



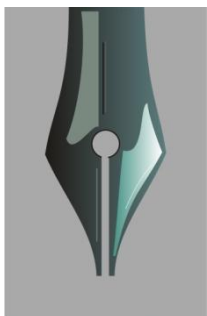
Relatório de Avaliação Ambiental - RAA PORTO DE NATAL

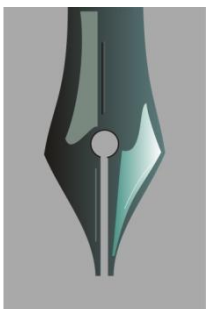


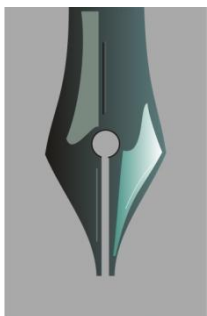
Tomo I

2012

Rev. B (2015)

 FAPEU	Relatório Final		
	Empreendimento	Porto de Natal	Páginas 582
	Empreendedor	Secretaria de Portos da Presidência da República - SEP/PR	
	Instituição Consultora	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária - FAPEU	
Relatório de Avaliação Ambiental - RAA (Porto de Natal)			
TOMO I			
Em atendimento a Informação Técnica emitida pelo Núcleo de Estudos Técnicos de Alta Complexidade - NETAC do IDEMA, datado de 25 de Abril de 2014.			
Rev. B	Índice de Revisões		
Tomo I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descrever e justificar de forma clara e objetiva a All do Meio Biológico do porto (Item 9 da Informação Técnica (IT), considerando que a justificativa apresentada não atende ao que foi solicitado; 2. Apresentar proposição de adequação do sistema de drenagem das águas superficiais da área, de forma a evitar empoçamentos, ou lançamento de águas com qualidade incompatível no rio Potengi, considerando dentre outros, os seguintes aspectos: <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Readequação da estrutura para que o efluente líquido gerado nas instalações físicas dos Pátios Sul, Central e Norte tenham qualidade suficiente para o lançamento posterior na rede pública (conforme relatado no Documento Resposta - Fl. 1854 dos Autos); 2.2 Definição de área específica para lavagem de <i>containers</i>, com a respectiva definição do destino final, que deverá levar em consideração os aspectos ambientais da área e legislação ambiental específica; 2.3 Apresentação dos respectivos projetos executivos, acompanhados de memorial descritivo e de cálculo, plantas cortes, detalhes e ART do profissional responsável. 3. Apresentar informações detalhadas sobre os efluentes líquidos gerados nas operações realizadas a bordo das embarcações (tanque de dejetos, água de lastro, etc), inclusive, o destino final dos respectivos efluentes, especificando os procedimentos adotados atualmente pelo Porto e pelas demais empresas relacionadas, e os em proposição, observando o disposto na Resolução Nº 2190 de 28 de julho de 2011 da ANTAQ e a NORMAM-20/DPC da Marinha do Brasil; 4. Complementar o tópico 2.6 do RAA, que trata sobre "Emissões Atmosféricas", apresentando os resultados primários (dados medidos), referentes ao monitoramento da qualidade do ar, em cada ponto de amostragem realizado, os quais subsidiaram a comparação com os padrões de classificação da qualidade do ar conforme o estabelecido na Resolução CONAMA nº 03/90. 		

 FAPEU	Relatório Final		
	Empreendimento	Porto de Natal	Páginas 582
	Empreendedor	Secretaria de Portos da Presidência da República - SEP/PR	
	Instituição Consultora	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária - FAPEU	
Relatório de Avaliação Ambiental - RAA (Porto de Natal)			
TOMO I			
Em atendimento a Informação Técnica emitida pelo Núcleo de Estudos Técnicos de Alta Complexidade - NETAC do IDEMA, datado de 25 de Abril de 2014.			
Rev. B	Índice de Revisões		
PGRS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Declaração ou contrato da cooperativa informando o tipo de atividade realizada, frequência de recebimento dos resíduos, volume e classificação dos resíduos recebidos; 2. Declaração da empresa responsável pela coleta, transporte e disposição final de pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, informando também o tipo de disposição; 3. Declaração das empresas envolvidas no gerenciamento dos resíduos sólidos do Porto, informando o tipo de atividade realizada, volume e classificação dos resíduos; 4. Declaração do Aterro Metropolitano de Ceará Mirim informando o tipo e volume de resíduo encaminhado pelo Porto; 5. Licenças ambientais das empresas prestadoras de serviços envolvidas no gerenciamento dos resíduos sólidos decorrentes das atividades do Porto (coleta interna, acondicionamento, transporte e destinação final); 6. Responsável técnico pela execução do correto gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em decorrência das atividades do Porto, conforme preconizado no Art 6º da Resolução CONAMA nº 5/1993, que dispõe sobre a definição de normas mínimas para tratamento de Resíduos Sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos e Art 6º da RDC nº 56/2008, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento dos Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegários; 7. Comunicar qual a situação atual, no que se refere a retirada dos resíduos de minério de ferro, conforme Ofício encaminhado pela Diretoria Geral do IDEMA (Ofício nº 185/2014 – DG, em 10 de fevereiro de 2014); 8. Esclarecimento se os resíduos recicláveis coletados no Porto são encaminhados à cooperativa de catadores de resíduos sólidos conforme informação constante no PGRS (Pág. 05 – Fl. 2643 dos Autos). Caso o encaminhamento dos resíduos às cooperativas de catadores seja realizado. Apresentar informação sobre a coleta e transporte desses resíduos recicláveis até a cooperativa; 9. Esclarecimento referente as medidas para o correto gerenciamento de pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes usadas (Pág. 05 – Fl. 2643 dos Autos); 10. Atualização da planta de acondicionadores de resíduos sólidos, considerando a inclusão de coletores específicos para que a segregação dos resíduos descrita na Tabela 7 do PGRS (Pág. 19 – Fl. 2657 dos Autos) seja efetivamente realizada. A planta atualizada deve contemplar ainda: <ul style="list-style-type: none"> • Ponto de coleta para pilhas e baterias usadas; • Coletores brancos para resíduos ambulatoriais/laboratoriais; • Conjunto de coletores para coleta seletiva no corredor principal. 11. Correção da Tabela 6 (Pág. 17 – Fl. 2655 dos Autos); 12. Sobre manejo dos resíduos sólidos, informar sobre: 		

 FAPEU	Relatório Final		
	Empreendimento	Porto de Natal	Páginas 582
	Empreendedor	Secretaria de Portos da Presidência da República - SEP/PR	
Instituição Consultora	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária - FAPEU		

Relatório de Avaliação Ambiental - RAA (Porto de Natal)
TOMO I

Em atendimento a Informação Técnica emitida pelo Núcleo de Estudos Técnicos de Alta Complexidade - NETAC do IDEMA, datado de 25 de Abril de 2014.

Rev. B	Índice de Revisões
	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta e disposição final dos resíduos do Grupo A; • Tratamento e disposição final dos resíduos do Grupo B; • Coleta e transporte dos resíduos do Grupo D, tratamento do rejeito comum e disposição final para os resíduos recicláveis; • Acondicionamento, coleta, tratamento e disposição final de resíduos do Grupo E. <p>13. Apresentar medidas para o correto gerenciamento de cargas em perdimento no PGRS;</p> <p>14. Apresentar alteração na localização dos coletores de papel locados próximos ao hidrante (conforme consta na Informação Técnica emitida pelo IDEMA – FIs. 2735 a 2740 dos Autos);</p> <p>15. Complementar o PGRS, apresentando descrição detalhada do manejo dos resíduos sólidos das embarcações, tomando como base a Resolução Nº 2190 de 28 de julho de 2011 da ANTAQ.</p>

	Original	Rev. A	Rev. B
Data da Execução	2012	2013	2015
Execução	Equipe Técnica	Equipe Técnica	Equipe Técnica
Verificação	CODERN	CODERN	
Aprovação			

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEQUA	- Associação Brasileira de Estudos do Quaternário
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	- Massa D'água Costeira
ADA	- Área Diretamente Afetada
AEIS	- Áreas Especiais de Interesse Social
AID	- Área de Influência Direta
All	- Área de Influência Indireta
ANTAQ	- Agência Nacional de Transporte Aquaviário
ANVISA	- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APA	- Área de Proteção Ambiental
APP	- Áreas de Preservação Permanente
AS	- Semi-Árido
ATS	- Massa D'água Tropical de Superfície
BSH	- Tropical Litorâneo
BW	- Corredores de Vento ou <i>Blowouts</i>
CAERN	- Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAP	- Conselho de Autoridade Portuária
CNEN	- Comissão Nacional de Energia Nuclear
CO	- Monóxido de Carbono
CODERN	- Companhia Docas do Rio Grande do Norte
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
COORMA	- Coordenação de Meio Ambiente
COSERN	- Companhia Energética do Rio Grande do Norte
COT	- Carga Orgânica Total
CPRM	- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPTEC	- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DA	- Campos Dunas Ativas
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	- Campo de Dunas Fixas por Vegetação
DHN	- Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil
DJ	- Domínio Jaguaribeano



