferta de novos empregos na fase de operação do empreendimento.	
Desmobilização de Mão-de-Obra. Impactos negativos nos empregos diretos, empregos indiretos, comércio, serviços e arrecadação tributária.	Com o final das obras teremos uma diminuição da atividade econômica no local, impactando em empregos, serviços e geração de impostos.	Impactos negativos de importância pequena, magnitude média e permanente sobre os empregos diretos. Impactos negativos de importância pequena, magnitude pequena e permanentes sobre os empregos indiretos, comércio, serviços e arrecadação tributária.	A diminuição dos empregos, dos serviços, do comércio e da arrecadação tributária será compensada com a abertura da obra para os usuários, gerando novos empregos e dinamizando a economia local.	PERÍODO: Impacto permanente após que ocorre após o término da obra, inerente a essa fase do projeto. RESPONSÁVEL: Empresários devem gerar os novos empregos na fase de operação do empreendimento.

Quadro 4: Impactos sobre os Meios Físico, Biológico e Antrópico.



10.0 – MEDIDAS MITIGADORAS

O principal objetivo de um Estudo de Impacto Ambiental é, a partir do conhecimento das características do meio e da identificação dos impactos do empreendimento, a proposição de medidas visando minimizar as consequências negativas, aumentando os benefícios dos mesmos. São as chamadas Medidas Mitigadoras, ou Medidas de Controle, de impactos ambientais, as quais deverão ser implantadas nas fases de execução e utilização da obra.

A proposição das medidas mitigadoras tem como objetivo principal compatibilizar o empreendimento com a conservação do Meio Ambiente que o comporta, no sentido de manter o uso sustentado dos recursos naturais em harmonia com os fatores físicos, bióticos e socioeconômicos existentes.

Canteiro da Obra

Na escolha do local para implantação do canteiro de obras deverão ser tomadas as seguintes medidas:

- Implantação de infraestrutura sanitária (esgotamento sanitário, abastecimento regular com água potável e procedimento regular e periódico no sentido de armazenar em local previamente escolhido todo resíduo sólido degradável para posterior recolhimento pelos caminhões de coleta de lixo da Prefeitura municipal de Caucaia – PMC);
- O local de manutenção dos equipamentos (lavagem, troca de óleo, etc.) deverá ser dotado de um sistema de proteção quanto a possível contaminação da drenagem pluvial;
- O alojamento deverá dispor de materiais de primeiros socorros.

As medidas adotadas quando da implantação do canteiro de obras objetivarão a maior proteção do meio ambiente, proporcionando também uma maior segurança aos operários e transeuntes. Isto se faz com o monitoramento da direção da fuligem, a diminuição da poeira, prevenção de vazamentos de líquidos, cercas de proteção adequadas e uma sinalização padronizada por todo o trecho da obra.

Como o acampamento é basicamente um pátio de manutenção de equipamentos (lavagem, troca de óleo, etc.), os principais reagentes químicos são: óleos lubrificantes, graxas e diesel, ou seja, todo o material utilizado pelas máquinas. Assim, para evitar uma contaminação do solo ou do lençol freático por plumas de hidrocarbonetos, todo o material usado deve ser acondicionado



em tambores de 200 litros até que seja definido o seu destino final. Este é o caso dos óleos lubrificantes utilizados pelo maquinário envolvido na obra.

Aconselha-se ainda a manutenção periódica dos equipamentos para que não apresentem vazamentos, bem como uma higienização nas instalações da oficina evitando que os líquidos contaminantes sejam despejados diretamente nos solos ou na drenagem.

Se, no entanto, os vazamentos venham a ocorrer, a área afetada deverá ser prontamente coberta por areia e posteriormente removida para o aterro sanitário, já em vazamento de maiores proporções o material deverá ser barrado por diques de contenção que evitem a contaminação de áreas maiores.

Para segurança dos operários, o acampamento deverá contar com uma comissão interna de prevenção de acidentes (CIPA), segundo a NR-05 (DRT), além disso deverá contar com caixa de primeiros socorros devidamente equipada.

Quando da desativação do canteiro de obras deverão ser efetuadas as seguintes operações: retiradas de entulho, retirada de estruturas concretadas além da revegetação nos locais necessários.

Medidas de Engenharia de Segurança

Um dos objetivos desse projeto é a redução sensível do número de acidentes com os funcionários, tão evidente na situação atual.

Para tanto foram adotados recursos como programa de educação dos funcionários que trabalharão na obra, sinalização horizontal e vertical convencional e adequada a obras deste porte.

O empreendimento deverá ter normas e contar com equipes de segurança, devidamente capacitadas, contemplando os seguintes setores:

- Primeiros socorros e transporte de pacientes e/ou médicos;
- Segurança pessoal e patrimonial;
- Sistemas contra incêndios e brigada de bombeiros.

Considerações sobre os agentes insalubres

Os efeitos do ruído contínuo e/ou intermitente vão desde uma ou mais alterações passageiras até graves defeitos irreversíveis. O efeito mais facilmente demonstrável do ruído é a sua interferência com a comunicação, levando assim a um entendimento incorreto das instruções emitidas.



O ruído é responsável também por sérios danos ao sistema auditivo, tais como: surdez temporária, surdez permanente e traumatismo acústico. O ruído tem ainda potencialidade para provocar alterações em quase todos os órgãos que constituem o nosso organismo com, por exemplo, contração dos vasos sanguíneos, elevação da pressão sanguínea e dilatação das pupilas e músculos.

Estas alterações podem provocar ações sobre o sistema cardiovascular, modificações endócrinas, desordens físicas, além de dificuldades mentais e emocionais, dentre as quais se destacam a irritabilidade, fadiga e mau ajustamento, verificando-se ainda a existência de conflitos entre os trabalhadores expostos ao ruído.

Os efeitos da vibração direta sobre o corpo podem ser extremamente graves, podendo danificar permanentemente alguns órgãos do corpo humano.

Nos últimos anos, diversos pesquisadores têm colecionado estatísticas sobre os efeitos fisiológicos e psicológicos das vibrações sobre o trabalhador, como a perda do equilíbrio, falta de concentração, visão turva, diminuição da acuidade visual, enjoos e interferência na fala. A exposição continuada pode levar também a lesões da coluna vertebral, perda do controle muscular de partes do corpo humano e desordens gastrintestinais.

Em operadores de motosserra e de ferramentas manuais de vibração, há uma degeneração gradativa do tecido muscular e nervoso, causando perda da capacidade manipulativa e o tato nas mãos, dificultando o controle motor.

Os óleos e minerais graxos são considerados substâncias cancerígenas, como a maioria das substâncias compostas por hidrocarbonetos aromáticos, e causam dermatoses e o câncer de pele.

Na área onde será localizado o sistema de ar-condicionado e do gerador, além das obras de implantação dos espigões, serão responsáveis pelos maiores níveis de ruídos constatado na área, é sugerido aumento da mureta, com enclausuramento parcial, pés apoiados em suporte de borracha e revestimento acústicos das paredes da área administrativa e o uso de EPI's para os trabalhadores diretamente envolvidos com a implantação dos espigões, com a finalidade de evitar poluição sonora e vibrações.



Sinalização

Afixar na entrada da área uma placa contendo as informações sobre a situação legal do empreendimento junto aos órgãos competentes, com dimensões de 2,0 metros de comprimento por 1,0 metro de altura conforme Figura 249.

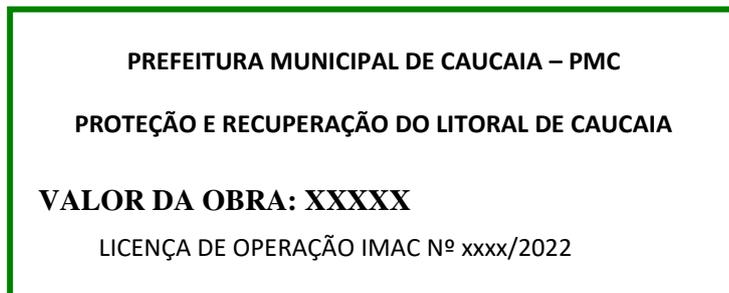


Figura 249: Modelo de Placa de Situação Legal do Empreendimento

Afixar placa padronizada do IMAC em local de fácil visibilidade, constando o nome do empreendimento, do empreendedor, número do processo, número da licença de instalação e data de validade. As dimensões da placa são: 2,0 metros de comprimento por 1,0 metro de altura, de acordo com a Figura 250 a seguir:

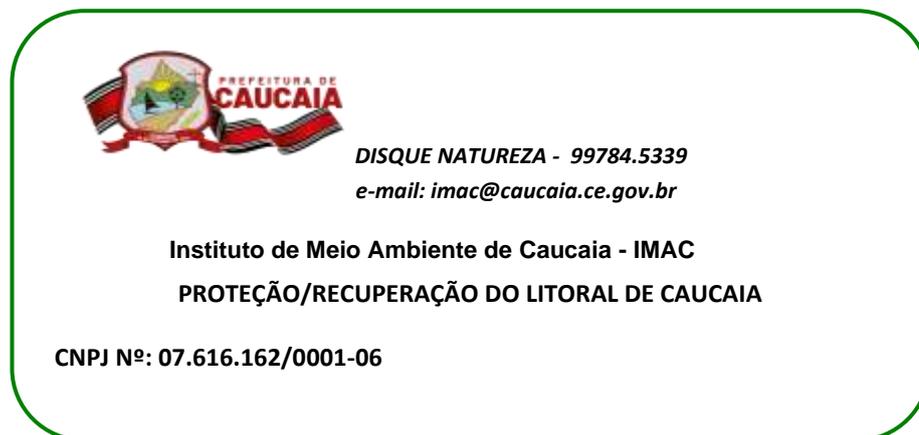


Figura 250: Modelo de Placa Padrão da IMAC.

Afixar na área do empreendimento placa alusiva do empreendimento em sintonia e harmonia com a conservação do meio ambiente, nas seguintes dimensões: 1,0 metro de comprimento por 0,80 metro de altura conforme Figura 251 a seguir:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAUCAIA - PMC
PROTEÇÃO RECUPERAÇÃO DO LITORAL DE CAUCAIA
Secretaria Municipal de Infraestrutura - SEINFRA

ÁREA DE CONTROLE TÉCNICO - AMBIENTAL
EMPREENDIMENTO EM HARMONIA COM O MEIO AMBIENTE

Figura 251: Modelo de Placa.

Implantação da Infraestrutura do empreendimento

– Limpeza da área

Os trabalhos de limpeza deverão ser iniciados concomitantemente com as obras preparatórias do empreendimento, esta observação visa proteger a integridade do terreno.

É necessário que sejam mantidos cuidados especiais para evitar derramamento de combustíveis, lubrificantes e outros materiais nocivos no entorno da vegetação, bem como não permitir que eventuais águas contaminadas da lavagem de veículos e equipamentos caiam nos recursos hídricos.

– Implantação do Empreendimento

Ocorrerão ruídos, principalmente das máquinas, ferramentas elétricas ou pneumáticas. Deverão ser respeitado os horários de descanso da vizinhança.

A movimentação de Máquinas e Veículos ocasiona a poluição por Ruídos, Gases e Poeira, onde se faz necessário à adoção de escapes adequados para os motores e a umidificação dos trajetos.

Quanto à ocorrência de Acidentes é um risco que pode ser minimizado ou evitado através do controle de fluxo e velocidade por fiscais-sinaleiros na Área Diretamente Afetada e suas circunvizinhanças.



Os trabalhos referentes à Terraplanagem, Fundações, Estruturas e de Construção Civil, poderão desencadear processos erosivos.

- Os projetos devem ser implantados com exatidão, tomando-se precauções para prevenir eventuais processos erosivos.

Na fase de instalação do empreendimento poderá ocorrer desencadeamento de processos de assoreamento.

- Devem ser adotadas medidas de prevenção contra qualquer carreamento de materiais terrosos para a drenagem.

Na fase de Operação do Empreendimento, os resíduos sólidos deverão ser selecionados nas suas origens, devidamente acondicionados e entregues a empresa especializada, para disposição adequada e reciclagem.

Quanto ao impacto de monta visual, podemos elencar alguns padrões com alguma eficiência do ponto de vista de poluição visual. Entre eles um projeto de paisagismo adequado ao ambiente de entorno da área diretamente afetada.

- Cumprir padrões adotados de instalação com alguma eficiência do ponto de vista de poluição visual, como a utilização de estruturas visualmente menos agressivas e harmoniosas com o ambiente do local.
- Controle da erosão

As medidas de controle da erosão devem ser de caráter preventivo, podendo ocorrer sob duas formas:

- Pela própria orientação na definição do uso e definição do solo, ou;
- Através de técnicas específicas de controle da erosão a serem adotadas, de modo temporário ou permanente.

Um Plano de controle de erosão deve iniciar-se com um completo levantamento das características relacionado à área, devendo incluir:

- Levantamento topográfico para a classificação das diversas áreas em função da declividade do terreno;



- Identificação do sistema de drenagem, observando os caminhos naturais de escoamento das águas;
 - Determinação das características dos solos, identificando as áreas críticas mais sujeitas à erosão e
 - Identificação da vegetação natural do lugar.
-
- Preservação da Paisagem

A ocupação do solo urbano se integrando ao ambiente natural é a maneira indicada para a preservação da paisagem e, portanto, para o controle da poluição visual, resultante da desfiguração do meio urbano.

É claro que as medidas de controle dependem basicamente das características próprias de cada área. No entanto, algumas recomendações de um modo geral às quais são:

- A disposição natural do solo deve ser mantida ao máximo, os movimentos de terra são acompanhados de desmatamentos, muitas vezes despojando o local de sua vegetação natural própria.
- As condições de drenagem das águas devem ser mantidas,
- Os equipamentos urbanos devem ser dispostos adequando-se as características do meio integrando-se o máximo possível à paisagem natural.

Meio Físico

Deverão ser providenciados quebra-ventos ou outras formas de fixação de sedimentos nas fases de mobilização de material, no intuito de se minimizar ou evitar processos de erosão eólica e transporte de sedimentos, bem como, evitar que esse tipo de material fique exposto, prevenindo-o da lixiviação e erosão.