DOU	- Diário Oficial da União
DPS	- Domínio Rio Piranhas-Seridó
DSJ	- Domínio São José do Campestre
DV	- Campo de Dunas Parabólicas Avermelhadas
Eh	- Potencial Eletrolítico
EMBRATEL	- Empresa Brasileira de Telecomunicações S/A
EPA/US	- <i>Environmental Protection Agency</i>
EPARN	- Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte
FAPERN	- Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte
FAPEU	- Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária
FEEMA	- Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente
FEPAM	- Fundação Estadual de Proteção Ambiental - RS
FISPQ	- Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico
GAC	- Grupo de Artilharia Campanha
GEPLAN	- Gerência de Planejamento
GLP	- Gás Liquefeito de Petróleo
GPS	- Sistema de Posicionamento Global
GRPU	- Gerência Regional do Patrimônio da União
HC	- Hidrocarbonetos
HIS	- Habitação de Interesse Social
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA	- Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
IES	- Índice de Exclusão Social
IMO	- <i>International Maritime Organization</i>
INEP	- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPH	- Instituto de Pesquisas Hidroviárias
IQA	- Índice de Qualidade de Água

IQAr	- Índice de Qualidade do Ar
IV	- Índice de Vulnerabilidade
LI	- Linhas de Instabilidades
LRO	- Licença de Regularização de Operação
LV	- Latossolos Vermelho-Amarelos
MDS	- Ministério de Desenvolvimento Social e Combate a Fome
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
MOD	- Matéria Orgânica Dissolvida
MOP	- Matéria Orgânica Particulada
MP	- Material Particulado
<i>MRI</i>	- <i>Midwest Research Institute</i>
NBR	- Norma Brasileira de Regulamentação
NCA	- Nível de Critério de Avaliação
NETAC	- Núcleo de Estudos Técnicos de Alta Complexidade
NO	- Monóxido de Nitrogênio
NOx	- Óxidos de Nitrogênio
NR	- Nível de Redução
<i>NSF</i>	- <i>National Sanitation Foundation</i>
OD	- Oxigênio Dissolvido
OGMO	- Órgão Gestor de Mão de Obra
<i>PABX</i>	- <i>Private Automatic Branch Exchange</i>
PBA	- Plano Básico Ambiental
PBRA	- Plano Básico de Regularização Ambiental
PDN	- Plano Diretor de Natal
PDZ	- Plano de Desenvolvimento e Zoneamento
PEI	- Plano de Emergência Individual
<i>PEL</i>	- <i>Probable Effect Level</i>
PETROBRAS	- Petróleo Brasileiro S/A
PGB	- Programa Geologia do Brasil
PGRS	- Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIC	- Programa de Incentivo a Cabotagem
PMN	- Prefeitura Municipal de Natal
PORTOBRAS	- Empresa de Portos do Brasil

PQAr	- Padrões de Qualidade do Ar
PRAC	- Plano de Reabilitação de Áreas Centrais
PRGAP	- Programa Federal de Apoio à Regularização e Gestão Ambiental Portuária
PRONAR	- Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PRONARP	- Programa Nacional de Regularização Ambiental Portuária
QAV	- Querosene de Aviação
RAA	- Relatório de Avaliação Ambiental
RESPORTOS	- Programa de Conformidade do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Marítimos Brasileiros
RMN	- Região Metropolitana de Natal
RN	- Rio Grande do Norte
SD	- Superfície de Dunas Arrasadas
SEDEC	- Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico
SEMARH	- Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SEMURB	- Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal
SEP/PR	- Secretaria de Portos da Presidência da República
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SO ₂	- Dióxido de Enxofre
SPE	- Sociedade de Propósito Específico
t	- Tonelada(s)
TECNOAMBIENTE-BR	- Empresa de Consultoria, Auditoria e Tecnologia Ambiental Ltda
TEL	- <i>Threshold Effect Level</i>
TEU	- <i>Twenty-Foot Equivalent Unit</i>
TR	- Termo de Referência
TRANSPETRO	- Petrobras Transporte S.A
TSMs	- Temperaturas da Superfície do Mar
TTG	- Trondhjemítica-tonalítica-granodiorítica
UC	- Unidades de Conservação
UFRN	- Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC	- Universidade Federal de Santa Catarina
UV	- Ultra Violeta



VCAS	- Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
WRAP	- <i>Western Regional Air Partnership's</i>
ZCIT	- Zona de Convergência Intertropical
ZCPJC	- Zona de Cisalhamento Picuí - João Câmara
ZPA	- Zona de Proteção Ambiental
ZTM	- Zona de Turbidez Máxima



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

LISTA DE FIGURAS TOMO I

FIGURA 1 - DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO - 22 DE JANEIRO DE 1922	40
FIGURA 2 - VISTA DA MARGEM DIREITA DO RIO POTENGI E INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS	41
FIGURA 3 - VISTA DO CAIS DO PORTO DE NATAL	42
FIGURA 4 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PORTO DE NATAL	44
FIGURA 5 - DIAGRAMA DA ESTRUTURA ADMINISTRATIVA E DE GESTÃO DA CODERN.....	46
FIGURA 6 - PORTO ORGANIZADO DE NATAL	48
FIGURA 7 - ÁREAS DE FUNDEIO DO PORTO DE NATAL	50
FIGURA 8 - BACIA DE EVOLUÇÃO DO PORTO DE NATAL	51
FIGURA 9 - CANAL DE ACESSO MARÍTIMO DO PORTO DE NATAL.....	52
FIGURA 10 - ÁREAS DE INSTALAÇÃO DO PORTO DE NATAL.....	54
FIGURA 11 – INSTALAÇÕES FÍSICAS DO PORTO DE NATAL (BERÇOS 01, 02 E 03)	56
FIGURA 12 – INSTALAÇÕES FÍSICAS DO PORTO DE NATAL (ARMAZÉNS E GALPÕES).	58
FIGURA 13 – INSTALAÇÕES FÍSICAS DO PORTO DE NATAL (PÁTIOS NORTE, CENTRAL E SUL)	60
FIGURA 14 - INSTALAÇÕES FÍSICAS DO PORTO DE NATAL (SEDE ADMINISTRATIVA, INSTALAÇÕES DE APOIO, ÁREA CODERN, SETOPE).....	62
FIGURA 15 - HIDROGRAFIA DA BACIA DO RIO POTENGI.....	64
FIGURA 16 - ACESSOS RODOVIÁRIOS E VIAS INTERNAS DE CIRCULAÇÃO DO PORTO DE NATAL	67
FIGURA 17 - ACESSO FERROVIÁRIO AO PORTO DE NATAL	68
FIGURA 18 - ÁREA NÃO INTERLIGADA AO PORTO DE NATAL	70
FIGURA 19 - PRINCIPAIS PONTOS DE PESCA DO MUNICÍPIO DE NATAL	73
FIGURA 20 - ZONAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	75
FIGURA 21 - LOCALIZAÇÃO COMUNIDADE DO MARUIM.....	77
FIGURA 22 - MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE NATAL	79
FIGURA 23 - ROCHAS PRAIAIS NA PRAIA DO FORTE, NATAL-RN.....	80
FIGURA 24 - GUINDASTE TIPO PORTALINO	95
FIGURA 25 - GUINDASTE <i>REACH STACKER</i>	96
FIGURA 26 - GUINDASTE <i>TOP LOADER</i>	96

FIGURA 27 - MAPA BATIMÉTRICO DO ESTUÁRIO DENTRO DA ÁREA DE MOVIMENTAÇÃO DE EMBARCAÇÕES.....	104
FIGURA 28 - PORTO DE NATAL - SISTEMA DE DRENAGEM	115
FIGURA 29 - PORTO DE NATAL - ESGOTO 1	116
FIGURA 30 - PORTO DE NATAL - ESGOTO 2	117
FIGURA 31 - PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAS CAPTADAS PELA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE NATAL	122
FIGURA 32 - ZONA PORTUÁRIA E PERÍMETROS DO PORTO DE NATAL.....	123
FIGURA 32A – REDE DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE NATAL	127
FIGURA 33 - DESENHO DA LIGAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - PORTO DE NATAL	128
FIGURA 34 - REGISTRO DE RETIRADA DE EFLUENTES SANITÁRIOS DE EMBARCAÇÃO	130
FIGURA 35 - ÁREA DE GERAÇÃO DE EFLUENTES OLEOSOS COM POTENCIAL GERAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL CONTAMINADA.....	133
FIGURA 36 - AE02, PÁTIO DE ESTOCAGEM DE MINÉRIO DE FERRO.	135
FIGURA 37 - AE03, ESTEIRA TRANSPORTADORA DE TRIGO.....	136
FIGURA 38 - GRÃOS DE TRIGO CARREADOS PELA LAVAGEM DAS ESTEIRAS E CANALETA NECESSITANDO DE MANUTENÇÃO.....	137
FIGURA 39 - LAVAGEM DE <i>CONTAINERS</i> . NO DETALHE A PRESENÇA DE ÁGUA COM DETERGENTE ESCOANDO DIRETO PARA A DRENAGEM PLUVIAL	138
FIGURA 40 - LAVAGEM DE CONTÊINER COM EFLUENTE CARREADO DIRETAMENTE PARA O RIO POTENGI	139
FIGURA 41 - RESÍDUO PROVENIENTE DA LAVAGEM DE CONTEINER	139
FIGURA 42 - AE07, LAVAGEM DE <i>CONTAINERS</i> . NO DETALHE ÁGUA COM DETERGENTE ESCOADO DIRETO PARA A DRENAGEM PLUVIAL NO LOCAL	140
FIGURA 43 - AE01, ÁREA PARA MANUTENÇÃO DE <i>CONTAINERS</i> REFRIGERADOS. NO DETALHE PRESENÇA DE ÓLEO NO PISO DA OFICINA DE <i>CONTAINERS</i>	141
FIGURA 44 - AE05, ÁREA DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS. NO DETALHE O ARMAZENAMENTO INADEQUADO DO ÓLEO RESIDUAL	142
FIGURA 45 - ESCOAMENTO DE ESGOTO A CÉU ABERTO - GALERIA SOB O PÁTIO NORTE... ..	145
FIGURA 46 - SISTEMA DE DRENAGEM DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO CAIS DO PORTO.....	146
FIGURA 47 - MANCHAS DE ÓLEO NO CAIS DO PORTO	146

FIGURA 47A – SISTEMA DE DRENAGEM DO PORTO DE NATAL	147
FIGURA 47B – SISTEMA DE DRENAGEM DO PORTO DE NATAL	148
FIGURA 48- CONTENTORES PARA RESÍDUOS	162
FIGURA 49 - CONTENTOR DE RESÍDUO.....	162
FIGURA 50 - TRANSPORTE DE CONTENTOR DE RESÍDUO	163
FIGURA 51 - PORCENTAGEM DE EMISSÃO DE NO _x E PM ₁₀ NOS PORTOS DE LOS ANGELES E LONG BEACH, U.S.	179
FIGURA 52 - ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL - ZCIT	180
FIGURA 53 - ESTATÍSTICA DE VENTO E CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS. NATAL - AEROPORTO	181
FIGURA 54 - AGUARDANDO DE CAMINHÕES NO PORTÃO SUL	182
FIGURA 55 - MOVIMENTAÇÃO DE CAMINHÕES NO PORTÃO SUL E GUINDASTE REACH STACKER NAS DEPENDÊNCIAS DO PORTO DE NATAL	182
FIGURA 56 - MONTA CARGA - PORTO DE NATAL.....	183
FIGURA 57 - REBOCADOR.....	183
FIGURA 58 - NAVIO DA MARINHA BRASILEIRA - PORTO DE NATAL.....	184
FIGURA 59 - NAVIO DE PASSAGEIRO - PORTO DE NATAL	185
FIGURA 60 - PÁTIO DE TRANSBORDO DE MINÉRIO DE FERRO - PORTO DE NATAL	186
FIGURA 61 - GUINDASTE TOP LOADER - PORTO DE NATAL	186
FIGURA 62 - COMUNIDADE DO MARUIM VIZINHA AO PORTO DE NATAL.....	187
FIGURA 63 - HOSPITAL DOS PESCADORES	188
FIGURA 64 - ESCOLA SÃO JOSÉ.....	188
FIGURA 65 - MOVIMENTAÇÃO DE CAMINHÕES PARA DESCARGA DE MINÉRIO DE FERRO NO PÁTIO DE ESTOCAGEM DA CODERN	189
FIGURA 66 - DESCARGA DE MINÉRIO DE FERRO NO PÁTIO DE ESTOCAGEM DA CODERN	189
FIGURA 67 - ACOMPANHAMENTO DO ABASTECIMENTO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL NOS GERADORES DA SUBESTAÇÃO.....	190
FIGURA 68 - MOTOR DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA MOVIDO A ÓLEO COMBUSTÍVEL PARA CONTAINERS.....	191
FIGURA 69 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS NAS DEPENDÊNCIAS DO PORTO DE NATAL	191
FIGURA 70 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS NAS DEPENDÊNCIAS DO PORTO DE NATAL	192

FIGURA 71 - MOVIMENTAÇÃO DE CARROS UTILITÁRIOS NAS DEPENDÊNCIAS DO PORTO DE NATAL	192
FIGURA 72 - MOVIMENTAÇÃO DE CARROS UTILITÁRIOS NAS DEPENDÊNCIAS DO PORTO DE NATAL	193
FIGURA 73 - DECIBELÍMETRO DIGITAL, MSL-1354	202
FIGURA 74 - MÁQUINA FOTOGRÁFICA SONY - DSC-HX9V	202
FIGURA 75 - ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE NATAL	204
FIGURA 76 - CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NO DIA 26 DE OUTUBRO DE 2011	205
FIGURA 77 - CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NO DIA 27 DE OUTUBRO DE 2011.	206
FIGURA 78 - RESULTADO DA DIREÇÃO DOS VENTOS DE ACORDO COM A ROSA DOS VENTOS	209
FIGURA 79 - POSIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE RUÍDOS NO PORTO DE NATAL ..	211
FIGURA 80 - COLETA DE DADOS NO PONTO 1	216
FIGURA 81 - COLETA DE DADOS NO PONTO 2	218
FIGURA 82 - COLETA DE DADOS NO PONTO 3	220
FIGURA 83 - COLETA DE DADOS NO PONTO 4	222
FIGURA 84 - COLETA DE DADOS NO PONTO 5	224
FIGURA 85 - COLETA DE DADOS NO PONTO 6	226
FIGURA 86 - COLETA DE DADOS NO PONTO 7	228
FIGURA 87 - COLETA DE DADOS NO PONTO 8	230
FIGURA 88 - COLETA DE DADOS NO PONTO 8	232
FIGURA 89 - COLETA DE DADOS NO PONTO 10	234
FIGURA 90 - COLETA DE DADOS NO PONTO 11	236
FIGURA 91 - COLETA DE DADOS NO PONTO 12.	238
FIGURA 92 - COLETA DE DADOS NO PONTO 13	240
FIGURA 93 - COLETA DE DADOS NO PONTO 14	242
FIGURA 94 - COLETA DE DADOS NO PONTO 15	244
FIGURA 95 - COLETA DE DADOS NO PONTO 16	246
FIGURA 96 - COLETA DE DADOS NO PONTO 17	248
FIGURA 97 - COLETA DE DADOS NO PONTO 18	250
FIGURA 98 - COLETA DE DADOS NO PONTO 19	252
FIGURA 99 - COLETA DE DADOS NOS PONTOS 20 E 21	254

FIGURA 100 - COLETA DE DADOS NOS PONTOS 22 E 23.....	257
FIGURA 101 - DEPÓSITO DE MINÉRIO DE FERRO	258
FIGURA 102 - COLETA DE DADOS NO PONTO 24	261
FIGURA 103 - ESTAÇÃO AUTOMÁTICA DE NATAL/RN	273
FIGURA 104 - CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NO DIA 17/10/2012.....	273
FIGURA 105 - CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NO DIA 18/10/2012.....	274
FIGURA 106 - CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NO DIA 19/10/2012.....	274
FIGURA 107 - ROSA DOS VENTOS.....	277
FIGURA 108 – MONITORAMENTO DE PRESSÃO SONORA – HOSPITAL DOS PESCADORES...279	
FIGURA 109 - PONTOS DE COLETA DE DADOS.....	286
FIGURA 110 - (PONTO 1, 17/10/2012, 22:07H)	287
FIGURA 111 - (PONTO 2, 17/10/2012, 22:14H)	289
FIGURA 112 - (PONTO 3, 17/10/2012, 22:21H)	291
FIGURA 113 - (PONTO 4, 18/10/2012, 15:54H)	293
FIGURA 114 - (PONTO 5, 18/10/2012, 16:00H)	295
FIGURA 115 - (PONTO 6, 18/10/2012, 16:06H)	297
FIGURA 116 - (PONTO 7, 19/10/2012, 08:20H)	299
FIGURA 117 - (PONTO 8, 19/10/2012, 08:26H)	301
FIGURA 118 - (PONTO 9, 19/10/2012, 08:32H)	303
FIGURA 118A - ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO DE NATAL – MEIO FÍSICO	312
FIGURA 118B - ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO DE NATAL – MEIO BIÓTICO	313
FIGURA 118C - ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO DE NATAL – MEIO SOCIOECONÔMICO .	314
FIGURA 119 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO: ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) DO PORTO DE NATAL.....	316
FIGURA 120 - INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS E VEGETAÇÃO DO RIO POTENGI.....	317
FIGURA 121 - MOLHES EM FRENTE AO FORTE REIS MAGOS	317
FIGURA 122 - FORTE DOS REIS MAGOS.....	318
FIGURA 123 - PÍER DE ATRACAÇÃO E GRANDE MOINHO POTIGUAR	319
FIGURA 124 - CANAL DE ACESSO	319
FIGURA 125 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) – MEIO BIÓTICO.....	323
FIGURA 126 - PRAIA DA REDINHA.....	324
FIGURA 127 - PARQUE ESTADUAL MANGUES DO POTENGI	324