Para o controle da qualidade do ar, no que se refere as emissões de gases, ruídos e materiais particulados gerados pelo manuseio de materiais e pela utilização de equipamentos pesados e veículos, recomenda-se:

- Aspersão de água nas áreas onde acontecem movimentos de terra;



- Fazer manutenção regular dos veículos utilizados nas diversas ações para a implantação do projeto, e;
- Evitar a queima de materiais combustíveis, lixo e matéria orgânica.

Meio Biótico

Deverão ser priorizadas na arborização, espécies próprias de ambientes praianos. Recomenda-se que esta ação seja realizada por profissionais qualificados, conhecedores de todo o processo de desenvolvimento das espécies e que sejam realizados aguação permanente, no intuito de garantir o desenvolvimento da vegetação a ser implantada.

Utilizar espécies de preferência que possuam um grande desenvolvimento radicial, no intuito de estabilizar a erosão eólica.

Meio Socioeconômico

Considerando o caráter benéfico do empreendimento, principalmente no meio socioeconômico, é recomendado:

- A compressão do cronograma de execução com a contratação de mais mão-de-obra;
- A priorização da contratação de mão-de-obra local na fase de implantação;
- Promover ações sociais junto às comunidades carentes existentes na circunvizinhança;
- Promover a capacitação profissional da mão-de-obra;
- Promoção de programas de acompanhamento social dos jovens frequentadores das Praias de Caucaia, com vistas a prevenção contra a influência da prostituição infanto-juvenil e das drogas sobre os mesmos.

10.1 – Plano de Controle e Recuperação da Drenagem

Os empreendedores deverão promover debate sobre o aspecto ambiental e os impactos no Litoral de Caucaia, onde a obra será implantada, em especial as questões relacionadas às descargas de efluentes domésticos na rede de drenagem de águas pluviais e seu deságue na faixa de praia.



O subdimensionamento da rede de drenagem se dá pela elevada expansão urbana, principalmente na Praia do Icaraí, ligações domésticas clandestinas e maior impermeabilização do solo, ocorridos nos últimos anos

Através de um seminário será debatido com setores da sociedade civil e poder público, ações para reverter os impactos visuais e sanitários das drenagens na faixa de praia.

10.2 – Plano de Educação Ambiental

A Prefeitura de Caucaia deverá promover a educação ambiental dos trabalhadores e do público que utilizará a área mediante treinamentos específicos de pequena duração e de educação ambiental formal e não formal.

Um ambiente sadio na área do empreendimento é de todo o interesse da Prefeitura Municipal de Caucaia. Assim, deverão também promover a educação ambiental das junto aos habitantes e turistas que utilizará a área, no sentido de implantar a educação ambiental informal.

Nos Planos Básico Ambiental – PBA é apresentado um Programa de Educação Ambiental, que deverá ser implantado durante a implantação do projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia.

10.3 – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS

Nos PBA's também foi apresentado o subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (Capítulo 4.2.3).

Esse plano tem como objetivo capacitar os técnicos e colaboradores da empresa responsável pela execução das obras, definindo a sistemática para o gerenciamento de resíduos gerados no canteiro de obra, no atendimento da resolução nº 307/02 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA e demais dispositivos legais do município através de aplicação de rotinas para o gerenciamento de resíduos, contemplando as etapas de caracterização, triagem, acondicionamento, transporte, destinação final e monitoramento.

Os Resíduos da construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas,



madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

São considerados geradores as pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução. Os Transportadores são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.

O Gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

A caracterização e a previsão da quantidade de resíduos gerados durante a execução de obras de engenharia civil executadas nos trabalhos a ser desenvolvido nas Praias do Pacheco, Icaraí e Tabuba, em Caucaia, são referentes a quantidades de resíduos gerados, na fase de implantação da infraestrutura praiana.

A triagem dos resíduos é feita preferencialmente nos locais de geração, e de acordo com as etapas de execução e tipos de resíduos gerados, visando segregação do material que será transportado até as áreas de acondicionamento temporário para posterior remoção do canteiro de obra. São observados aspectos relacionados com os fluxos de materiais, com adequada sinalização dos locais de circulação e acondicionamento dos resíduos. Questões relacionadas à saúde e segurança dos trabalhadores também são consideradas.

No empreendimento são considerados apenas Resíduos da Classe A, que serão triados e acondicionados inicialmente em pilhas próximas aos locais de geração onde são executados os serviços, e posteriormente transportados, para os contêineres destinados aos Resíduos Classe A, onde permanecem acondicionados até serem transportados para uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil ou outro destino licenciado pela Prefeitura de Caucaia para receber esta classe de resíduo.

A limpeza pode apresentar Resíduos da Classe B. As madeiras são dispostas inicialmente nas áreas de acondicionamento temporário, nos dispositivos de acondicionamento destinados à madeira, que estão devidamente distribuídas nos locais geradores, onde serão posteriormente transportadas até a central de resíduos ou para uma baía destinadas as madeiras, onde ficam até



serem reutilizadas/recicladas na própria obra, ou destinadas para reutilização e/ou reciclagem por terceiros.

Não haverá Resíduos da Classe C ou Resíduos da Classe D.

Os dispositivos de coleta recomendados para uso pela obra é a Caçamba estacionária, representada por um recipiente confeccionado com chapas metálicas reforçadas e com capacidade para armazenagem em torno de 4,5 m³. A fabricação deste dispositivo deve atender às normas determinadas pela ABNT.

Para sinalizar os dispositivos serão utilizados adesivos no tamanho A-4 nas bombonas e placas 0,50 X 0,50 nos containers estacionários, quando for o caso. As cores e tonalidades seguirão o padrão da Resolução CONAMA 275/01 e utilizarão o modelo sugerido para a identificação de materiais na coleta seletiva, conforme apresentado na Figura 252.



Figura 252: Modelo de Sinalização de Resíduos.

O transporte dos resíduos da obra até seu destino deverá ser feito por empresas credenciadas na Prefeitura Municipal de Caucaia e Cadastradas no IMAC – Instituto de Meio Ambiente de Caucaia.

Excetuando-se os de Classe B, os quais deverão comprovar junto à empresa o respectivo destino.



As empresas responsáveis pelo transporte, deverão destinar os resíduos apenas para os locais licenciados e autorizados pelo IMAC – Instituto de Meio Ambiente de Caucaia, para receber cada classe de resíduo. O transportador deverá preencher um Controle de Transporte dos Resíduos – CTR, que identifica a empresa e a obra geradora dos resíduos, a própria empresa transportadora, e o destinatário. O CTR deve ser devolvido, devidamente preenchido para o gerador dos resíduos, que deverá mantê-lo como registro do correto transporte e destinação dos seus resíduos.

Quanto mais seletiva for a coleta na fonte geradora, menor será a necessidade de triagem posterior, com menor tempo de permanência dos resíduos na área do Empreendimento.

Resíduos contendo altos teores de celulose deverão ser retirados no menor prazo possível da área do empreendimento, como forma de evitar-se a instalação e a proliferação de colônias de cupins, nefastos a área.

A destinação das diversas classes dos resíduos deve obedecer ao disposto na Resolução 307/02 do CONAMA. Procedendo-se ainda, à destinação final dos resíduos somente para áreas licenciadas pelo IMAC – Instituto de Meio Ambiente de Caucaia, para tais fins.

Deverá ainda, ser critério para escolha do local de destinação, a adequação às normas técnicas específicas para implantação e operação de tais áreas.

No caso de resíduos, tais como, classe B, ao serem doados ou vendidos devem ter suas quantidades e destino devidamente registrados através do Controle de Transporte dos Resíduos – CTR. Que devidamente preenchido é o registro da correta destinação dos resíduos gerados no canteiro de obra.

Os relatórios com as quantidades de resíduos gerados deverão ser enviados até o dia 10 (dez) de cada mês ao IMAC – Instituto de Meio Ambiente de Caucaia.

10.4 – Plano Ambiental de Construção - PAC

Nos PBA's também foi apresentado o Plano Ambiental da Construção - PAC (Capítulo 4.2.).

As medidas mitigadoras propostas para as obras civis e auxiliares visam à prevenção e o controle dos impactos ambientais adversos, sendo que o tempo de duração das medidas é o equivalente ao tempo de duração para implantação das obras. O Plano Ambiental de Construção



envolve todos os processos referentes à execução e implantação do projeto, apresentando algumas indicações para um melhor planejamento do empreendimento.

- A pavimentação das vias de circulação deverá atender as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- A operação de pavimentação e drenagem das vias de circulação deverá ser executada rigorosamente de acordo com os projetos elaborados para a área do empreendimento.
- Na de execução de aterros, utilizar materiais de composição e granulometria adequada (areias quartzosas) devendo-se evitar a presença de materiais orgânicos e de composição argilosa. Em hipótese alguma deverão ser utilizados solos orgânicos, uma vez que sua constituição confere ao material compactado, baixa resistência ao cisalhamento e erodibilidade.
- O controle de compactação deverá ser feito com acompanhamento técnico. Fazer o controle de erosão nas margens das vias de acesso pavimentadas na área de influência direta do empreendimento.
- As características do sistema de drenagem superficial deverão levar em consideração a capacidade de escoamento superficial da área do projeto, e principalmente, deverá ser definida em função da declividade das vias de circulação.
- Investigar os rejuntamentos das tubulações, no sentido de prevenir o carreamento de partículas finas do material envoltório.
- O sistema de eletrificação da área do empreendimento deverá ser feito de acordo com as normas da companhia de eletrificação do estado.
- As instalações elétricas devem obedecer a projeto específico, aprovado pelo órgão competente, sendo que a execução deve ser realizada por técnicos habilitados.
- Todo o material utilizado no sistema de eletrificação deverá estar de acordo com as normas da ABNT.
- Todas as etapas da obra deverão ser fiscalizadas e supervisionadas tecnicamente.
- A sinalização da área já se constitui em uma ação minimizadora de impactos ambientais, uma vez que a sinalização da obra evitará ou minimizará a ocorrência de acidentes envolvendo pessoas e veículos, de modo que se trata de medidas de caráter preventivo.
- A sinalização deve advertir o usuário da via pública quanto à existência da obra, delimitar seu contorno, bem como ordenar o tráfego de veículos e pedestres. A sinalização no local da obra deverá caracterizar a obra e isolá-la com segurança do tráfego de veículos e



- pedestres. A sinalização complementar deverá ser colocada, visando auxiliar o conjunto de sinais convencionais, destacando-se placas de desvio de tráfego, placas de fechamento de vias, indicação de obras nas vias transversais, atenção à mão dupla, devendo todas estas placas indicar a distância em metros até a obra.
- Na terraplanagem, cortes e aterros, exigidos em alguns trechos, devem ser realizadas as manutenções corretivas de alguns pontos e das áreas que necessitavam de recuperação de taludes e drenagem.
 - Para a ação de pavimentação com pedras poliédricas do arruamento são propostas medidas de caráter preventivo e corretivo, as quais terão o prazo de duração equivalente à execução da referida ação, sendo de responsabilidade da empresa executora da obra.
 - Os recursos minerais de emprego imediato na construção civil que serão utilizados na obra do empreendimento deverão somente ter procedência somente de áreas legalmente habitadas para exploração, ou seja, áreas com licenciamento junto à prefeitura municipal da localidade da jazida, do Departamento Nacional da Produção Mineral - 10º DS/CE, e da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, do IMAC – Instituto de Meio Ambiente de Caucaia, além do IBAMA-CE se for o caso. Em hipótese alguma poderá ser utilizados materiais de jazidas clandestinas;
 - Ainda deverá ser levada em conta, quanto à utilização de recursos minerais (britas, areias e argila), área que desenvolvam planos de controle ambiental em seus empreendimentos, visando evitar a degradação do ambiente explorado.
 - Recuperar as superfícies degradadas, durante a mobilização de equipamentos pesados para a área de influência direta do projeto.
 - Considerando-se que alguns equipamentos provocam instabilidade das superfícies das vias públicas, devem-se fazer investigações para identificar a ocorrência de processos degradativos, visando a tomada de decisões em tempo hábil;
 - A mobilização dos equipamentos de grande porte deverá ser feita no horário de menor fluxo de veículos, nas vias de acesso ao trecho em obras;
 - Os equipamentos pesados deverão ser transportados ou conduzidos, portando sinalização adequada;
 - O carregamento e descarregamento de materiais e equipamentos no local da obra deverá ser feito de forma a minimizar as interferências geradas ao tráfego de veículos e pessoas;



- Durante o descarregamento de produtos, a área deverá ficar sinalizada, no sentido de evitar acidentes de trânsito.
- A ação de limpeza do terreno é de curta duração, sendo as medidas mitigadoras de caráter preventivo, cuja duração é equivalente à execução da referida ação. A adoção das medidas deverá ficar a cargo da empresa executora da obra.
- Os materiais utilizados na mistura do concreto para as obras devem apresentar qualidade ideal, e, a composição do concreto deverá ser testada regularmente.
- As fôrmas utilizadas na concretagem devem ser projetadas e construídas de modo que resistam as cargas máximas de serviços. Esta operação deverá ser supervisionada por profissional habilitado. Os suportes e escoras de fôrmas devem ser inspecionados antes e durante a concretagem por trabalhador qualificado. Peças e máquinas do sistema transportador de concreto devem ser inspecionadas por trabalhadores qualificados antes do início dos trabalhos. Equipamentos transportadores de concreto devem ter dispositivos de segurança que impeçam o seu descarregamento acidental.
- Realizar ensaios sistemáticos de controle de compactação durante o reaterro, no sentido de evitar problemas de recalque nas áreas trabalhadas.
- Nos locais onde o reaterro envolva tubulações ou drenagens, deverão ser utilizados critérios técnicos para evitar danos às estruturas que ficaram enterradas.
- Os movimentos de terra deverão ser feitos de modo a adaptar o empreendimento a topografia da área minimizando as declividades e ressaltos, o que contribuirá também para o controle do escoamento das águas pluviais.
- Os equipamentos pesados utilizados durante estes serviços deverão estar regulados, no sentido de evitar emissões abusivas de gases e ruídos;
- A manutenção dos veículos deverá ser executada fora da área do projeto, em estabelecimento adequado, visando evitar a contaminação dos solos por ocasionais derramamentos de óleos e graxas.