FIGURA 128 - ZONAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (ZPA's)	326
FIGURA 128A - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) – MEIO FÍSICO	328
FIGURA 128B - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) – MEIO SOCIOECONÔMICO	332
FIGURA 129 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) – MEIO FÍSICO.....	336
FIGURA 130: ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) - MEIO BIÓTICO	340
FIGURA 130A - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII) – MEIO SOCIOECONÔMICO	346
FIGURA 131 - MAPA DE TIPOS CLIMÁTICOS DO RN	349
FIGURA 132 - DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO RN	350
FIGURA 133 - ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO ESTADO DO RN. ISOIETAS ANUAIS MÉDIAS PERÍODO 1977 A 2006	351
FIGURA 134 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO KOPPEN DO CLIMA PARA O NORDESTE	360
FIGURA 135 - DIAGRAMAS DE ROSETAS INDICANDO OS SENTIDOS PREDOMINANTES NA REGIÃO DE NATAL/RN PARA OS MESES DE JANEIRO A DEZEMBRO DOS ANOS 1984 A 2002	374
FIGURA 136 - MAPA ARCABOUÇO TECTOESTRUTURAL DESTACANDO AS DUAS GRANDES PROVÍNCIAS	378
FIGURA 137 - CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA DAS BACIAS SEDIMENTARES.....	382
FIGURA 138 - MAPA GEOLÓGICO DA BACIA POTIGUAR TERRESTRE	383
FIGURA 139 - CARTA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA POTIGUAR.....	385
FIGURA 140 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA DAS COBERTURAS CONTINENTAIS.....	386
FIGURA 141 - MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE NATAL/RN E ENTORNO.....	390
FIGURA 142 - DUNAS MÓVEIS PRAIA DE GENIPABU, NO MUNICÍPIO DE EXTREMOZ.....	394
FIGURA 143 - EXEMPLOS DE PALEODUNAS.....	395
FIGURA 144 - EXEMPLOS DE PALEODUNAS.....	396
FIGURA 145 - FORMAÇÃO BARREIRAS EM PONTA NEGRA-NATAL/RN E DEPÓSITOS DAS ANTIGAS LINHAS DE PRAIAS, PRIMEIRO PLANO.	397
FIGURA 146 - GRANITO EM MACAIBA/RN INTENSAMENTE DEFORMADO COM FALHAS PREENCHIDAS POR SEDIMENTOS COLUVIONARES.....	399
FIGURA 147 - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA FAIXA LITORÂNEA ORIENTAL DO ESTADO DO RN, NA REGIÃO DA CIDADE DE NATAL/RN.....	401
FIGURA 148 - SEÇÕES GEOLÓGICAS NO VALE DO RIO POTENGI.....	401
FIGURA 149 - MAPA DA GEODIVERSIDADE DA REGIÃO DE NATAL/RN	405

FIGURA 150 - MAPA REPRESENTATIVO DA GEODIVERSIDADE DO RN (ESCALA ORIGINAL 1:500.000)	411
FIGURA 151 - MAPA ESBOÇO DO RELEVO.....	415
FIGURA 152 - ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO DE NATAL – MEIO FÍSICO	416
FIGURA 153 - MAPA MODELO DIGITAL DO TERRENO DA CIDADE DE NATAL/RN.....	418
FIGURA 154 - FALÉSIA (MORTA) NO PARQUE ESTADUAL DAS DUNAS DE NATAL.....	420
FIGURA 155 - ROCHAS PRAIAIS - PRAIA DO FORTE, NATAL-RN.....	421
FIGURA 156 - ROCHAS PRAIAIS (BR-01 E BR-02) PARALELAS À LINHA DE COSTA. PRAIA DO MEIO, NATAL-RN.....	422
FIGURA 157 - PLANÍCIE FLÚVIO - MARINHA NO ESTUÁRIO DO POTENGI	423
FIGURA 158 - PLANÍCIE FLÚVIO-MARINHA NO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ.....	424
FIGURA 159 - DEPÓSITOS PRAIAIS ATUAIS.....	425
FIGURA 160 - PROCESSOS DE FORMAÇÃO DE DUNAS.....	428
FIGURA 161 - REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS DOS PROCESSOS DE EVOLUÇÃO DE DUNAS ESTACIONÁRIAS (A) E DUNAS MIGRATÓRIAS (B)	429
FIGURA 162 - CLASSIFICAÇÃO BEAUFORT DOS TIPOS DE VENTO BASEADA EM SUA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO.....	432
FIGURA 163 - DIÂMETRO MÁXIMO DE PARTÍCULAS MOVIMENTADAS PELO VENTO, PARA PARTÍCULAS DE QUARTZO (PESO ESPECÍFICO = 2,65G/CM ³)	433
FIGURA 164 - TIPOS DE DUNAS.....	435
FIGURA 165 - MAPA GEOLÓGICO REPRESENTATIVO DAS QUATRO GERAÇÕES DE DUNAS ..	437
FIGURA 166 - FOTO PANORÂMICA DO PARQUE ESTADUAL DAS DUNAS DE NATAL/RN, 2º PLANO, DA CIDADE DE NATAL, 3º PLANO, E DO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ, AO FUNDO....	439
FIGURA 167 - DUNAS DE PRAIA - GENIPABU: MARÉ VAZANTE	440
FIGURA 168 - DUNAS DE PRAIA - GENIPABU: MARÉ ENCHENTE.....	440
FIGURA 169 - MAPA DAS DUNAS	441
FIGURA 170 - MAPA DE MODELO DE ELEVAÇÃO DO TERRENO DA CIDADE DE NATAL.	445
FIGURA 171 - MAPA DE DECLIVIDADE DO TERRENO DA CIDADE DE NATAL.	446
FIGURA 172 - MAPA DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE NATAL/RN (ESCALA: 1:500.000)	457
FIGURA 173 - MAPA DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE EXTREMOZ/RN (ESCALA: 1:500.000) .	458
FIGURA 174 - MAPA DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE/RN (ESCALA: 1:500.000)	459

FIGURA 175 - MAPA DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE MACAÍBA/RN (ESCALA: 1:500.000) ...	460
FIGURA 176 - MAPA BATIMÉTRICO DO ESTUÁRIO DENTRO DA ÁREA DE MOVIMENTAÇÃO DE EMBARCAÇÕES.....	465
FIGURA 177 - IMAGEM DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETAS DAS AMOSTRAS DE CONTROLE	471
FIGURA 178 - IMAGEM DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ	498
FIGURA 179 -- MAPA DA DISTRIBUIÇÃO SUPERFICIAL DAS PRINCIPAIS FÁCIES TEXTURAS DO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ.....	502
FIGURA 180 - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI - JUNDIAÍ/RN	505
FIGURA 181 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM ESTUÁRIO.....	506
FIGURA 182 - PONTO 01 (DESEMBOCADURA DO RIO POTENGI).....	515
FIGURA 183 - PONTO 02 (PRÓXIMO AO IATE CLUBE).....	515
FIGURA 184 - PONTOS 03 (EM FRENTE AO CAIS DO PORTO).....	516
FIGURA 185 - ESQUEMA NÍVEL DE REFERÊNCIA PARA AS CORREÇÕES BATIMÉTRICAS DA DNH.....	545
FIGURA 186 - DIREÇÕES E VELOCIDADES DE CORRENTES NO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI	551
FIGURA 187 - (A E B)- CARTAS DE CORRENTES DE MARÉ, MOSTRANDO A DIREÇÃO E A VELOCIDADE DA ONDA EM 4 E 2 HORAS ANTES DA PREAMAR.0	552
FIGURA 188 - (A E B) - CARTAS DE CORRENTES DE MARÉ, MOSTRANDO A DIREÇÃO E A VELOCIDADE DA ONDA NO CANAL PRINCIPAL DE NAVEGAÇÃO EM 4 E 2 HORAS DEPOIS DA PREAMAR.....	553
FIGURA 189 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES FIXAS AO LONGO DO CANAL ESTUARINO DO RIO POTENGI	555
FIGURA 190 - DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA TEMPERATURA (A) NO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ	557
FIGURA 191 - DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA SALINIDADE (B) NO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ	558
FIGURA 192 - CIRCULAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE SALINIDADE MÉDIA NUM ESTUÁRIO PARCIALMENTE MISTURADO (MODIFICADO DE DYER 1986)	559
FIGURA 193 - DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA DENSIDADE (C) NO RIO POTENGI	561
FIGURA 194 - CARTA BATIMÉTRICA DE 1973	562

FIGURA 195 - CARTA BATIMÉTRICA DE 2002.....	563
FIGURA 196 - CARTA BATIMÉTRICA DO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ.....	565
FIGURA 197 - CARTA BATIMÉTRICA DO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ, COM “EFEITO” IMAGEM	565
FIGURA 198 - CARTA BATIMÉTRICA DO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ ATÉ O PORTO DE NATAL	567
FIGURA 199 - CARTA BATIMÉTRICA DO ESTUÁRIO POTENGI/JUNDIAÍ ATÉ O PORTO DE NATAL BLOCO DIAGRAMA RESSALTANDO FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO FUNDO DA SUB-ÁREA 01. INCLINAÇÃO DO BLOCO = 33° E ROTAÇÃO DO BLOCO = 117°.....	568
FIGURA 200 - BLOCO DIAGRAMA RESSALTANDO FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO FUNDO DA SUB- ÁREA 02. INCLINAÇÃO DO BLOCO = 41° E ROTAÇÃO DO BLOCO = 255°	569
FIGURA 201 - BLOCO DIAGRAMA RESSALTANDO FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO FUNDO DA SUB- ÁREA 03. INCLINAÇÃO DO BLOCO = 35° E ROTAÇÃO DO BLOCO = 231°	570
FIGURA 202 - BLOCO DIAGRAMA RESSALTANDO FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO FUNDO DA SUB- ÁREA 04. INCLINAÇÃO DO BLOCO = 38° E ROTAÇÃO DO BLOCO = 198°	571
FIGURA 203 - BLOCO DIAGRAMA RESSALTANDO FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO FUNDO NA FOZ DO RIO POTENGI (FRAZÃO 2003). INCLINAÇÃO DO BLOCO = 30° E ROTAÇÃO DO BLOCO = 52°.	572



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

LISTA DE GRÁFICOS TOMO I

GRÁFICO 1 - MOVIMENTAÇÃO TOTAL DE CARGAS EM 2010 E 2011	88
GRÁFICO 2 - MOVIMENTAÇÃO TOTAL DE CARGAS - LONGO CURSO - 2010 E 2011	89
GRÁFICO 3 - MOVIMENTAÇÃO TOTAL DE CARGAS - CABOTAGEM - 2010 E 2011.....	89
GRÁFICO 4 - MOVIMENTAÇÃO DE <i>CONTAINERS</i> - UNIDADES - 2010 E 2011.....	90
GRÁFICO 5 - MOVIMENTAÇÃO DE <i>CONTAINERS</i> - TEU'S - 2010 E 2011.....	90
GRÁFICO 6 - MOVIMENTAÇÃO GERAL DE CARGAS - 2005 A 2011	91
GRÁFICO 7 - PERCENTUAL DE MOVIMENTAÇÃO GERAL DE CARGAS - 2005 A 2011	91
GRÁFICO 8 - EMBARQUE GERAL DE CARGAS - 2005 A 2011	92
GRÁFICO 9 - PERCENTUAL DO EMBARQUE DE CARGAS - 2005 A 2011	92
GRÁFICO 10 - DESEMBARQUE GERAL DE CARGAS (T) - 2005 A 2011	93
GRÁFICO 11 - PERCENTUAL DO DESEMBARQUE DE CARGAS - 2005 A 2011	93
GRÁFICO 12 - COMPOSIÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS ENTRE JANEIRO E JUNHO DE 2010 NO PORTO DE NATAL	153
GRÁFICO 13 - VOLUME MÉDIO DE RESÍDUOS NO ANO DE 2010 - GRUPO B	154
GRÁFICO 14 - VOLUME MÉDIO DE RESÍDUOS NO ANO DE 2010 - GRUPO D	155
GRÁFICO 15 - VOLUME MÉDIO MENSAL DE RESÍDUOS EM 2010 - GRUPO E	155
GRÁFICO 16 - GERAÇÃO DE RESÍDUOS KG/DIA - GRUPOS B	156
GRÁFICO 17 - GERAÇÃO DE RESÍDUOS KG/DIA - GRUPOS D	156
GRÁFICO 18 - GERAÇÃO DE RESÍDUOS KG/DIA - GRUPO E	157
GRÁFICO 19 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 1 - ARMAZÉM 3	217
GRÁFICO 20 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 2 - FRIGORÍFICO	219
GRÁFICO 21 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 3 - GUARITA SUL.....	221
GRÁFICO 22 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 4 - GUARITA SUL - EXTERNO	223
GRÁFICO 23 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 5 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	225
GRÁFICO 24 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 6 - REBOCADOR + TRANSATLÂNTICO	227
GRÁFICO 25 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 7 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	229
GRÁFICO 26 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 8 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	231
GRÁFICO 27 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 9 - FUNDOS DO MOINHO POTIGUAR	233
GRÁFICO 28 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 10 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	235

GRÁFICO 29 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 11 - CONTÊINER NO PÁTIO ENERGIZADO	237
GRÁFICO 30 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 12 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS....	239
GRÁFICO 31 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 13 - CONTÊINER + SUBESTAÇÃO DE ENERGIA	241
GRÁFICO 32 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 14 - EXTREMA COM A COMUNIDADE DE MARUIM.....	243
GRÁFICO 33 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 15 - TRANSBORDO DE MINÉRIO DE FERRO	245
GRÁFICO 34 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 16 - RUA CHILE	247
GRÁFICO 35 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 17 - ENTRADA CODERN.....	249
GRÁFICO 36 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 18 - COMUNIDADE DE MARUIM	251
GRÁFICO 37 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 19 - ESCOLA SÃO JOSÉ	253
GRÁFICO 38 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 20 - PRAÇA PÔR DO SOL	255
GRÁFICO 39 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 21 - PRAÇA PÔR DO SOL	256
GRÁFICO 40 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 22 - DEPÓSITO DE MINÉRIO DE FERRO	259
GRÁFICO 41 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 23 - DEPÓSITO DE MINÉRIO DE FERRO	260
GRÁFICO 42 - NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - PONTO 24 - FUNDOS DO MOINHO POTIGUAR	262
GRÁFICO 43 - PONTO 1	288
GRÁFICO 44 - PONTO 2	290
GRÁFICO 45 - PONTO 3	292
GRÁFICO 46 - PONTO 4	294
GRÁFICO 47 - PONTO 5	296
GRÁFICO 48 - PONTO 6	298
GRÁFICO 49 - PONTO 7	300
GRÁFICO 50 - PONTO 8	302
GRÁFICO 51 - PONTO 9	304
GRÁFICO 52 - PRECIPITAÇÕES ANUAIS DO MUNICÍPIO DO NATAL/RN (1981-2011)	361

GRÁFICO 53 - ANOMALIAS TSM SOBRE O OCEANO PACIFICO, PRÓXIMO À COSTA SUL-AMERICANA	362
GRÁFICO 54 - MÉDIA PLUVIOMÉTRICA MENSAL ENTRE OS ANOS DE 1981-2011	365
GRÁFICO 55 - TOTAL MENSAL PLUVIOMÉTRICA DO PERÍODO DE 2001-2011	367
GRÁFICO 56 - VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS DE NATAL/RN REFERENTE AO PERÍODO DE 2001 - 2011	369
GRÁFICO 57 - UMIDADE RELATIVA DO AR MEDIDA POR TURNO DE 6 HORAS PARA A CIDADE DE NATAL/RN	370
GRÁFICO 58 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (GRANULOMETRIA DAS AMOSTRAS NOS PONTOS P3-PORTO DE NATAL, P2-IATE CLUBE, P1-FOZ E P4-BOTA-FORA.....	475
GRÁFICO 59 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (METAIS PESADOS DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P3-PORTO DE NATAL, P2-IATE CLUBE, P1-FOZ E P4-BOTA-FORA.....	476
GRÁFICO 60 - COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS (METAIS PESADOS) DAS AMOSTRAS DOS 4 PONTOS COM OS LIMITES ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/2004 (NÍVEL 1)	478
GRÁFICO 61 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (GRANULOMETRIA DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P1-FOZ E P4-BOTA-FORA, NA 1ª E 2ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS.....	481
GRÁFICO 62 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (METAIS PESADOS DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P1-FOZ E P4-BOTA-FORA, NA 1ª E 2ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS.....	482
GRÁFICO 63 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (GRANULOMETRIA DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P2-IATE CLUBE NA 1ª E 3ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS E P4-BOTA-FORA, NA 1ª, 2ª E 3ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS.....	486
GRÁFICO 64 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (METAIS PESADOS DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P2-IATE CLUBE NA 1ª E 3ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS E P4-BOTA-FORA, NA 1ª, 2ª E 3ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS.....	490
GRÁFICO 65 - RESULTADOS DA ANÁLISE DA ÁGUA (METAIS PESADOS DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P3-PORTO DE NATAL NA 1ª E 4ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS E COMPARADAS COM OS LIMITES DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005.....	490
GRÁFICO 66 - RESULTADOS DA ANÁLISE DA ÁGUA (METAIS PESADOS DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P2-IATE CLUBE NA 1ª E 3ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS E COMPARADAS COM OS LIMITES DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005	491