10.5 – Balneabilidade das Praias

Balneabilidade é a medida das condições sanitárias das águas destinadas a recreação de contato primário (direto). É realizada através do monitoramento de organismos indicadores da presença de patógenos que causam doenças de veiculação hídricas, como as gastroenterites, doenças de pele, entre outras.



O monitoramento é realizado com base na Resolução CONAMA nº 274/2000, que definiu os critérios para a balneabilidade em águas brasileiras. No Ceará quem faz as análises de balneabilidade das praias é a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE).

A SEMACE classifica as praias como Próprias ou Impróprias, tendo como indicadores os Coliformes Termotolerantes.

A seguir, foram listados os critérios de balneabilidade descritos na Resolução CONAMA Nº 274, de 29/11/2000, para os Coliformes Termotolerantes.

- (P) Própria: Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 1.000 CTt por 100 mL da amostra.
- Imprópria: Quando não atendidos os critérios estabelecidos para águas próprias, quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 CTt/100 mL da amostra, ou quando existirem ocorrências que possam ocasionar risco à saúde do banhista (resíduos sólidos ou animais na área de banho).

Pelo critério adotado, análises com coliformes termotolerantes superiores a 1000 NMP (número mais provável) em duas ou mais amostras de um conjunto de 5 semanas consecutivas, classificam as condições da água do trecho avaliado como imprópria. Quanto ao indicador Enterococos é considerada

- (P) Própria: Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 100 NMP por 100 mL da amostra e
- (I) Imprópria: Quando não atendidos os critérios estabelecidos para águas próprias, quando o valor obtido na última amostragem for superior a 100 NMP/100 mL da amostra. No caso de algum resultado do conjunto de 5 semanas consecutivas for superior a 400 NMP/100 mL, a amostra é considerada imprópria.

No Estado do Ceará as águas são classificadas como próprias ou impróprias, usando a densidade de coliformes termotolerantes ou enterococos como indicador.

A praia pode ainda ser classificada na categoria imprópria, mesmo apresentando baixas densidades de coliformes termotolerantes ou enterococos, quando ocorrem circunstâncias que desaconselham a recreação, com a presença de derramamento de óleo, bloom (florescência de algas, maré vermelha), doenças de veiculação hídrica, etc.



As chuvas intensas influenciam negativamente na qualidade das águas, pois aumentam o lançamento direto e indireto de esgotos (clandestinos) nas praias.

Quando o resultado de uma praia é considerado própria, você terá menor probabilidade de adquirir patologias de veiculação hídrica, em relação à quando se vai divertir em uma área onde a classificação foi imprópria. Nestas, o indivíduo corre perigo de contaminação e pode vir a adquirir doenças de veiculação hídrica.

O trabalho é realizado através da coleta de amostras destas praias, por técnicos capacitados e qualificados e as amostras são enviadas aos laboratórios da SEMACE (microbiológico), onde as análises são realizadas por metodologias validadas internacionalmente.

Neste monitoramento, as coletas deverão ser realizadas na Área de Influência Direta do Projeto, nas principais praias do município de Caucaia, como Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba, Cumbuco e Cauípe, com campanhas semanais. O empreendedor deverá realizar a amostragem ou estabelecer contrato com a SEMACE para a realização do monitoramento da balneabilidade.

10.6 – Plano Básico Ambiental - PBA

O Plano Básico Ambiental – PBA, referente ao Projeto de Implantação do Projeto de Recuperação do Litoral do Município de Caucaia, com implantação de Espigões e Aterro Hidráulico, entre a Praia do Pacheco a Tabuba, Ceará

Foi elaborado pelo IEPRO – Instituto de Estudos, Pesquisas e Projetos da Universidade Estadual do Ceará – UECE, através do Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira - LAGIZC, sendo o empreendimento de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Caucaia. No desenvolvimento dos trabalhos foram observadas as recomendações do EIA/RIMA, as condições estabelecidas no Termo de Referência e demais orientações do Órgão Ambiental Municipal – IMAC (Instituto de Meio Ambiente) e atendidas às recomendações da Prefeitura de Caucaia e as diretrizes da Política Ambiental da SEINFRA.

O PBA é um rol de procedimentos de controle da qualidade ambiental que visam orientar o empreendedor a elaborar, analisar, revisar e executar projetos e obras levando em consideração os impactos ambientais.

O PBA, apresentado, é composto dos seguintes planos, programas e subprogramas:

- Plano de Ação Emergencial em caso de acidentes – PAE;
- Programa Ambiental para Construção (PAC);
- Subprograma de Higiene, Segurança e Medicina do Trabalho – HSM;



- Subprograma de Gerenciamento de Efluentes;
- Subprograma de Gestão de Resíduos Sólidos;
- Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações;
- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Controle Ambiental das Obras;
- Programa de Afugentamento e Salvamento de Fauna;
- Programa de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas;
- Programa de Monitoramento da Biota: Tartarugas marinhas, Aves, Morcegos e Mamíferos marinhos;
- Programa de Comunicação Social;
- Programa de Educação Ambiental, Componente I – Grupos sociais da área de Influência e Componente II – PEAT (Trabalhadores);
- Programa de Gerenciamento de Riscos / Plano Ação de Emergência;
- Plano de Monitoramento da Dinâmica Costeira na Área de influência do Empreendimento;
- Plano de manutenção da Infraestrutura Implantada;
- Programa de Auditoria Ambiental, e;
- Programa de Gestão Ambiental.

O detalhamento dos Planos, Programas e Subprogramas estão apresentados no Volume III deste EIA. Com a apresentação dos PBA, espera-se atender o licenciamento ambiental pertinente, uma vez que os estudos realizados contemplaram integralmente às exigências, verificada a legislação ambiental, nada lhe é impeditivo. Ressalte-se que os estudos realizados no PBA e no EIA caracterizam a viabilidade ambiental do Projeto de Proteção/Recuperação com a implantação de Espigões e Aterro Hidráulico, entre a Praia do Pacheco a Tabuba, em Caucaia, Ceará.



11.0 – PROGRAMA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

A implantação do projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, no trecho entre a Praia do Pacheco e a Praia da Tabuba, em Caucaia, Ceará, trará uma mudança significativa no ambiente de sua Área Diretamente Afetada (ADA), na tentativa de recuperação da área através de obras de engenharia e de aterro hidráulico, bem como em sua Área de Influência Direta (AID), ensejando a aplicação de mecanismos compensatórios previstos na legislação.

A aplicação de mecanismos de compensação está prevista na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente Resolução CONAMA nº371/06, que estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei nº9.985, de 18 de Julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC. Destacam-se os seguintes artigos:

Art. 2 - O órgão ambiental licenciador estabelecerá o grau de impacto ambiental causado pela implantação de cada empreendimento, fundamentado em base técnica específica que possa avaliar os impactos negativos e não mitigáveis aos recursos ambientais identificados no processo de licenciamento, de acordo com o EIA/RIMA, e respeitado o princípio da publicidade.

§ 1º Para estabelecimento do grau de impacto ambiental serão considerados somente os impactos ambientais causados aos recursos ambientais, nos termos do Art. 2º, Inciso IV da Lei nº9.985, de 2000, excluindo riscos da operação do empreendimento, não podendo haver redundância de critérios.

§ 2º Para o cálculo do percentual, o órgão ambiental licenciador deverá elaborar instrumento específico com base técnica, observado o disposto no caput deste artigo.

Art. 4º Para efeito do cálculo da compensação ambiental, os empreendedores deverão apresentar a previsão do custo total de implantação do empreendimento antes da emissão da Licença de Instalação, garantidas as formas de sigilo previstas na legislação vigente.

Art. 5º O percentual estabelecido para a compensação ambiental de novos empreendimentos deverá ser definido no processo de licenciamento, quando da emissão da Licença Prévia, ou quando esta não for exigível, da Licença de Instalação.



§ 1º Não será exigido o desembolso da compensação ambiental antes da emissão da Licença de Instalação.

§ 2º A fixação do montante da compensação ambiental e a celebração do termo de compromisso correspondente deverão ocorrer no momento da emissão da Licença de Instalação.

§ 3º O termo de compromisso referido no parágrafo anterior deverá prever mecanismo de atualização dos valores dos desembolsos.

Art. 11. A entidade ou órgão gestor das unidades de conservação selecionadas deverá apresentar plano de trabalho da aplicação dos recursos para análise da câmara de compensação ambiental, visando a sua implantação, atendida a ordem de prioridades estabelecidas no art. 33 do Decreto no 4.340, de 2002.

§ 1º Somente receberão recursos da compensação ambiental as unidades de conservação inscritas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, ressalvada a destinação de recursos para criação de novas unidades de conservação.

§ 2º A destinação de recursos da compensação ambiental para as unidades de conservação selecionadas somente será efetivada após aprovação pela câmara de compensação ambiental ficando sob supervisão do órgão ambiental competente, o programa de trabalho elaborado pelas respectivas entidades ou órgãos gestores, contendo as atividades, estudos e projetos a serem executados e os respectivos custos.

Art. 15. O valor da compensação ambiental fica fixado em meio por cento dos custos previstos para a implantação do empreendimento até que o órgão ambiental estabeleça e publique metodologia para definição do grau de impacto ambiental.

Na Lei Federal nº 9.985/2000, que trata do SNUC, Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a compensação fica estabelecida conforme segue:

Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei.



§ 1º O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento.

§ 2º Ao órgão ambiental licenciador compete definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA/RIMA e ouvido o empreendedor, podendo inclusive ser contemplada a criação de novas unidades de conservação.

§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o caput deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo.

A Lei Federal nº 9.985/2000, regulamentada pelo Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, estabelece em seu Capítulo VIII (artigos 31 a 34), dentre outras, as atividades prioritárias para a aplicação dos referidos recursos, conforme demonstrado a seguir:

Art. 33. A aplicação dos recursos da compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei nº 9.985, de 2000, nas unidades de conservação, existentes ou a serem criadas, deve obedecer à seguinte ordem de prioridade:

- I - Regularização fundiária e demarcação das terras;
- II - Elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo;
- III - Aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade, compreendendo sua área de amortecimento;
- IV - Desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova unidade de conservação; e
- V - Desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da unidade de conservação e área de amortecimento.

Parágrafo único. Nos casos de Reserva Particular do Patrimônio Natural, Monumento Natural, Refúgio de Vida Silvestre, Área de Relevante Interesse Ecológico e Área de



Proteção Ambiental, quando a posse e o domínio não sejam do Poder Público, os recursos da compensação somente poderão ser aplicados para custear as seguintes atividades:

- I - Elaboração do Plano de Manejo ou nas atividades de proteção da unidade;
- II - Realização das pesquisas necessárias para o manejo da unidade, sendo vedada a aquisição de bens e equipamentos permanentes;
- III - Implantação de programas de educação ambiental; e
- IV - Financiamento de estudos de viabilidade econômica para uso sustentável dos recursos naturais da unidade afetada.

A Resolução CONAMA 371/06, a Lei Federal 9985/2000 e a Resolução SMA 16/2001 indicam que os recursos na porcentagem mínima estabelecida (0,5%) devem ser destinados a unidades de conservação de Proteção Integral.

O artigo 33 do Decreto 4.340/2002 estabelece que a destinação das verbas deve obedecer a uma ordem de prioridade sucessiva, qual seja, regularização fundiária e demarcação das terras; elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo; aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade, compreendendo sua área de amortecimento; o desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova unidade de conservação; e o desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da unidade de conservação e área de amortecimento.

Objetivos:

Este Programa tem por objetivo atender ao que estabelece a legislação apresentada anteriormente e analisar e considerar as proposições constantes no:

- Presente Estudo de Impacto Ambiental, indicando medidas compensatórias para serem aplicadas em Unidades de Conservação e;
- Indicando medidas compensatórias para serem aplicadas em Unidades de Conservação de domínio público federal, estadual ou municipal, ou de domínio privado, de Proteção Integral ou de Uso Sustentável, conforme definidas na Lei Federal 9.985/00, e no decreto regulamentador, de seu artigo 36.



A compensação aqui proposta segue os preceitos de aplicação em Unidades de Conservação de Proteção Integral e/ou Uso Sustentável e tem como objetivo a melhoria das condições de preservação das Unidades existentes na região onde se localiza o empreendimento, já bastante degradada, contribuindo para a sua preservação em longo prazo.

Ações e/ou Diretrizes

As ações propostas em termos de compensação ambiental é a destinação de recursos visando atender necessidades de Unidade (s) de Conservação na área de influência do empreendimento.

Conforme visto no Diagnóstico Ambiental, as Unidades de Conservação nos limites das Áreas de Influência Indireta são:

- APA do Lagamar do Cauípe, criado pelo Decreto Estadual nº 24.957/1998, com uma área de 1.884,46 ha, distante da ADA aproximadamente 3,5 Km.
- Parque Estadual Botânico do Ceará, criado pelo Decreto Estadual nº 24.216/1996, com uma área de 190 ha, distante da ADA aproximadamente 3,5 Km.
- APA do Estuário do Rio Ceará, criado pelo Decreto Estadual nº 25.413/1999 e Lei Estadual nº 16.607/2018, com uma área de 3.892,44 ha, distante da ADA aproximadamente 4,0 Km.

Também se tem as seguintes unidades de conservação:

- Estação Ecológica do Pecém, criado pelo Decreto Estadual nº 30.895/2012, com uma área de 973,08 ha, distante da ADA aproximadamente 5,0 Km.
- APA Dunas do Litoral Oeste, criado pelo Decreto Estadual nº 24.957/1998 e Decreto Estadual nº 33.009/2019), com uma área de 9.015,12 ha, e distante da ADA aproximadamente 7,4 Km.
- Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, criado pelo Lei Estadual nº 12.717/1997, com uma área de 3.320 ha, e distante da ADA aproximadamente 18,00 Km.
- Parque Ecológico do Rio Cocó, criado pelo Decreto Estadual Nº. 32.248/2017, com uma área de 1.571,29 ha, e distante da ADA aproximadamente 30,00 Km.