GRÁFICO 67 - RESULTADOS DA ANÁLISE DA ÁGUA (METAIS PESADOS DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P1-FOZ DO ESTUÁRIO NA 1ª E 2ª CAMPANHA DE AMOSTRAGENS E COMPARADAS COM OS LIMITES DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005.....	492
GRÁFICO 68 - RESULTADOS DA ANÁLISE DA ÁGUA (METAIS PESADOS DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P4-BOTA-FORA NAS QUATROS CAMPANHAS DE AMOSTRAGENS E COMPARADAS COM OS LIMITES DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005	492
GRÁFICO 69 - DADOS COMPARATIVOS DOS METAIS PESADOS ENCONTRADOS NOS QUATRO PONTOS NA 1ª CAMPANHA, ANTES DA DRAGAGEM	493
GRÁFICO 70 - DADOS COMPARATIVOS DOS METAIS PESADOS ENCONTRADOS NO PONTO P4 - BOTA FORA DURANTE AS QUATRO CAMPANHAS. OBSERVANDO O INCREMENTO DA CONCENTRAÇÃO DOS PESADOS COM AS ATIVIDADES DE DRAGAGENS	494
GRÁFICO 71 - DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS NOS PONTOS DE MONITORAMENTO DO IDEMA. DESTACANDO-SE O PONTO E11 (P11) COMO A JUSANTE DO PORTO DE NATAL - IATE CLUBE	501
GRÁFICO 72 - CONCENTRAÇÃO DOS METAIS MENORES EM MG/KG NOS SEDIMENTOS DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DO IDEMA. DESTACANDO-SE O PONTO E11 (P11) COMO A JUSANTE DO PORTO DE NATAL - IATE CLUBE	503
GRÁFICO 73 - PONTO 01: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO PH, DURANTE A 1º E 2º CAMPANHA	521
GRÁFICO 74 - PONTO 01: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE A 1º E 2º CAMPANHA	521
GRÁFICO 75 - PONTO 1: COMPARAÇÃO DE DBO, DURANTE A 1º E 2º CAMPANHA	522
GRÁFICO 76 - PONTO 01: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO NITROGÊNIO TOTAL, DURANTE A 1º E 2º CAMPANHA.....	523
GRÁFICO 77 - PONTO 01: COMPARAÇÃO DOS DADOS DE CLOROFILA "A" DURANTE A 1º E 2º CAMPANHA.....	523
GRÁFICO 78 - PONTO 01: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO NITRATO, DURANTE A 1º E 2º CAMPANHA.....	524
GRÁFICO 79 - PONTO 02: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO PH, DURANTE A 1º E 3º CAMPANHA.....	525
GRÁFICO 80 - PONTO 02: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO DURANTE A 1º E 3º CAMPANHA	525

GRÁFICO 81 - PONTO 02: COMPARAÇÃO DOS DADOS DA DBO, DURANTE A 1° E 2° CAMPANHA	526
GRÁFICO 82 - PONTO 02: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO NITROGÊNIO TOTAL, DURANTE A 1° E 3° CAMPANHA	527
GRÁFICO 83 - PONTO 02: COMPARAÇÃO DOS DADOS DE CLOROFILA "A" DURANTE A 1° E 3° CAMPANHA	527
GRÁFICO 84 - PONTO 02: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO NITRATO, DURANTE A 1° E 3° CAMPANHA	528
GRÁFICO 85 - PONTO 03: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO PH, DURANTE A 1° E 4° CAMPANHA	529
GRÁFICO 86 - PONTO 03: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO, DURANTE A 1° E 4° CAMPANHA	530
GRÁFICO 87 - PONTO 03: COMPARAÇÃO DOS DADOS DA DBO, DURANTE A 1° E 4° CAMPANHA	531
GRÁFICO 88 - PONTO 03: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO NITROGÊNIO TOTAL, DURANTE A 1° E 4° CAMPANHA	532
GRÁFICO 89 - PONTO 03: COMPARAÇÃO DOS DADOS DA CLOROFILA "A", DURANTE A 1° E 4° CAMPANHA	532
GRÁFICO 90 - PONTO 03: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO NITRATO, DURANTE A 1° E 4° CAMPANHA	533
GRÁFICO 91 - PONTO 04: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO PH, DURANTE AS 04 CAMPANHAS	534
GRÁFICO 92 - PONTO 04: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO, DURANTE AS 04 CAMPANHAS	535
GRÁFICO 93 - PONTO 04: COMPARAÇÃO DOS DADOS DA DBO, DURANTE AS 04 CAMPANHAS	535
GRÁFICO 94 - COMPARAÇÃO DOS DADOS DE NITROGÊNIO TOTAL DURANTE AS 04 CAMPANHAS	536
GRÁFICO 95 - PONTO 04: COMPARAÇÃO DOS DADOS DE CLOROFILA "A" DURANTE AS 04 CAMPANHAS	537
GRÁFICO 96 - PONTO 04: COMPARAÇÃO DOS DADOS DO NITRATO, DURANTE AS 04 CAMPANHAS	537

GRÁFICO 97 - DADOS COMPARATIVOS DOS METAIS PESADOS ENCONTRADOS NO PONTO P4, DURANTE AS QUATRO CAMPANHAS	540
GRÁFICO 98 - DADOS COMPARATIVOS DOS METAIS PESADOS ENCONTRADOS NA 1ª CAMPANHA, NOS QUATROS PONTOS ESTUDADOS	540
GRÁFICO 99 - HISTOGRAMA DA ALTURA SIGNIFICATIVA NO PERÍODO DE 1998 -1999	547
GRÁFICO 100 - CORRELAÇÃO ENTRE MARÉ E ALTURA SIGNIFICATIVA (Hs) DAS ONDAS NO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI	548
GRÁFICO 101 - CORRELAÇÃO ENTRE A ENERGIA DE ONDA E A ALTURA SIGNIFICATIVA (Hs) EM ÁREA PROTEGIDA DO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI (SETEMBRO DE 2001)	549

LISTA DE QUADROS TOMO I

QUADRO 1 - FONTES DE GERAÇÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS.....	120
QUADRO 2 - CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SEGUNDO A ABNT 10004/04	149
QUADRO 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS PRIORITÁRIOS GERADOS.....	151
QUADRO 4 - IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PORTO DE NATAL.....	151
QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO SIMPLIFICADA DOS TIPOS DE RESÍDUOS GERADOS NO PORTO DE NATAL.....	157
QUADRO 6 - FONTES E CARACTERÍSTICAS DE ALGUNS POLUENTES ATMOSFÉRICOS	171
QUADRO 7 - EFEITOS DOS PRINCIPAIS POLUENTES NA ATMOSFERA	172
QUADRO 8 - ÍNDICE DA QUALIDADE DO AR (IQAR).....	176
QUADRO 9 - PADRÕES E CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO AR	177
QUADRO 10 - DADOS PARA A REALIZAÇÃO DE CÁLCULOS.....	195
QUADRO 11 - TAXAS DE EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS REFERENTE À MOVIMENTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO NO PORTO DE NATAL	197
QUADRO 12 - ESCALA BEAUFORT.	207
QUADRO 13 - RESULTADO DA INTERFERÊNCIA DE VENTOS NA COLETA DE DADOS	208
QUADRO 14 - NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO - NCA PARA AMBIENTES EXTERNOS [dB(A)]	212
QUADRO 15 - CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM	214
QUADRO 16 - LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE	263
QUADRO 17 - DOSE DE RUÍDO AO TRABALHADOR.....	264
QUADRO 18 - PONTOS CRÍTICOS DE EMISSÃO DE RUÍDOS NA COMUNIDADE	265
QUADRO 19 - DOMÍNIO DAS SEQUÊNCIAS SEDIMENTARES MESOZÓICAS	382
QUADRO 20 - COBERTURAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS	387
QUADRO 21 - LEGENDA DO MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE NATAL/RN E ENTORNO.....	391
QUADRO 22 - GEOLOGIA DO ESTUÁRIO POTENGI JUNDIAÍ	407
QUADRO 23 - LEGENDA DO MAPA REPRESENTATIVO DA GEODIVERSIDADE DO RN.....	412
QUADRO 24 - CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS QUANTO A SUA TOXICIDADE DA ÁGUA COMPARANDO OS QUATROS PONTOS DA 1º CAMPANHA COM AS CAMPANHAS SUBSEQÜENTES	496