O projeto de compensação ambiental pode ser feito de forma preventiva, durante o processo de licenciamento, ou de forma corretiva, para compensar o ato poluidor de uma atividade ou empreendimento.



A elaboração do projeto de compensação é parte de um processo de estudos e nesses trabalhos são realizados:

- Avaliação sobre as características do impacto poluidor;
- Cálculo especializado para mensurar a compensação ambiental;
- Análise sobre a área de compensação;
- Plano para execução do plantio ou compensação financeira;
- Mensuração do tempo de execução;
- Necessidade de investimento.

Com o projeto de compensação ambiental se tem tranquilidade quanto ao cumprimento da legislação ambiental, além disso, esse processo é um compromisso com a sustentabilidade, fator importante que agregar aos negócios.

Diante dos estudos apresentados neste EIA, a equipe demonstrou que o empreendimento proposto não ocasionará intervenções diretas nas Unidades de Conservação da área em estudo. Para os tomadores de decisões sobre a conservação da biodiversidade, um dos maiores desafios é o estabelecimento de prioridades nacionais, regionais e locais, essenciais para que as decisões políticas possam ser traduzidas em ações concretas, com a aplicação eficiente dos recursos financeiros disponíveis.

Observa-se que existem na área de influência indireta, várias atividades antrópicas, como as esportivas, que são realizadas na área, como a pesca esportiva e as categorias de surf, kitesurf e outros esportes praianos. Além disso, os passeios de jangada e as barracas de praia.

Na praia de Iparana, com a arrasamento dos sedimentos na linha de praia, ficou exposta a base da Formação Barreiras (bed rock), que hoje serve como área de pesca e extração de algas e mariscos, além de local de lazer para moradores e turistas e para aulas de campo de diversos cursos de Universidade Federal, formando um pequeno aquário natural, com registro de mais de 30 espécies de peixes recifais, das quais pelo menos 18 reproduzem-se e usam esta área como bercário, segundo informações da literatura especializada, corroboradas por observações de campo do Projeto INTERPESCA e Laboratório GENAQUA da Universidade Federal do Ceará - UFC que estuda a área desde 2007.

Na área também existem diversos pontos de alimentação e desova de quelônios marinhos na faixa litorânea, que têm sido monitorados desde 2016 (Projeto INTERPESCA e Laboratório



GENAQUA/UFCE), os quais nesse período registraram mais de 250 encalhes de quelônios vivos e mortos (o que configura uma área de passagem e alimentação) e mais de 50 ninhos (o que caracteriza uma área de reprodução), com um total estimado demais de 5.000 filhotes de tartarugas marinhas nascidos na área de influência direta do empreendimento. Acredita-se que estes números possam estar subestimados, em virtude da inexistência de um trabalho de monitoramento da costa ao longo do ano, daí a importância de serem realizadas ações nesse sentido, previstas no presente plano de compensação ambiental. As tartarugas marinhas são animais em perigo de extinção, protegidos por leis federais e internacionais e das 7 espécies existentes no mundo, 4 foram registradas na área do empreendimento (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea* e *Caretta caretta*), e destas, 3 (*C. mydas*, *E. imbricata* e *L. olivacea*) com atividade reprodutiva documentada.

Como descrito que a obra não interfere diretamente em nenhuma Unidade de Conservação pré-existente, a equipe, traz o diálogo, e sugere que a compensação ambiental deste empreendimento seja levada a efeito em 4 frentes:

- (1ª) a criação de duas unidades de conservação municipais, sendo a primeira o "Aquário Natural de Iparana" na área de influência dos recifes areníticos na Praia de Iparana;
- (2ª) a "Costa das Tartarugas" na área que inclui a faixa de praia de todos os 44 km do litoral de Caucaia, dos quais 28 km fazem parte das localidades litorâneas de Caucaia-Sede e os 16 km restantes pertencem ao distrito de Guararu e Catuana, já inseridos na Área de Proteção Ambiental do Rio Cauípe e Estação Ecológica do Pecém.
- Além da criação dessas duas unidades de conservação municipal, sugere-se como segunda medida de compensação ambiental a realização de investimentos no Projeto INTERPESCA e no Laboratório GENAQUA/UFCE, para proteção das tartarugas marinhas e ictiofauna costeira, bem como para a continuidade dos trabalhos de educação ambiental e limpezas mensais das praias feitos pelo Projeto INTERPESCA.
- Como (4ª) medida compensatória, sugerimos financiamentos para a promoção de escolas e campeonatos de esportes praianos como o surf, o kitesurf, o vôlei de praia e tênis de praia, a pesca esportiva dentre outros, e;
- Como (5ª) medida, não menos importante que as anteriormente citadas, sugerimos a criação de cursos de capacitação para os guias turísticos, barraqueiros, bugueiros e para os jangadeiros existentes na área.



12.0 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este Estudo de Impacto Ambiental – EIA, visou dar mais subsídios ambientais para implementação das obras de recuperação do Litoral de Caucaia, entre as Praias do Pacheco e da Tabuba, com implantação de 11 Espigões acompanhados de Aterro Hidráulico, sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Caucaia – PMC e coordenação da Secretaria de Infraestrutura de Caucaia – SEINFRA, ao mesmo tempo que consolida os estudos ambientais necessários a fundamentação da Licença de Instalação - LI do Empreendimento, conforme diretrizes do Termo de Referência N° 03/2021 emitido pelo Instituto de Meio Ambiente do Município de Caucaia - IMAC.

O Projeto foi concebido no intuito de mitigar os efeitos do avanço do mar sobre a linha de costa do litoral do município de Caucaia, e promover a requalificação do litoral para garantir a segurança habitacional e permitir o desenvolvimento sustentável desta importante área do município de Caucaia.

O EIA/RIMA foi elaborado pela Fundação Universidade Estadual do Ceará por intermédio do IEPRO – Instituto de Estudos, Pesquisas e Projetos da Universidade Estadual do Ceará – UECE, sob a coordenação técnica e científica do Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira - LAGIZC, contando com as participações dos laboratórios LORNISA - Laboratório de Ornitologia e Sistemática Ambiental da UECE; GENAQUA - Laboratório de Genética e Biotecnologia Aplicada da Universidade Federal do Ceará - UFC; e GELDA - Grupo de Estudos em Linguística e Discurso Autobiográfico da UFC, sendo o empreendimento de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Caucaia. No desenvolvimento dos trabalhos foram observadas as recomendações e condições estabelecidas no Termo de Referência e demais orientações do órgão ambiental municipal (IMAC), sendo atendidas às recomendações da Prefeitura de Caucaia e as diretrizes da Política Ambiental da SEINFRA.

A localização do projeto se justifica pelos seguintes aspectos técnicos:

- A área corresponde ao local de maior ação do mar sobre a faixa litorânea do município de Caucaia, onde existe considerável ocupação antrópica, especialmente na praia do Icaraí, na qual existe risco direto de desmoronamento de edificações, o que poderá causar perda de vidas humanas e prejuízos materiais de enorme magnitude.



- Nas praias do Pacheco e da Tabuba, embora a ocupação antrópica seja comparativamente menor que no Icaraí, também existe o risco de desmoronamento de edificações, perda de vidas humanas e grandes prejuízos materiais, somado à possibilidade de grande degradação ambiental, especialmente nas regiões de ocorrência de falésias e na faixa de praia, além da perda do potencial turístico da região e consequente impacto na geração de emprego e renda da população local
- Por se tratar de uma área antropizada, povoada, com vias de acesso pavimentadas (CE 085 e BR222), e com grande proximidade de Fortaleza e do Porto do Pecém, configura-se um aspecto favorável à instalação do Projeto.
- Estudos preliminares avaliaram alternativas locais para instalação do projeto. Porém, devido às características físicas e geográficas, foi constatada que a área escolhida tem a maior possibilidade de sucesso para a geração dos impactos positivos desejados de proteção e recuperação do litoral de Caucaia.

O Projeto de recuperação do Litoral de Caucaia tem como premissas o conjunto de estudos indispensáveis para a tomada de decisões sobre a implantação e escolha locacional, destacando-se os estudos de levantamento batimétrico, caracterização geotécnica e geológica, caracterização ambiental realizada e avaliação dos impactos positivos gerados pela realização do projeto, em relação a possíveis impactos negativos resultantes desta implantação. A distribuição e o dimensionamento dos espigões levaram em consideração as características físicas e climáticas da área de influência direta do projeto, respeitando as condicionantes ambientais locais.

O nível de detalhamento do projeto aqui avaliado em termos de seus impactos e riscos ambientais incluiu uma análise através de fotografias comparativas de vários anos e simulações, além de um amplo trabalho em campo com equipe multidisciplinar, que culminou com o Zoneamento Ambiental.

Parece claro que os projetistas souberam aproveitar as informações ambientais a eles fornecidas pelo zoneamento ambiental e que souberam incorporar o meio ambiente como capital, a ser valorizado e adequadamente explorado sem delapidação, visto que se projetou um melhoramento em área e qualidade, como forma de incremento dos atrativos do Empreendimento. Não se encontram transgressões à legislação ambiental vigente.

Neste tipo de projeto, a implementação das obras de engenharia está associada à geração de uma série de impactos adversos sobre o meio ambiente, contudo, na sua maioria são de caráter



local e podem ser mitigados e monitorados através da incorporação das medidas de recuperação e controle ambiental por parte dos responsáveis pela sua implantação e operação.

O prognóstico sobre a evolução da área sem a implantação do projeto revela a alta vulnerabilidade da região, além do risco ambiental e sobre a população humana residente da área de influência direta do projeto.

A instalação do projeto deverá solucionar os problemas causados pela ação da subida do nível do mar sobre a faixa de praia da região afetada, e criará condições para a recuperação da área, bem como garantirá a segurança das edificações existentes, a valorização dos imóveis da região, a possibilidade de revitalização da área, o que certamente refletirá em possibilidades de geração de emprego e renda e melhoria da qualidade de vida da população.

O prognóstico sobre a instalação do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia conclui que:

- As condições geológicas, geomorfológicas e pedológicas da área serão mantidas, haja visto que as obras serão executadas apenas nos locais de construção dos espigões e vias de acesso para o transporte de materiais, sendo neste último caso alterações pontuais e localizadas.
- A qualidade da água será mantida no nível dos padrões atuais ou possivelmente melhor, ressaltando-se que no processo de construção dos espigões e engordamento da faixa de praia, a geração de efluentes líquidos é relativamente baixa e passível de monitoramento e controle.
- A qualidade do ar será mantida no nível dos padrões atuais, ressaltando-se que no processo de construção dos espigões a geração de resíduos sólidos e gasosos é relativamente baixa, temporária e passível de monitoramento e controle.
- Não há previsão de que as ações do projeto gerem alterações permanentes na qualidade dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos.
- Os impactos negativos sobre o meio físico e sobre a biota local na área de influência direta do projeto foram previstos principalmente na fase de construção dos espigões. Estes impactos foram considerados de média magnitude e média duração, mas são de caráter temporários.
- No tocante à fauna terrestre, os ruídos emitidos na fase de construção dos espigões gerarão impactos pontuais e de baixa magnitude, que serão mitigados pelo plano de Afugentamento e Salvamento de Fauna.



- Em relação à fauna aquática, os ruídos emitidos na fase de construção dos espigões, incluindo os deslocamentos de embarcações, que por ventura necessitem, têm potencial de gerar impacto significativo no comportamento de mamíferos e quelônios da área de influência do projeto. Nesse sentido, os Planos de Gerenciamento Ambiental deverão ser rigorosamente cumpridos
- Sobre a avifauna, resultados da caracterização ambiental indicam que o projeto não causará interferência direta na rota de animais migratórios.
- Após a construção dos espigões e o engordamento da faixa de praia previsto no projeto é esperado uma melhoria qualidade ambiental local.
- A percepção da população local, de suas lideranças, dos empresários e dos visitantes das praias do município de Caucaia é de que o projeto deverá proporcionar melhorias significativas ao ambiente e a qualidade de vida das pessoas. Há uma esperança de que o projeto solucione definitivamente os problemas ambientais da área, sendo esse um dos maiores anseios da população local.

A análise dos impactos ambientais identificou 465 impactos, 258 (55,48%) são benéficos e 207 (44,52%) são adversos ou apenas potencialmente adversos (são 140 adversos e 67 potencialmente adversos). Considerando a importância dos impactos apontados na Matriz de Impactos Ambientais observamos uma concentração nos de pequena importância, com um total de 320 dos 465. Sendo os de cunho adverso ou potencialmente adverso no total de 155 (33,33%) impactos frente a 165 (35,49%) benéficos. Os impactos ambientais de importância moderada têm uma diferença de menos de 1%, somando 33 (7,09%) para os adversos e 31 (6,66%) para os benéficos.

O sucesso da proposta analisada é capaz de revitalizar socialmente o espaço das Praias do Pacheco, do Icaraí e da Tabuba, hoje passando por erosão da faixa de praia e como consequência por uma crise de ocupação em função do receio de investimentos na área, devido a intensa erosão. Tal revitalização permitirá uma ocupação mais uniforme e racional daquela região da cidade. O alcance do empreendimento atinge toda a Região Metropolitana de Fortaleza por influência no mercado imobiliário, no setor de serviços gerais, no turismo e lazer.

Os efeitos positivos são identificados principalmente no meio socioeconômico, destacando-se maior oferta de ocupação/renda, crescimento do comércio, maior arrecadação tributária, valorização e recuperação paisagística e promoção da atividade turística, efeito este que



funcionará como agente multiplicador do crescimento econômico e social na área de influência funcional do empreendimento.

Tanto para o Empreendedor quanto para a Sociedade, o patrimônio ambiental existente próximo ao Empreendimento é importante fator de receita econômica e de qualidade de vida. Este fato determinou a existência de um Plano de Monitoramento Ambiental e dos PBA – Plano Básico Ambiental, que determinarão eventuais desvios e as ações para sua correção ou mitigação.

O projeto apresenta-se bem elaborado em termos técnicos, econômicos e ambientais, e atende aos condicionantes legais para sua instalação da área pleiteada, sendo viável sua implantação nos termos apresentados neste relatório, recomendando-se que sejam observadas as seguintes condições:

- O projeto deverá ser executado conforme o apresentado para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e concernente Relatório de Impacto Ambiental (RIMA);
- Qualquer alteração no projeto original deverá ser informada ao órgão ambiental;
- Para cada ação do projeto deverão ser adotadas as medidas mitigadoras propostas;
- Os Planos de Controle e Monitoramento Técnico e Ambiental propostos neste estudo e relatório deverão ser agregados no projeto executivo do Projeto; e,
- A legislação ambiental vigente deverá ser rigorosamente cumprida.

Conclui-se, portanto, que o projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, sobre o ponto de vista ambiental, é benéfico, bem definido e apresenta-se viável ambientalmente, desde que a Prefeitura Municipal de Caucaia – PMC e sua Secretaria Municipal de Infraestrutura - SEINFRA, execute o projeto analisado e em tempo implante as Medidas de Controle Ambiental, cumpra e faça cumprir a Legislação Ambiental pertinente e as demais recomendações propostas neste Estudo de Impacto Ambiental e Respectivo Relatório de Impacto do Meio Ambiente – EIA/RIMA.



13.0 - BIBLIOGRAFIA

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A. do. - **Espírito Santo in: Erosão e progradação do litoral brasileiro**. MUEHE, D. (org.). Programa de Geologia e Geofísica Marinha. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006.

ADERALDO, Pedro Ítalo Carvalho; MEDEIROS, Cleyber Nascimento de; SOUZA, Marcos José Nogueira de. – **Sistemas Ambientais e Agricultura Familiar: O reflexo das relações sociedade – natureza no município de Caucaia – CE**. ResearchGate, <https://www.researchgate.net/publication/282705082>. Visitado em 20.12.2021.

ALFREDINI, P. - **Obras e gestão de portos e costas. A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental**. São Paulo: Edgar Blücher, 2005. 688p.

ALMEIDA, L.R. - **Estudio de dinámica litoral y evolución de la zona sur de la Playa de Piçarras (Santa Catarina/Brasil)**. 2013. 259p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Gestão integrada de Zonas Costeiras) - Universidade de Cantábria. Santander, 2013.

ALVEIRINHO DIAS, J.M. - **Estudo de avaliação da situação ambiental e proposta de medidas de salvaguarda para a faixa costeira portuguesa**. In: Geologia Costeira. 1993. p.13-38.

AMBIENTAL, 2014 - **Monitoramento da Eólica: CGE Paracuru e CGE Acaraú, Aerogeradores de 2013 a 2014**.

AMOR ICARAI. - **Destruição da praia do Icarai, construção do Bagwall**. 2013. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=Vmx9FGM3HMM>>. Acesso em: 16 maio. 2021.

ANDRADE M. A. - **Aves silvestres Minas Gerais. Conselho Internacional para a Preservação das Aves**, Belo Horizonte, 1992.

ARAÚJO, M. R. - **Percepção socioambiental em relação ao avanço do mar na Praia de Icarai, Caucaia, Ceará, Brasil**, Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. 2020

ARAUJO, R.S. et al. - **Variação da morfologia praias e identificação de zonas de erosão acentuada (ZEA) na Enseada do Itapocorói – SC**. Braz. J. Aquat. Sci. Technol, v.14, n.1, p.29-38, 2010.

ASCE.LORNE, J.K. & SALMON M., 2007. - **Effects of exposure to artificial lighting on orientation of hatchling sea turtles on the beach and in the ocean**. Endangered Species Research, 3: 23-30.

AURICCHIO, P e Salomão, M da G. - **Técnicas de coleta e preparação – Vertebrados**. Instituto Pau Brasil de História Natural. São Paulo, 2002.

AVELINE, Luiz Carlos - **Fauna dos Manguezais Brasileiros** - R. Bras. Geogr. - Rio de Janeiro - 42(4) - 780-821, out/dez, 1980;

AZEVEDO, J. C. - **Crocilianos, biologia, manejo e conservação**. Arpoador Ed. João Pessoa, 2003.



BARBOSA, F. C. S.; FIRMINO, A. G. L.; SALES, I. M.; CESAR, J. R. O. **Desenvolvimento de um aplicativo de educação ambiental e registro de ocorrências de tartarugas marinhas utilizando o APP Inventor 2**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 1229, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/34500>. Acesso em: 26 out. 2021.

BARBOSA, F. C. S.; FIRMINO, A. G. L.; SALES, I. M.; CESAR, J. R. O. **Planejamento, diagramação e criação de um website para o Projeto Interpesca (CP.2016.PJ.0179)**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 4436, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/37634>. Acesso em: 26 out. 2021.

BARBOSA, F. C. S. **Uso e aplicação de ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) em projeto de conservação de Tartarugas Marinhas no estado do Ceará**. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

BECKER, M. - **Rastros de mamíferos silvestres brasileiros, um guia de campo**. 2 ed. Brasília, Ed. Univ. Brasília / IBAMA.1999.

BEDFORD, J., JOHNS, D., GREENSTREET, S., & MCQUATTERS-GOLLOP, A. **Plankton as prevailing conditions: a surveillance role for plankton indicators within the marine strategy framework directive**. Marine Policy, v. 89, p. 109-115, 2018.

BENEDET, L. et al. - **Predicting the effect of beach nourishment and cross-shore sediment variation on beach morphodynamic assessment**. Coastal Engineering, v.51, p.839-861, 2004.

BENEDET, L. - **Processes controlling beach nourishment performance at Delray Beach**. 2016. 189f. Tese – Delft University of Technology, 2016.

BENEDET, L.; FINKL, C.W.; HARTOG, W.M. - **Processes controlling development of erosional hot spots on a beach nourishment project**. Journal of Coastal Research, v.23, n.1, p.33–48, 2007.

BENEDET, L.; LIST, J.H. - **Evaluation of the physical process controlling beach changes adjacent to nearshore dredge pits**. Coastal Engineering, v.55, n.12, p.1224-1236, 2008.

BERROW, S. **Biological diversity of cetaceans (whales, dolphins and porpoises) in Irish waters**. In: Marine Biodiversity in Ireland and adjacent waters. Ulster Museum, p. 115-120, 2014.

BIRKEMEIER, W.A. - **Field data on seaward limit of profile change**. Coastal Ocean Engineering, ASCE: v.111, p.598–602, 1985.

BOAK, E.H.; TURNER, I.L. - **Shoreline definition and detection: A review**. Journal of Coastal Research, West Palm Beach (Florida), v.21, n.4, p.688-703, 2005. BIRD, E.C.F. **Coastline Changes. A Global Review**. Chichester J. Wiley. 1985.

BONETTI, J. et al. - **Spatial and numerical methodologies on coastal erosion and flooding risk assessment**. In: Finkl, C. (Ed.). Coastal Hazards. Coastal Research Library Series. Dordrecht: Springer, 2012, p.423-44.



BRADBURY, J. W.; Vehrencamp, S. L. - **Social organization and foraging in emballonurid bats**. I. Field studies. Behavioral Ecology and Sociobiology, v.1, New York: 1976, p.337-381.

BRAGA, R. – **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará** - Imprensa Oficial do Ceará - Fortaleza/Ce., 1960;

BRANDÃO, Ricardo de Lima - **Geodiversidade do estado do Ceará** / Organização Ricardo de Lima Brandão [e] Luís Carlos Bastos Freitas – Fortaleza: CPRM, 214 p. 2014.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.in.gov.br/imprensa/jsp/jsp/jornaiscompletos_leitura.jsp#pesquisa>. Acesso em: 3 maio. 2021.

BRASIL. Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro – GI-GERCO/CIRM. **Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira** – Brasília/DF, 2018. 111 p.: il ISBN 978-85-68813-13-3.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SD 24/25 Aracaju/Recife: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro. 1983, 856 p. 30 v.

BRASIL / MMA - **Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga**, Brasília, MMA. 2005.

BROWN, Lesliel H., - **Friedhelm Weick Birds of Prey of the World** - Verlag Paul Parey - Hamburg, 1980;

BRUUN, P. - **Coastal Erosion and the Development of Beach Profiles**. Technical Memorandum N° 44, Beach Erosion Board, 1954.

_____. **Seal-level rise as a cause of shore erosion**. Journal of the Waterways and Harbors Division, v.88, p. 117-130, 1962.

CÂMARA, Tudy e MURTA, R. - **Mamíferos da Serra do Cipo**. PUC Minas. MG, 2003.

CAMPBELL, T.J.; BENEDET, L. **A conceptual model for the retreat and volume loss of the Louisiana barrier islands with implications for the design of beach nourishment**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL ENGINEERING, 29., 2004. Proceedings... World Scientific. 2004a.

_____. **Beach nourishment magnitudes and trends in the U.S**. Journal of Coastal Research, SI39, p.57-64, 2004b.

CARMO, D. G.; FIRMINO, A. G. L.; SALES, I. M.; BARBOSA, F. C. S.; CESAR, J. R. O. **Consumo consciente a partir do uso de produtos envasados em embalagens de maior quantidade ou biodegradáveis**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 3, n. 1,



p. 4101, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/37299>. Acesso em: 26 out. 2021.

CARNEIRO, Alanna Cristina Araujo Loiola. **Encalhe de cetáceos na costa do Ceará**. 2021. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

CARVALHO, V.L. et al. **Lista de Mamíferos Marinhos do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/mamiferos/>. 2021. Acesso em: 04/2021

CARVALHO, A.M.; CLAUDIANO-SALES, V.; MAIA, L. P.; CASTRO, J.W.A. **Eolianitos de Flecheiras/Mundaú, Costa Noroeste do Estado do Ceará, Brasil: Registro ímpar de um paleo-sistema eólico costeiro**. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T. (Org.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, Brasília: CPRM, v.02, 2009.

CASTRO, J.W.A.; GURGEL JR, J.B.; MEIRELES, A.J.A.; GURGEL, G. A. S.; FRANKLIN, P.T. **A Influência dos Processos Litorâneos na identificação de áreas de riscos costeiro nas praias da margem oeste do rio Ceará**. In: 37º Congresso Brasileiro de Geologia, 1992, São Paulo. *Anais do 37º Congresso Brasileiro de Geologia*.

CECHIN, S. Z. e MARTINS, M. - **Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil**, *Revta. Brás. Zool.* 17 (3): 729-740, 2000.

CENTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES (CENAD). **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais: 2013**. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília: CENAD, 2013. 106p.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das Praias Litorâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo, 122 pg. 2021.

CHAVES, L. C. G; MORAES, M. P; OLIVEIRA, M. E. dos S. de; ANDRADE, J. L, S. de. **Atualização das classes de solos do município de Caucaia - Ceará, utilizando Sistema de Informação Geográfica**, FATENE, IFCE, Fortaleza, Outubro. 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. - **Geomorfologia**. 2 ed. Editora Edgard Blüncher Ltda, 1980. (Dantas et al., 2014).

COA/RN - **Relatório de Excursão Ornitológica a Estação Ecológica do Seridó, município de Serra Negra do Norte, RN.**, COA/RN., Natal, 1994.

COPOBIANCO, M. et al. - **Nourishment design and evaluation: applicability of models concepts**. *Coastal Engineering*, SI47, p.113-135, 2002.

CONFERENCE ON COASTAL CONSERVATION AND MANAGEMENT IN THE ATLANTIC AND MEDITERRANEAN An, 2005, Tavira. *Book of Abstracts...* 2005, p.327-329.

CORBIN, A. - **O território do vazio: a praia e o imaginário ocidental**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.



COSTA, Carine G. R.; NISHIZAKI, Carla.; VIEIRA, Danilo R.; SIGNORELLI, Natália T. **Método de coleta de bentos**. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2009.

COUNCIL OF EUROPE. **European Code of Conduct for Coastal Zones, CO-DBP (99)11**, Strasbourg, 1999.

DEAN, R.G. 1987. **Coastal Sediment Processes: Toward Engineering Solutions**. Proc. Coastal Sediments '87, ASCE, New York, N.Y. 1 – 24.

DEAN, R.G. - **Beach nourishment: Theory and practice**. Singapura: World Scientific Publishing Co Pte Ltd., 2002. 324p. ERGIN, A.; WILLIAMS A. T.; MICALLEFF, A. Coastal scenery: Appreciation and evaluation. Journal of Coastal Research, 22(4): 958-964, 2006. DOI: 10.2112/04-0351.1.

_____. **Beach nourishment**. In: SATO, S.; ISOBE, M. (Ed.) International compendium of coastal engineering. Singapore: World Scientific Publishing, 2015, p. 293-334.

_____. **Equilibrium Beach Profiles: Characteristics and Applications**. Journal of Coastal Research, v.7, n.1, p.53-84, 1991.

DEAN, R.G.; DALRYMPLE, A.R. - **Coastal processes with engineering applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 489p.

DELFT HYDRAULICS - **Manual on Artificial Beach Nourishment**, Centre for Civil Engineering research, codes and Specifications, Rijkswaterstaat, Report 130, 1987. 195 p.

DUNNING, J. S. - **South American Land Birds: a photographic air to identification**, Pennsylvania: Sponsored by the World Wildlife Fund, Harrowood Books., Harrowood Books, 1982, 364 p.

EMMONS, L. H. e FEER, F. - **Neotropical Rainforest Mammals, A Field Guide**. The University of Chicago Press. Chicago, 1997.

FEMAR - Fundação de Estudos do Mar - **Catálogo das estações maregráficas brasileiras**.

FERNANDES, A. e GOMES, M. A. F. - **Plantas do Cerrado no litoral cearense**. In: Congresso Nacional de Botânica, 26o, 1975, Rio de Janeiro. Anais Rio de Janeiro. Academia Brasileira de Ciências, 1977 p 167-173.

FIGUEIREDO, M.A. - 1985 - **Nordeste do Brasil Relíquias Vegetacionais no Semi-árido Cearense (cerrados)**, Revista Ciências Agrônômicas (RCA).

FINKL, C.W.; KHALIL, S.M. - **Offshore exploration for sand sources: General guidelines and procedural strategies along deltaic coasts**. Journal of Coastal Research, v.44, SI, p.203-233, 2005.