QUADRO 25 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E METODOLOGIA UTILIZADA NO TRABALHO 517

LISTA DE TABELAS TOMO I

TABELA 1 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS OBSERVADAS ENTRE OS ANOS DE 2005 E 2009...	83
TABELA 2 - PERCENTUAL DAS TAXAS ANUAIS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS.....	85
TABELA 3 - QUANTIDADE EMBARCADA VERSUS QUANTIDADE DE NAVIOS.....	86
TABELA 4 - MOVIMENTAÇÃO MENSAL DE CARGAS DURANTE OS ANOS DE 2010 E 2011.....	88
TABELA 5 - MOVIMENTAÇÃO MENSAL DE CARGAS POR TIPO DE NAVEGAÇÃO 2010 E 2011 ..	89
TABELA 6 - MOVIMENTAÇÃO DE CONTÊINER EM 2010 E 2011.....	90
TABELA 7 - MOVIMENTAÇÃO GERAL DE CARGAS NOS ANOS DE 2005 A 2011	91
TABELA 8 - HISTÓRICO DO EMBARQUE GERAL DE CARGAS NOS ANOS DE 2005 A 2011.....	92
TABELA 9 - HISTÓRICO DO DESEMBARQUE GERAL DE CARGAS NOS ANOS DE 2005 A 2011 ..	93
TABELA 10 - EMBARCAÇÕES ATRACADAS NO PORTO DE NATAL NO ANO DE 2009.....	98
TABELA 11 - AÇÚCAR.....	99
TABELA 12 - TRIGO	100
TABELA 13 - TURISMO	100
TABELA 14 - CONTÊINER	100
TABELA 15 - QUANTIDADE DE EMBARCAÇÕES ATRACADAS NO PORTO DE NATAL NOS ANOS DE 2007 A 2009	101
TABELA 16 - TAXA DE OCUPAÇÃO NOS BERÇOS 1, 2 E 3 DO PORTO DE NATAL	102
TABELA 17 - EVOLUÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS DO PORTO DE NATAL ENTRE OS ANOS DE 1986 E 2002	109
TABELA 18 - EVOLUÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS DO PORTO DE NATAL ENTRE 2005 A MAIO DE 2006.....	110
TABELA 19 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS OBSERVADAS ENTRE OS ANOS DE 2007 E 2009	110
TABELA 20 - MOVIMENTAÇÃO DE PASSAGEIROS	111
TABELA 21 - CONSUMO X GASTO MENSAL DE ÁGUA NO PORTO DE NATAL.....	121
TABELA 22 - ATIVIDADES ECONÔMICAS E TERMINAIS DO PORTO DE NATAL/RN.	124
TABELA 23 - ESTIMATIVAS DE GERAÇÃO DE EFLUENTES SANITÁRIOS NO PORTO DE NATAL	125
TABELA 24 - PERÍMETROS E PREMISSAS.....	143

TABELA 25 - RELAÇÃO DAS EMPRESAS E ATERROS SANITÁRIOS RECEBEDORES DOS RESÍDUOS GERADOS NO PORTO DE NATAL	167
TABELA 26 - EMISSORES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	169
TABELA 27 - ESCALA BEAUFORT.....	275
TABELA 28 - RESULTADO DA INTERFERÊNCIA DE VENTOS NA COLETA DE DADOS	276
TABELA 29 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM	280
TABELA 30 - NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO - NCA PARA AMBIENTES EXTERNOS, EM DB(A)	281
TABELA 31 - CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	283
TABELA 32 - LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE	305
TABELA 33 - PONTOS CRÍTICOS DE EMISSÃO DE RUÍDOS	307
TABELA 34 - PLUVIOMETRIA DO MUNICÍPIO DE NATAL - RN (2001-2011).....	366
TABELA 35 - VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS DE NATAL (2001-2011).....	368
TABELA 36 - VELOCIDADE MÉDIA MENSAL (M/S) DOS VENTOS NA REGIÃO DE NATAL/RN ..	373
TABELA 37 - ÁREAS COM RISCO DE EROSIÃO / QUEDA DE BARREIRAS.....	447
TABELA 38 - ÁREAS COM RISCO DE INUNDAÇÕES	448
TABELA 39 - ÁREAS COM RISCO DE ALAGAMENTO PLUVIAL	448
TABELA 40 - ÁREAS COM RISCO DE DESLIZAMENTO / SOTERRAMENTO DE DUNAS	449
TABELA 41 - PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS.....	470
TABELA 42 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (METAIS PESADOS E GRANULOMETRIA) DAS AMOSTRAS DOS PONTOS P1-FOZ, P2-IATE CLUBE, P3-PORTO DE NATAL E P4-BOTA-FORA.	474
TABELA 43 - RESULTADOS ANALÍTICOS DA GRANULOMETRIA (EMBRAPA) DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DA ÁREA EM PERCENTAGENS	475
TABELA 44 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE METAIS PESADOS.....	477
TABELA 45 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (METAIS PESADOS E GRANULOMETRIA) DAS AMOSTRAS DO PONTO P1-FOZ.....	479
TABELA 46 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (METAIS PESADOS E GRANULOMETRIA) DAS AMOSTRAS DO PONTO P4-BOTA-FORA	480
TABELA 47 - RESULTADOS ANALÍTICOS DA GRANULOMETRIA (EMBRAPA) DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DA ÁREA EM PERCENTAGENS	482

TABELA 48 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE METAIS PESADOS EM SEDIMENTO DA ÁREA DO P1(FOZ) E P4 (BOTA-FORA).....	483
TABELA 49 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (METAIS PESADOS E GRANULOMETRIA) DAS AMOSTRAS DO PONTO P2-IATE CLUBE NA 3ª CAMPANHA	484
TABELA 50 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SEDIMENTO (METAIS PESADOS E GRANULOMETRIA) DAS AMOSTRAS DO PONTO P4-BOTA-FORA DA 3ª CAMPANHA.....	485
TABELA 51 - RESULTADOS ANALÍTICOS DA GRANULOMETRIA (EMBRAPA) DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DA ÁREA EM PERCENTAGENS	487
TABELA 52 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE METAIS PESADOS DA ÁGUA DA ÁREA NAS QUATRO CAMPANHAS NOS QUATRO PONTOS DE MONITORAMENTO	488
TABELA 53 - RESULTADOS DE SOBREVIVÊNCIA DOS ANFÍPODAS AO FINAL DO TESTE	495
TABELA 54 - CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS QUANTO A SUA TOXICIDADE PARA CADA EFEITO ANALISADO (NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA: P=0,05).....	495
TABELA 55 - PADRÕES DE VALIDAÇÃO DOS TESTES.....	496
TABELA 56 - DATAS, PONTOS E HORÁRIOS	514
TABELA 57 - CLASSE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM FUNÇÃO DO VALOR DO IQA	519
TABELA 58 - PESO ATRIBUÍDO PARA OS PARÂMETROS DE ACORDO COM SUA IMPORTÂNCIA RELATIVA NO CÁLCULO DO IQA	519
TABELA 59 - ESCALA DO IQA.....	538
TABELA 60 - DADOS DO IQA DA 1ª CAMPANHA.....	538
TABELA 61 - DADOS DO IQA DA 2ª CAMPANHA	538
TABELA 62 - DADOS DO IQA DA 3ª CAMPANHA	538
TABELA 63 - DADOS DO IQA DA 4ª CAMPANHA	539
TABELA 64 - REPRESENTAÇÃO DOS LIMITES DE VARIAÇÃO DAS ALTURAS MÁXIMAS OBSERVADAS EM CM.....	548
TABELA 65 - VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS E MÉDIOS DE TEMPERATURA (°C), SALINIDADE (PSU) E DENSIDADE (KG/M3) À SUPERFÍCIE.....	556
TABELA 66 - PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI ATÉ O PORTO DE NATAL.....	566