FINKL, C.W.; WALKER, H.J. **Beach nourishment**. In: SCHWARTZ, M. (Ed.). Encyclopedia of Coastal Science, Dordrecht: Springer, 2005, p. 147-161.



FIRMINO, A. G. L.; VIEIRA, J. R. B.; SILVA, R. S.; OLILVEIRA, F. P. S.; SANTOS, A. L.; CESAR, J. R. O. **Caracterização de resíduos sólidos não orgânicos coletados na praia de Iparana, município de Caucaia-Ce.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 968, 2016. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/eu/article/view/17581>. Acesso em: 26 out. 2021.

FIRMINO, A. G. L.; MEDEIROS, E. C. S.; SANTOS, A. L.; CESAR, J. R. O. **Uso de questionários como instrumento de coleta de dados de percepção sobre tartarugas marinhas.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 4307, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/29331>. Acesso em: 26 out. 2021.

FIRMINO, G. L.; NASCIMENTO, A. F.; SALES, I. M.; CESAR, J. R. O. **Uso de canudos confeccionados a partir de haste da folha de mamoeiro (Carica papaya) como alternativa de substituição aos canudos de plásticos.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 1983, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/35254>. Acesso em: 26 out. 2021.

FIRMINO, A. G. L., NASCIMENTO, A. F. do, SALES, I. M., LUZO, V. da C., CESAR, J. R. de O. - **Avaliação do lixo marinho composto de fragmentos de artes de pesca coletado na Praia de Iparana - Caucaia-Ce.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 4736, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/37934>. Acesso em: 26 out. 2021.

FORSYTH, J. M. & COOPER, W. T. - **Parrots of the World**, Australia: T. F. H. Publications, 1977

GARCIA, KARINA SANTOS ET AL. **Análise da Macrofauna Bentônica da Porção Nordeste da Baía de Todos os Santos.** Cadernos de Geociências, V. 11, N. 1-2, P. 121-134, 2014.

GEOLÓGICA, Assessoria, Projetos e Construções Ltda – **Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA/PBA) para a atividade de Requalificação dos Espigões das Avenidas Rui Barbosa e Desembargador Moreira na Beira Mar.** Fortaleza – CE. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6a ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRANTSAU, R. - **Os beija-flores do Brasil.** EXPED., São Paulo, 1990.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. - **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 9 ed. Editora Bertrand Brasil, 2009.

GURGEL, G. A. S.; PEQUENO, A. M. C. - **Estudo dos Impactos Ambientais no Complexo Litorâneo Barra do Ceará.** In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 1989, Iparana. Anais do Simpósio de Geologia do Nordeste.

HALLERMEIER, R.J. - **A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate.** Coastal Engineering, v.4, p. 253–277, 1981.

_____. **Uses for a calculated limit depth to beach erosion.** In: Coastal Engineering Conference, ASCE, 16., 1978, Hamburg, Germany. Proceedings... 1978, p.1493-1512.



HOLANDA, Samuel Freitas. **O discurso em narrativas de vida hierofônicas: construção do ethos em testemunhos de evangélicos pentecostais.** 2020. 240f - Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Linguística, Fortaleza (CE), 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/55016>. Acesso em 06 fev. 2022.

IBGE. **Censo Demográfico, 2010. Brasil**, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS. Disponível em <http://www.datasus.gov.br> [acessado em 31 de janeiro de 2022].

IBAMA, **Plano de gestão e diagnóstico geoambiental e socioeconômico da APA da Serra da Ibiapaba**, MMA / IEPS-UECE, Fortaleza, 1998.

ICCN / IBAMA - **Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara**. IBAMA, Brasília 2002.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio/MMA, 2018.

IEPRO - Instituto de Estudos Pesquisas e Projetos da UECE, LAGIZC - Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira, UECE - Universidade Estadual do Ceará. **1º Relatório Técnico de Monitoramento Socioambiental da Obra de Recuperação do Aterro da Praia de Iracema e da Construção do Aterro da Beira Mar de Fortaleza, anterior a obra**, Setembro de 2019.

INPH - Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias, 2009. **Relatório INPH: 015/2009. Levantamento batimétrico, perfis de praia e análise granulométrica na linha de costa da região de Caucaia visando à elaboração de projeto costeiro de recuperação das praias de Icaraí, Iparana e Cumbuco**.

INPH - Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias, 1998. **Relatório INPH: 038/98 – Monitoramento Ambiental da Área Marítima Adjacente a Pecém. Medições De Ondas**.

INPH - Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias, 1998. **Relatório INPH: 078/98 – Monitoramento Ambiental. Medições de Ondas – Pecém –CE**.

INPH - Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias, 1998. **Relatório INPH: 094/98 – Monitoramento Ambiental. Medições de Ondas – Pecém –CE**.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@ dados do censo demográfico 2010 por cidade**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 3 ago. 2017.

IPECE 2017. **Perfil Municipal de Caucaia**. 18 pp.

IPLANCE, **Atlas do Ceará**, Fortaleza: SEPLAN, escala 1:1.500.000, 1989, 56p.

JUCHEM, P. A. (Coordenador) - 1992 - **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**, SUREMA/GTZ, Curitiba, PR.

KENNISH, M. J. 1986. **Ecology of estuaries: biological aspects**. Boca Raton, CRC Press. 390p.



KIØRBOE, T. A **Mechanistic Approach to Plankton Ecology**. Princeton: NJ: Princeton University Press 2008. 209.

KLEIN, A.H.F.; DIEHL, F.L.; BENEDET, L. **The paradigma between beach protection and beach restoration: Case studies in Santa Catarina state, southeastern Brazil**. In: INTERNATIONAL

KLEIN, A.H.F. et al. - **Ameliorative strategies at Balneário Piçarras beach-Brazil**. In: WILLIAN, A.T., MICALLEF, A. (Org.). **Beach management: Principles and practice**. Earthscan, 2009.

_____. **Metodologia para quantificação de perigos costeiros e projeção de linhas de costa futuras como subsídio para estudos de adaptação das zonas costeiras: litoral norte da Ilha de Santa Catarina e entorno**. Florianópolis, 2016. 206p. (Relatório Técnico Final).

KLEIN, A.H.F.; MENEZES, J.T. - **Beach morphodynamics and profile sequence for a headland bay coast**. *Journal of Coastal Research, West Palm Beach (Florida)*, v.17, n.4, p.812-835, 2001.

KOMAR, P.D. - **Beach processes and sedimentation**. New Jersey: Prentice-Hall, 1976. 429p.

KRIEBEL, David, L. and Robert G. Dean., 1993. - **Convolute Method for time-dependent Beach-Profile Response**. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*. Vol. 119, No. 2.

LADONI, A. M.; ANTHONY, D.; SALEH, E. **Occurrence And Potential Risk Of Harmful Algal To The Coastal Communities In The Coastal Area Of Kota Kinabalu: A Preliminary Study**, 2014.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5a ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAM-GORDILLO O., BARING R. & DITTMANN S. 2020. **Ecosystem functioning and functional approaches on marine macrobenthic fauna: A research synthesis towards a global consensus**. *Ecol. Indic.* 115: 13.

LARENA/UFRN - **Resultados Preliminares sobre o Levantamento Faunístico da Estação Ecológica do Seridó: aracnofauna, entomofauna e ornitofauna**. UFRN, 1995.

LARENA/UFRN. - **Zoneamento Faunístico da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte, RN, 2º etapa**, IBAMA/UFRN, Natal, 1990.

LEAL, V. B. - **Os jesuítas no Ceará**. 1991 [texto online]. Disponível em: <https://www.institutodoceara.org.br/revista/Revapresentacao/RevPorAno/1991/1991-OsJesuitasnoCeara.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

LEWINSOHN, T. M. e PRADO, P. I. - **Biodiversidade Brasileira: Síntese do estado atual do conhecimento**, São Paulo. Contexto, 2002, 176p.



LIMA, R. P.; et al. **Levantamento da distribuição, ocorrências e status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus* Linnaeus, 1758) ao longo do litoral nordeste do Brasil.** Periódico Peixe-Boi, 1 (1):47-72. 1992.

LIMA F.N.T. **Discurso do Paradisiáco sobre o Litoral Leste Cearense e o surgimento do novo: o caso de Icarai-Caucaia-Ce.** Projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Linguística, 2019; p. 12.

LIMA, Jailson Cavalcante et al. **Análise Multitemporal da Variabilidade da Linha de Costa do litoral do Município de Caucaia, Ceará, Brasil.** Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 21, n. 2, p. 864-884, 2019.

LIMA-VERDE, J. Sandiogo, - **Fisiologia e etologia de algumas serpentes da chapada do Mossoró, estado do Ceará e Rio Grande do Norte (Brasil),** Bol. Zool. Biol. Marinha, N. S., Número 28, pp. 189-239, São Paulo, 1971

LIMA-VERDE, José Santiago - **Breve Introdução para o estudo das Serpentes.** Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto – SP, 1972.

LIRA, C. W. P. de. - **O Desenvolvimento socioambiental das praias do município de Caucaia-Ceará: diagnóstico integrado e projeção de cenários.** 2015. 184 f.: Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Associação Plena em Rede das Instituições, Fortaleza-CE, 2015

LOPES, F. W. R. - **Destinos turísticos e populações nativas: experiência e narrativas de mudança social.** 2019. 302f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Humanidades, Programa de Pós-graduação em Sociologia, Fortaleza, 2019.

LORENZI, Harry - **Árvores Brasileiras: Manual de Conservação e Cultivos de Plantas Arbóreas do Brasil** - vol 1 e vol 2 - 2ed. Nova Odessa, São Paulo, 2002.

MABESOONE, J. M. - **Panorama geomorfológico do nordeste brasileiro.** Geomorfologia, São Paulo, n. 56, 1978.

MABESOONE, J. M.; Campos, E.; Silva, A.; Beurlen, K. - **Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.** Rev Bras Geoc., v. 2, p. 173-190, 1972.

MACHADO, V. B. - **Mapeamento e análise de obras de engenharia costeira no litoral do estado de Santa Catarina.** 2010. 256f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia). Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI. Itajaí, SC, 2010.

MACHADO, P. A. L. - **Direito Ambiental Brasileiro.** Malheiros Ed., 4º ed., São Paulo, 1992, 606 p.

MACLEOD, M.; SILVA, C. P.; COOPER, J. A. G. A - **Comparative study of the perception and value of beaches in rural Ireland and Portugal: Implications for coastal zone management.** Journal of Coastal Research, 18(1):14-24, 2002. ISSN: 0749-0208.



MAGURRAN, A. - **Ecological diversity and its measurement**. London, Croom Helm, 179p.

MAIA, G. N. - **Caatinga árvores e arbustos e suas utilidades**, Leitura e arte editora, São Paulo, 2004.

MAIA, R. P.; Bezerra, F. H. R.; Claudino Sales, V. - **Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas**. Revista de Geografia, Recife, v. 27, n. 1, p. 6-19. 2010.

MAIA-VASCONCELOS, Sandra. **História de vida e genealogia: categoria narrativa específica em busca do tempo perdido**. Linha d'Água, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 313-328, jun. 2011.

MAINGUENEAU, Dominique. **Discurso Literário**. São Paulo: Contexto, 2016.

MAJOR, I. SALES JR. L. G. e CASTRO, R. - **Aves da Caatinga**. Fundação Demócrito Rocha. Fortaleza, 2004.

MANGOR, K. H. - **Shoreline Management Guidelines**. (2004). DHI Water and Environment. ISBN 87981950-5-0. 290 pp.

MARINO, T. R. D. - **Erosão Costeira da Praia Do Icarai, Caucaia/CE**, I Congresso Nacional de Geografia Física, Campinas – SP. 2017.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento de; SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Análise de ambientes degradados no município de Caucaia-CE** Analysis of degraded areas in the city of Caucaia-CE.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento de; SOUZA, Marcos José Nogueira de. - **Mapeamento dos Sistemas Ambientais do Município de Caucaia (CE) Utilizando Sistema de Informação Geográfica: Subsídios para o Planejamento Territorial**. Revista Brasileira de Geografia Física V 08 N 01 (2015) 025-040.

MEDEIROS, J. B. L. de P. - **Florística e Fitossociologia de uma Área de Caatinga localizada na fazenda Araçanga, município de Capistrano - Ce**. Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ce 1995, 93p. (monografia).

MEDEIROS, C. N. de; ALBUQUERQUE, E. L. S. - **Geoprocessamento Aplicado ao Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra em áreas de Preservação Permanente do Município de Caucaia, Ceará, Brasil**. Boletim Geográfico, Maringá, v. 37, n. 2, p. 94-112, 2019.

MEDEIROS, E. C. S.; SANTOS, A. L.; FIRMINO, A. G. L.; CÉSAR, J. R. O. **Registro de ocorrência e análise de nidificações da tartaruga marinha Eretmochelys imbricata, na Praia da Tabuba - Caucaia (Ce)**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 2123, 2017. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/eu/article/view/27147>. Acesso em: 26 out. 2021.

MEDEIROS, E. C. S.; SANTOS, A. L.; FIRMINO, A. G. L.; CESAR, J. R. O. **Produção científica do Projeto Interpesca em seu primeiro ano de atuação**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 1611, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/26635>. Acesso em: 26 out. 2021.



MEIRELLES, A. C. O. et al. **Cetacean strandings on the coast of Ceará, North-eastern Brazil.** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 89, n. 5, p. 1083–1090, 2009.

MELO, C. G. B.; SANTOS, A. L.; MEDEIROS, E. C. S.; LOPES, S. R.; VIEIRA, J. R. B.; CESAR, J. R. O. **Percepção do conhecimento de discentes do curso de graduação em engenharia de pesca da UFC sobre tartarugas marinhas.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 5323, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/15332>. Acesso em: 26 out. 2021.

MELLO, V. M.; FIRMINO, A. G. L.; BARBOSA, F. C. S.; CASTRO, K. S.; LIMA, E. R. B.; CESAR, J. R. O. **Alternativas sustentáveis para a substituição dos principais resíduos plásticos encontrados nas limpezas de praia realizadas pelo Projeto Interpesca/UFC.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 4, n. 7, p. 6057, 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/56388>. Acesso em: 26 out. 2021

MESQUITA, Á. de F. N. - **Diagnóstico da Reestruturação Espacial e da Dinâmica Socioambiental provocadas pelo Turismo na orla do Cumbuco – Caucaia – Ceará – Brasil.** 158f.: il., color. enc.; 30 cm. 2014.

MIN V&W. **Coastal defence after 1990, a policy choice for coastal protection.** 1st Coastal Policy Document, Ministry of Transport, Public Works and Water management, The Hague NL, 1990.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Erosão e progradação no litoral brasileiro.** Brasília, 2006a. 476p.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Lista Nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna>. Acesso em: 05 jan. 2007.

MIKE 21 SW - **(Ondas Espectrais) Fundamentação Científica.** DHI Software Manual.

MOURA, M. R. - **Dinâmica costeira e vulnerabilidade à erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aquiraz.** Tese de doutorado – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia. Fortaleza, 2012. 210 f: il. color., enc. 30cm.

MMA - **Caracterização dos ativos ambientais em áreas selecionadas da Zona Costeira Brasileira.** Brasília; PNMA, 1998.136p.

MUEHE, D. - **Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil.** Mercator, v.4, n.7, p.97-110, 2005.

NAKANO, Kazuo, Coord. - **Projeto ORLA: implementação em territórios com urbanização consolidada.** São Paulo: Instituto Polis; Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006. 80p.

NASCIMENTO, A. F.; MEDEIROS, E. C. S.; NASCIMENTO, J. C.; CESAR, J. R. O. **Grau de conhecimento dos frequentadores do litoral oeste de Fortaleza – Ceará, a respeito das**



tartarugas marinhas. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 5190, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/30214>. Acesso em: 26 out. 2021.

NASCIMENTO, J. C.; MEDEIROS, E. C. S.; NASCIMENTO, A. F.; CESAR, J. R. O. **Percepção da ocorrência de tartarugas marinhas no litoral oeste de Fortaleza – Ce.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 1548, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/26572>. Acesso em: 26 out. 2021.

NASCIMENTO, A. F.; FIRMINO, A. G. L.; SALES, I. M.; CESAR, J. R. O. **Registros de ocorrência de encalhes e ninhos de tartarugas marinhas pelo Projeto Interpesca/UFC na temporada de 2017/2018 (CP.2016.PJ.0179).** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 4521, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/37719>. Acesso em: 26 out. 2021.

NASCIMENTO, A. F.; FIRMINO, A. G. L.; SALES, I. M.; CESAR, J. R. O. **Registro de uma nidificação de tartaruga marinha na praia do cumbuco - Caucaia (Ce).** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 6057, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/39256>. Acesso em: 26 out. 2021.

NEVES, Raquel A. F.; VALENTIM, Jean L. **Revisão bibliográfica sobre a marofauna bentônica de fundos não-consolidados em áreas costeiras prioritárias para conservação no Brasil.** Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2011, 44(3): 59 - 80.

NOGUEIRA, M. R.; PERACCHI, A. L.; MORATELLI, R. - **Capítulo 5: Subfamília Phyllostominae** In: Reis et al., 2007 Morcegos do Brasil.

NOMURA, H. - **Dicionário de Peixes do Brasil.** São Paulo: Editerra Editorial, 1984.

NORDSTROM, K.F.; LAMPE, R.; JACKSON, N.L. - **Increasing the dynamism of coastal landforms by modifying shore protection methods: examples from the eastern German Baltic Sea Coast.** Environmental Conservation, v.34, p.205–214, 2007.

NORDSTROM, K.F. - **Beach and dune restoration.** New York: Cambridge University Press, 2008. 187p.

NOVELI, R. - **Aves marinhas costeiras do Brasil.** Ivo Manica Ed. Porto Alegre, 1997.

NOWAK, R. M. - **Walker's Mammals of the World**, vol 1, The Johns Hopkins University Press. Baltimore, 1991a.

NOWAK, R. M. - **Walker's Mammals of the World**, vol 2, The Johns Hopkins University Press. Baltimore, 1991b.

ODUM, E. P. - **Ecologia**, Rio de Janeiro: Ed Guanabara, 1986; 434 ROITMAN, I., et alli, Tratado de Microbiologia, vol. 1, São Paulo: Manole, S. A., 1987.

ODUM, E. P. - **Fundamentos de Ecologia.** 6ª ed, Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 2001. 434p



OLIVEIRA, M. R. L.; NICOLODI, J. L. A - **Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público.** Revista de Gestão Costeira Integrada, v. 12, p. 89-98, 2012. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-308_Oliveira.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2017.

OLIVEIRA, J. R. F. de. - **O clima da cidade de Caucaia sob uma perspectiva termodinâmica.** Dissertação (mestrado)- Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação de Geografia, Fortaleza, 2014.

OLIVEIRA, F. P. S.; SANTOS, A. L.; MEDEIROS, E. C. S.; GOMES, J. A. S.; MENEZES, T. P.; CESAR, J. R. O. **Ação do Projeto Interpesca em campanha de limpeza de praia na localidade de Icaraí, Caucaia – CE.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/56604?mode=full>. Acesso em: 26 out. 2021.

PAIVA, M. P. e CAMPOS E. - **Fauna do Nordeste do Brasil, conhecimento popular.** Banco do Nordeste do Brasil SA. Fortaleza, 1995.

PAPAVERO, Nelson. - **Fundamentos Práticos de Taxonomia Zoológica.** Ed. UNESP. São Paulo, 1994.

PAULA, D. P. - **Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para artificialização do litoral.** Revista Rede Eletrônica do PRODEMA, 9(1): 73-86. Fortaleza. 2015. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/view/306>> Acesso em: 14 maio 2021.

PAULA, D.P.; FARRAPEIRA NETO, C.A.; SOUZA, M.A.L.; DIAS, J.M.A. **Alterações morfológicas na praia do icaraí (Caucaia-Ceará) após a construção de um dissipador de energia para controle da erosão costeira.** Revista Geonorte. Edição Especial 4, V.10, N.1, p.12-16, 2014.

PAZ, F. P. - **O Morar na Praia: Transformação e Permanência na moradia litorânea em Caucaia – CE / 119f.:il. color, 2021.**

PEDRO, W. A.; Komeno, C. A. K.; Taddei, V. A. - **Morphometrics and biological notes on Mimon crenulatum (Chiroptera, Phyllostomidae).** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. V.10. Belém: 1994, p.107-112.

PILKEY, O.H. - **Coastal Erosion.** Episodes: International Geoscience News Magazine, 1991.

PROJETO ORLA - **guia de implementação/ Ministério do Meio Ambiente.** Secretaria de Qualidade Ambiental; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União. Brasília: MMA, 2005. 36p.

PROJETO ORLA: **fundamentos para gestão integrada / Ministério do Meio Ambiente;** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 74p.



PROJETO ORLA: **implementação em territórios com urbanização consolidada.** / Coordenação de Kazuo Nakano. – São Paulo: Instituto Polis; Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006. 80p.

RIDGELY, R. e TUDOR, G. - **The birds of South America**, vol I, The Oscine Passerines. Univers. Of Texas, Austin, 1994a.

RIDGELY, R. e TUDOR, G. - **The birds of South America**, vol II, The Suboscine Passerines. Univers. Of Texas, Austin, 1994b.

ROCHA-BARREIRA C.A., MONTEIRO D.O. & FRANKLIN-JUNIOR W. 2001. **Macrofauna bentônica da faixa entremarés da Praia do Futuro, Fortaleza, Ceará, Brasil.** Arq. Ciências do Mar. 34: 23–38

RODRIGUES, M. T. 2003. - **Herpetofauna da caatinga.** In: Tabarelli, M.; SILVA, J. M. C. Biodiversidade, ecologia e conservação da caatinga. UFPE: Recife, 181-236.

RODRIGUES, R. C., AMARAL, A. C. A. do, e SALES Jr., L. G. - **Aves do Maciço de Baturité**, IBAMA, João Pessoa, 2004.

ROSAIR, D e COTTRIDGE, - **Photographic guide to the Shorebirds of the World**, Facts On File, London, 1995.

RUFINO, L. A.; SANTOS, A. L.; SANTOS, R. C. S.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B.; CESAR, J. R. O. **A importância dos exames necroscópicos para as ações de conservação de tartarugas marinhas.** Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 4893, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/14902>. Acesso em: 26 out. 2021.

RUGGIERO, P., P.D. Komar, W.G. McDougal, J.J. Marra and R. A. Beach. (2001) **Wave Run up, Extreme water levels and the erosion of properties Backing Beaches.** Journal of Coastal Research, Vol. 17, No. 2, pp. 407 – 419.

SALES, F. M. de S. - **Ações de educação em saúde para prevenção e controle da dengue: um estudo em Icaraí, Caucaia, Ceará.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 13, p. 175-184, 2008.

SALES JÚNIOR, L. G. - **Estudo Fitofisiográfico da área de em torno dos açudes Gavião-Riachão-Pacoti (Pacajus e Pacatuba - CE.), com propostas de manejo e conservação do solo, brochura.** Curso de especialização: Análise Ambiental Urbana, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE 1993, 154p. defesa de monografia.

SALES JÚNIOR, L. G. - **Análise do Metabolismo de Ambientes Lacustres, no Semi-Árido Cearense, Através da Compreensão dos Aspectos Limnológicos e de suas Aves Aquáticas.** Fortaleza-Ce., defesa de dissertação de Mestrado, Curso de Mestrado em Engenharia Civil com área de concentração em Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Ceará, 1998, 226p.

SANHOTENE, M. do C. - **Frutíferas Nativas Úteis à Fauna na Arborização Urbana.** Sagra, Porto Alegre, 1989.



SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2004.

SANTOS, A. L.; SILVA, H. C. H.; SANTOS, R. C. S.; RUFINO, L. A.; OLIVEIRA, F. P. S.; CESAR, J. R. O. **Extensão pesqueira para a conservação de tartarugas marinhas em Fortaleza e região metropolitana** (CP.2016.PJ.0179). Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 3812, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/15852>. Acesso em: 26 out. 2021.

SANTOS, R. C. S.; SANTOS, A. L.; OLIVEIRA, F. P. S.; RUFINO, L. A.; LOPES, S. R.; CESAR, J. R. O. **Ocorrência de encalhes de tartarugas marinhas na região metropolitana de Fortaleza entre junho e setembro de 2016**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 3976, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/16016>. Acesso em: 26 out. 2021.

SANTOS, A. L.; RUFINO, L. A.; OLIVEIRA, F. P. S.; SANTOS, R. C. S.; CESAR, J. R. O. **Percepção ambiental de estudantes de engenharia de pesca sobre os impactos da pesca fantasma em populações de tartarugas marinhas no Ceará**. Congresso Brasileiro de Oceanografia, Salvador, v. 1, n. 1, p. 529, 2016. Disponível em: http://www.aoceano.com/site/images/pdf/livro_resumos_cbo_2016.zip. Acesso em: 26 out. 2021.

SANTOS, A. L.; RUFINO, L. A.; FEITOSA, A. F.; NASCIMENTO, A. L. O.; CESAR, J. R. O. **Poluição marinha: análise qualitativa do lixo em área de nidificação de tartarugas marinhas na Sabiaguaba, em Fortaleza-ce**. Congresso Brasileiro de Oceanografia, Salvador, v. 1, n. 1, p. 770, 2016. Disponível em: http://www.aoceano.com/site/images/pdf/livro_resumos_cbo_2016.zip. Acesso em: 26 out. 2021.

SANTOS, A. L.; MEDEIROS, E. C. S.; CESAR, J. R. O. **Análise da ocorrência de encalhes de tartarugas marinhas na região metropolitana de Fortaleza na temporada 2016/2017**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 754, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/25777>. Acesso em: 26 out. 2021.

SANTOS, A. L.; CESAR, J. R. O. **Protocolo para o atendimento de encalhes de tartarugas marinhas: uma abordagem prática de atividades de campo**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 3060, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/28084>. Acesso em: 26 out. 2021.

SANTOS, I. C. M.; SANTOS, A. L.; SANTOS, A. L.; CESAR, J. R. O. **Ação do Projeto Interpesca no trote solidário de limpeza de praia para os alunos ingressantes no curso de Engenharia de Pesca da UFC em 2017.1**. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 3580, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/28604>. Acesso em: 26 out. 2021.

SANTOS, A. L.; MEDEIROS, E. C. S.; CESAR, J. R. O. **Projeto Interpesca: ensino, pesquisa e extensão para a conservação de tartarugas marinhas em Fortaleza e região metropolitana** (CP.2016.PJ.0179). Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 3977, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/29001>. Acesso em: 26 out. 2021.



SCHAUENSEE, R. M. e PHELPS, W. H. Jr. - **A Guide to the Birds of Venezuela**. New Jersey, Princeton University Press, 1978. 424 p. il.

SCHERER, M. - **Gestão de praias no Brasil: Subsídios para uma reflexão**. Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management, v.13, n.1, p.3-13, 2013.

SECRETARIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO - **Manual de regularização fundiária em terras da União**. Orgs. Nelson Saules Júnior e Mariana Levy Piza Fontes. São Paulo: Instituto Polis; Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006. 120p.

SEMACE. **Reestruturação e atualização do mapeamento do projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará – zona costeira e unidades de conservação costeiras- Relatório final de caracterização ambiental e dos mapeamentos** / Superintendência Estadual do Meio Ambiente; GEOAMBIENTE – Fortaleza: SEMACE, 2016.

SEMACE. **Zoneamento Ecológico Econômico do Ceará – Zona Costeira**. Superintendência Estadual de Meio Ambiente; Instituto de Ciências do Mar. Fortaleza: SEMACE, 2006.

SEMACE, **Levantamento preliminar da vegetação e avifauna do Parque Botânico do Ceará**, SEMACE, Fortaleza, 1998.

SEMACE. **Política Estadual para a preservação de Manguezais e estuários do Ceará (Proposta)**. Fortaleza: Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), 1990. 32p.

SFORZA, R.; MARCONDES, A. C. J.; PIZETTA, G. T. - **Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas - Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de Empreendimentos Costeiros e Marinhos**. Brasília: ICMBio, 2017. 130 p. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoesdiversas/guia_licenciamento_tartarugas_marinhas_v8.pdf. Acesso em: 26 out. 2021.

SIAGAS. **Sistema de informações de águas subterrâneas. Serviço Geológico do Brasil - SGB**. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>. Acessado em: Março, 2021.

SICK, Helmut - **Ornitologia Brasileira**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1997.

SICK, Helmut - **Ornitologia Brasileira, uma introdução** - Ed. Universidade de Brasília - Brasília, 1985.

SILVA, Anderson Marinho da; et al. - **Paisagem e Turismo: Qualidade Visual da Praia do Cumbuco - Caucaia/CE**. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, n. 11, p. 139-150, 2020.

SILVA, Jéssica Freitas e. **Doenças do aparelho respiratório em Caucaia/CE: repercussões do clima e das condições socioambientais na saúde pública do município**. 2020. 93 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

SILVA, R. S.; SANTOS, A. L.; FIRMINO, A. G. L.; OLIVEIRA, F. P. S.; VIEIRA, J. R. B.; CESAR, J. R. O. **Análise e caracterização qualitativa dos resíduos sólidos encontrados nas adjacências da Lagoa da Barra Nova, Icaraí, Caucaia-Ce**. Revista Encontros Universitários da



UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 3561, 2016. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/eu/article/view/15601>. Acesso em: 26 out. 2021.

SILVA, M. L. G.; GURGEL, G. A. S.; VASCONCELOS, F. P.; CORREIA, L. J. A.; SILVEIRA, A. P.; ROCHA, C. S.; BASTOS, A. M.; SANTOS, D. V.; MORAIS, J. S. D.; BARRA, O. A. O. L.; DIAS, D. F. F.; CASEMIRO, M. B.; COSTA, A. B.; AMARAL, D. N.; RIBEIRO, M. A.. **Impactos ambientais ocasionados pelo crescimento de empreendimentos turísticos na vila do Cumbuco, Caucaia-Ce.** In: XVIII Congresso Latino Americano de Ciências del Mar-COLACMAR 2019, 2019, Mar del Plata, Argentina. Libro de Resúmenes. Mar del Plata, 2019. v. 1. p. 563-563.

SILVA A.F., FRANKLIN-JUNIOR W. & ROCHA-BARREIRA C.D.A. 2017. **Variação em pequena escala da macrofauna bentônica em uma planície de maré do estuário do Rio Pacoti - Ceará, Brasil.** Arq. Ciências do Mar. 50: 107–123.

SHORT, A.D. - **Handbook of beach and shoreface morphodynamics.** New York: John Wiley & Sons, 1999. 379p.

SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; ELIAS, D. S. (Orgs.) - **Panorama da Geografia Brasileira I.** São Paulo: Annablume, 2006. p. 277-317.

SILVA I.R., BITTENCOURT A.C.S.P., DOMINGUEZ J.M.L., SILVA, S.B.M. e. - **Uma Contribuição à Gestão Ambiental da Costa do Descobrimento (Litoral Sul do Estado da Bahia): Avaliação da Qualidade Recreacional das Praias.** 2003.

SILVESTER, R.; HSU, J. R. C. - **Coastal stabilization. Advanced Series on Ocean Engineering,** v.14. Singapore: World Scientific, 1997. 578p.

SOUSA, R.R.C.; SANTOS, A. L.; CESAR, J. R. O.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B. **Educação ambiental e atuação política aplicada proteção de Tartarugas marinhas nas unidades de conservação da Sabiaguaba.** Congresso Brasileiro de Oceanografia, Salvador, v. 1, n. 1, p. 534, 2016. Disponível em: http://www.aoceano.com/site/images/pdf/livro_resumos_cbo_2016.zip. Acesso em: 26 out. 2021.

SOUZA, M. J. N. de; MEDEIROS, C. N. de; GOMES, D. D. M.; ALBUQUERQUE, E. L. S.; ADERALDO, P. I. C. - **Mapeamento de unidades ambientais do município de Caucaia (CE) através de técnicas de geoprocessamento: Subsídios para o ordenamento territorial.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SOUZA, C. R. G. - **A erosão nas praias do estado de São Paulo: Causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco.** In: BONONI, V. L. R.; SANTOS JÚNIOR, N. A. (Orgs.). Memórias do conselho científico da Secretaria do Meio Ambiente: A síntese de um ano de conhecimento científico acumulado. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009a.

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



SOUZA, M. A. de L. - **Benefícios ambientais no controle de erosão costeira com o uso do dissipador de energia “bagwall” no litoral de Alagoas.** 2008. Disponível em: <<https://outlook.live.com/owa/?path=/attachmentlightbox>>. Acesso em: 16 maio 2021.

STANLEY, D. J. - **Eastern Mississippi delta: late Wisconsin unconformity, overlying transgressive facies, sea level and subsidence.** Engineering Geology, v.45, p.359-381, 1996.

STIVE, J. F. et al. A new alternative to saving our beaches from sea-level rise: The sand engine. Journal of Coastal Research, v.29, n.5, p.1001-1008, 2013.

STROHAECKER, T. M.; TOLDO JR., E. E. - **Medidas não estruturais de proteção à costa: O caso do município de Capão da Canoa no litoral norte do estado do Rio Grande do Sul.** In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMERICA LATINA, 12, 2009, Montevideo. Anais... 2009.

SUDEC - **Atlas do Ceará,** Fortaleza, 1986.

SUDEC - **Programa de avaliação do potencial dos recursos naturais em áreas do litoral cearense - CDU - Fortaleza/Ce.,** 1976;

SUDEC - **Área de Proteção Ambiental “Jericoacoara”, Contribuição ao Estudo de Bases e perspectivas para o Desenvolvimento Integrado,** Fortaleza: UECE/SUDEC/SEMA/GTZ, 1985.

TUTTLE, M. D. & Ryan, M. J. - **Bat predation and the evolution of frog vocalizations in the Neotropics.** Science, v.214. Washington, 1981. p. 677-678.

UECE/SUBIN - **Contribuição ao Estudo Integrado da Paisagem e dos Ecossistemas de área do Município de Aquiraz/Ceará;** relatório final. Fortaleza: UECE, 1983.

UNESCO. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. **What are harmful algae** Disponível em: http://hab.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=16. Acesso: 17 fev. 2019.

URRY, J. - **O olhar do turista: lazer e viagens nas sociedades contemporâneas.** São Paulo: Studio Nobel: SESC, 2001.

VANZOLINI, P. E. 1978 - **On south american Hemidactylus (Sauria, Gekkonidae).** Papéis Avulsos de Zoologia. 31(20):307-343.

VANZOLINI, P. E.; RAMOS-COSTA, A. M.; VITT, L. J. 1980. - **Répteis das Caatingas.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 161 p.

VASCONCELOS, R. G. F. - **Estudo do fenômeno da erosão marinha na praia de Icaraí no município de Caucaia - Ceará.** 2010. 61 f. Monografia (Especialização em Segurança Pública e Defesa Civil) – Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza - FAMETRO, Fortaleza - CE.

VASCONCELOS, Sandra Maia F. **Clínica do discurso: a arte da escuta /** Sandra Maia F. Vasconcelos. - Fortaleza: Premium, 2005.



VASCONCELOS, Sandra Maia Farias; VASCONCELOS, Fábio Perdigão; TAVARES, Maria Leidiane; REBOUÇAS, Roberto Bruno Moreira. **Estudo semiótico da paisagem: as histórias dos moradores da praia do Titãozinho (Fortaleza/CE)**. Intersecções: Revista de Estudos sobre Práticas Discursivas e Textuais, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 154-169, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/18210>

VASCONCELOS, Sandra Maia Farias; OLIVEIRA, Débora Maria da Costa. **Minha casa não é minha e nem é meu esse lugar: memórias dos idosos ao relento de abrigos de luxo**. Gláuks: Revista de Letras e Artes. v.19; n.1jan/jun. 2019. p.101-120. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53302>. Acesso em 04 fev. 2022.

VIANA, T. F. - **Manifesto: os 77 anos do desastre silencioso da praia do Icaraí**. 2015. Disponível em: <<http://www.blogdecaucaia.com/2015/02/imaginacaucaia-manifesto-os-77-anos-do.html>>. Acesso em: 20 maio 2021.

VIANA, Monalisa Freitas. **Com vista para o mar: produção da imagem vendável de Fortaleza (Ceará, Brasil)**. Turismo & Sociedade. Curitiba, v. 5, n.1, p. 37-57, abril de 2012.

VIANA M.G., ROCHA-BARREIRA C.A. & GROSSI HIJO C.A. 2005. **Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebenção da praia de Paracurú (Ceará-Brasil)**. Brazilian J. Aquat. Sci. Technol. 9: 75–8

VILLAFANE, V. R.; REID, F. M. H. **Metodos de microscopia para la cuantificacion del fitoplâncton**. In: ALVEAL, K.; FERRARIO, M. R.; OLIVEIRA, E. C.; SAR, E. (Ed.). Manual de metodos ficologicos. [S.I.: s.n.], 1995

VINCE, M. - **Softbills, care breeding and conservation**. Hancock House Publishers, Surrey, 1996.

WITHERINGTON, B. E. & MARTIN, R. E. 1996. - **Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtle nesting beaches**. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2. 73 p.

WHITE, G. F. - **Natural Hazards Management in the Coastal Zone**. Shore e Beach, 1978.

WIEGEL, R.L. - **Beaches – Tourism – Jobs**. Shore & Beach, 1994.



EQUIPE TÉCNICA

O Estudo de Impacto Ambiental - EIA para a implantação do Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, localizado nos Bairros Praia do Pacheco, Icaraí e Praia da Tabuba, no Município de Caucaia, foi elaborado pelo Instituto de Estudos, Pesquisas e Projetos da Universidade Estadual do Ceará – UECE, através do Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira - LAGIZC, tendo também a participação dos laboratórios LORNISA – Laboratório de Ornitologia e Sistemática Animal da UECE, da GELDA - Grupo de Estudos em Linguística e Discurso Autobiográfico e do GENAQUA – Laboratório de Genética e Biotecnologia Aplicada da Universidade Federal do Ceará – UFC, tendo como equipe técnica composta pelos seguintes profissionais:

Fábio Perdigão Vasconcelos

Engenheiro de Pesca
Doutor em Ciências da Terra /
Oceanografia Ambiental Costeira
CREA N° 7752

João Barros Gurgel Júnior

Geólogo Sênior
Especialista em Manejo Ambiental

Luís Parente Maia

Doutor em Geologia
CREA-CE 13.600-D

Gustavo Amorim Studart Gurgel

Geólogo – CREA 9259-D – CE
Mestre em Ciências Geológicas
Doutorando em Geografia/UECE

Sandra Maia Farias Vasconcelos

Graduada em Letras
Doutora em Ciências da Educação



Adely Pereira Silveira

Geógrafa - Especialista em Planejamento e
Gestão Ambiental/UECE,
Mestre em Geografia,
Doutoranda em Geografia/UECE
CREA/CE nº 327101

Luís Gonzaga Sales Júnior

Biólogo - Mestre em Saneamento Ambiental
CRBio nº 5554/5-D

Igor Monteiro Silva

Cientista Social
Doutor em Sociologia – UFC

Ana Cássia Lopes

Tecnólogo em Gestão Ambiental
CREA/CE nº 349317

Heloisa Rodrigues Correia

Graduada em Ciências Contábeis
Técnica em Segurança do Trabalho
Registro nº 0019966/CE

Emmanuel de Sousa Sampaio

Auxiliar de Técnico de Segurança



Samuel Freitas Holanda
Doutor em Linguística

Débora Maria da Costa Oliveira Holanda
Graduanda em Letras/UFC

Kennedy Ferreira Lima
Advogado OAB/CE 10.914

Marcelo Torres
M.Sc. em Engenharia Pesca, Crea: 9818-D

Matheus de Oliveira Fortaleza
Biólogo, CRBio-05 114.551/05-D

Ian Toscano Pinheiro Ribeiro
Licenciado em Biologia

Mariana Silva Alves Barbosa
Bióloga
Mestre em Ciências Veterinárias



LAGIZC – Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira

Fabíola Mota Pontes

Geografia/UECE

Fabíola Mota Pontes

Herlane Cabral da Silva

Geografia/UECE

Herlane Cabral da Silva

Yammê Batista Joca

Geografia/UECE

Yammê Batista Joca

Danilo Vieira dos Santos

Licenciado em Geografia
Mestrando em Geografia/UECE

Danilo Vieira dos Santos

Consultores Externos

José Renato de Oliveira César

Pós-Doutor em Engenharia de Pesca
PhD em Bioengenharia
Mestre em Engenharia de Pesca
Bacharel e Lic. Pleno em Ciências Biológicas

José Renato de Oliveira César

Equipe GENAQUA/INTERPESCA

Ana Gardênia Luzo Firmino
Aluna de Engenharia de Pesca/UFC

Ana Gardênia Luzo Firmino

Amanda Fontenele Nascimento
Aluna de Engenharia de Pesca/UFC

Amanda Fontenele do Nascimento

Francisco das Chagas Silva Barbosa
Aluno de Engenharia de Pesca/UFC

Francisco das Chagas S Barbosa

Karén dos Santos Castro
Aluna de Engenharia de Pesca/UFC

Karén dos Santos Castro



Equipe do INPH - Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (projeto)

Engo Domenico Accetta
Coordenador-Geral do INPH

Engo Paulo César da Silva Freire
Coordenador de Pesquisas

Equipe:

Engo Domenico Accetta
Engo Wagner Santos Scisínio Dias
Enga Berenice Mota Vargas
Engo Valtair Paes Leme Pires
Ocean. Rafael Bruno P. L. de Oliveira
Ocean. Priscila Ferreira Schilithz
Tec. Aluizio dos Santos Araújo
Téc. Roberto Machado Pinto

Estagiários:

Ana Carolina Gonçalves - Biologia
Thaís Ribeiro Montenegro - Geografia

Parcerias

DHI - Water - Environment – Health
Dr. Berry Elfrink (Consultor)
Universidade do Estado do Ceará