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	33
1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	37
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	37
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA	37
1.3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR	38
2 DADOS DO PORTO	39
2.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	39
2.2 CARACTERIZAÇÃO DO PORTO DE NATAL	45
2.2.1 <i>Caracterização das Áreas e das Instalações do Porto Organizado de Natal</i>	47
2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PORTO	81
2.3.1 <i>Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto - PDZ</i>	81
2.3.2 <i>Apresentação da movimentação atual de carga em termos quantitativos, qualitativos, financeiros e a projeção dessa movimentação</i>	82
2.3.3 <i>Concessões de terminais particulares dentro do porto e termos de permissão de uso histórico e panorama atual</i>	94
2.3.4 <i>Tecnologias de transbordo</i>	95
2.3.5 <i>Descrição e Utilização da Área Retroportuária</i>	97
2.3.6 <i>Porte das Embarcações e Regime das Operações</i>	97
2.3.7 <i>Batimetria da área de acesso aquaviário, destacando a profundidade mínima do Porto e o calado máximo das embarcações</i>	102
2.3.8 <i>Identificação e quantificação de cargas com potencial para emissão de poluentes atmosféricos</i>	105
2.3.9 <i>Identificação e quantificação de cargas e embarcações com potencial perigoso</i>	105
2.3.10 <i>Descrição do Fluxo Viário de Cargas e Pessoas na área do Porto</i>	106
2.3.11 <i>Plano de Dragagem de Manutenção</i>	111
2.3.12 <i>Descrição da Infraestrutura portuária existente</i>	112
2.4 EFLUENTES LÍQUIDOS	119
2.4.1 <i>Identificação de fontes de lançamento de efluentes líquidos pontuais e difusos na área portuária</i>	119
2.4.2 <i>Sistemas de controle e tratamento de efluentes líquidos</i>	120
2.5 RESÍDUOS SÓLIDOS	149
2.5.1 <i>Identificação das fontes, caracterização e quantificação dos resíduos sólidos com base nos critérios da NBR 10.004/2004</i>	149
2.5.2 <i>Indicação dos pontos de acondicionamento e estocagem temporários dos resíduos sólidos gerados, incluído os perigosos</i>	149

2.5.3 Características do sistema de controle e procedimentos adotados associados às fontes identificadas indicando as formas e locais de disposição final dos resíduos, incluindo os perigosos	158
2.5.4 Identificação do estágio de implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS	160
2.5.5 Medidas para o correto gerenciamento de cargas em perimento no PGRS	168
2.5.6 Identificação do Responável Técnico pela execução do Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	168
2.6 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	168
2.6.1 Caracterização das emissões atmosféricas	168
2.6.2 Cálculos.....	193
2.6.3 Descrição dos sistemas de controle das emissões atmosféricas	197
2.6.4 Caracterização das emissões atmosféricas - Granéis líquidos.....	198
2.7 NÍVEIS DE RUÍDOS E VIBRAÇÃO	199
2.7.1 Justificativa	199
2.7.2 Objetivo Geral.....	200
2.7.3 Objetivos Específicos	200
2.7.4 Indicadores	200
2.7.5 Público-Alvo.....	201
2.7.6 Metodologia e Descrição	201
2.7.7 Equipamentos utilizados.....	201
2.7.8 Condições de medição	202
2.7.9 Pontos de Amostragem	213
2.7.10 Resultados.....	216
2.7.11 Discussão dos Resultados.....	265
2.7.12 Estudo complementar - Hospital dos Pescadores	267
2.7.13 Discussão dos Resultados.....	308
2.8 EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS.....	310
3 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO.....	311
3.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO ORGANIZADO DE NATAL	311
3.1.1 Área Diretamente Afetada (ADA).....	315
3.1.2 Área de Influência Direta - AID	321
3.1.3 Área de Influência Indireta - (AII).....	335
4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	347
4.1 MEIO FÍSICO.....	347
4.1.1 Clima e Condições Meteorológicas	347
4.1.2 Geologia	376
4.1.3 Geomorfologia	413
4.1.4 Pedologia.....	450



4.1.5 Sedimentologia	461
4.1.6 Recursos Hídricos	504
4.1.7 Oceanografia e Hidrodinâmica costeira	542
REFERÊNCIAS.....	575
ANEXOS	583



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

APRESENTAÇÃO

A Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária - FAPEU apresentam o Relatório de Avaliação Ambiental para Regularização Portuária do Porto de Natal em atendimento ao Termo de Cooperação Nº 02/2009 - SEP/PR.

Este trabalho tem por objeto a elaboração de estudo para o planejamento do setor de transporte portuário. Visa o desenvolvimento institucional e tecnológico voltados à modelagem legal e institucional do Decreto de Regularização Ambiental Portuária, pactuado entre a Secretaria de Portos da Presidência da República - SEP/PR e o Ministério do Meio Ambiente - MMA com a interveniência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis - IBAMA. Tem como meta a elaboração do Programa Nacional de Regularização Ambiental Portuária - PRONARP, de acordo com o Plano de Trabalho que contempla a realização de estudos ambientais, plano básico de regularização ambiental, capacitação e gerenciamento ambiental.

O Licenciamento Ambiental para regularização da operação do Porto de Natal foi iniciado em 20 de fevereiro de 2011, por meio do Processo Nº 2011 042500/TEC/LRO0036, no Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - IDEMA, estado do Rio Grande do Norte - RN. Em virtude disso, na expectativa do Programa Federal de Apoio à Regularização e Gestão Ambiental Portuária - PRGAP, o IBAMA, em reunião realizada em 18 de agosto de 2011, delegou a regularização ambiental do Porto de Natal ao IDEMA. De posse da minuta da Portaria nº 424/2011, o IDEMA, em reunião realizada em 13 de setembro de 2011, na sede da Companhia Docas do Rio Grande do Norte - CODERN, solicitou que o TR do Estudo Ambiental a ser elaborado contemple um Relatório de Avaliação Ambiental - RAA, o qual começou a ser elaborado no mesmo mês pela equipe da FAPEU. A Portaria Interministerial MMA/SEP/PR nº 424, de 26 de outubro de 2011, estabeleceu os procedimentos específicos a serem adotados pelo IBAMA, Termo de Referência - TR, na regularização ambiental de portos de Docas. A Portaria Interministerial MMA/SEP/PR nº 425, de 26 de outubro de 2011, em 20 de dezembro

de 2011, institui o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental Portuária - PRGAP. Em 20 de dezembro de 2011, a CODERN aderiu ao PRGAP e, em 30 de março de 2012, o IBAMA e a SEP/PR firmaram Termo de Compromisso publicado no Diário Oficial da União - DOU para execução do PRGAP. Assim, em 26 de abril de 2012, foi apresentado a CODERN, em reunião, o estudo ambiental em comento.

Este trabalho técnico, realizado por equipe multidisciplinar, foi desenvolvido seguindo rigorosamente o TR aprovado pelo IDEMA. Tem como propósito a regularização ambiental do Porto de Natal. Visa instrumentalizar os responsáveis pelo empreendimento, com informações, recomendações e exigências fundamentadas na legislação, no compêndio de normas técnicas e nas normas, manuais e diretrizes da própria SEP/PR, permitindo que o porto opere de acordo com os parâmetros de qualidade ambiental desejados.

O Ministério do Meio Ambiente - MMA preconiza que o licenciamento ambiental é um importante instrumento de gestão da Política Nacional de Meio Ambiente. Define que a administração pública deva exercer o necessário controle sobre as atividades humanas que interferem nas condições ambientais. Desta forma, tem por princípio a conciliação do desenvolvimento econômico com o uso dos recursos naturais, de modo a assegurar a sustentabilidade dos ecossistemas em suas variabilidades físicas, bióticas, sociais, culturais e econômicas. Deve, ainda, estar apoiado por outros instrumentos de planejamento de políticas ambientais, como a avaliação ambiental estratégica e a avaliação ambiental integrada, por exemplo.

Tais instrumentos devem estabelecer indicadores, padrões e critérios para a manutenção da qualidade ambiental dos diversos tipos de empreendimentos impactantes. Busca, com isso, formas de prevenir, mitigar e remediar possíveis danos e riscos ambientais. Deve-se avaliar e propor formas de gerenciá-los e controlá-los ou mesmo, estabelecer planos de emergência para eventuais ocorrências danosas ao meio ambiente e à população.

Foi neste intuito que a avaliação ambiental do Porto de Natal foi realizada. Buscou-se a obtenção junto ao IDEMA da Licença de Regularização de Operação - LRO concedida aos empreendimentos e atividades em operação conforme a

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Portaria Nº 424, de 26 de outubro de 2011, do MMA, que dispõe sobre os procedimentos específicos a serem aplicados pelo IBAMA na regularização ambiental de portos e terminais portuários, bem como os outorgados às Companhias Docas, previstos no art. 24-A da Lei Nº 10.683, de 28 de maio de 2003, permitindo a continuidade da operação após análise da documentação requerida e mediante o cumprimento das condicionantes ambientais estabelecidas.

Assim, por solicitação específica do IDEMA, o estudo foi elaborado na concepção de Relatório de Avaliação Ambiental - RAA, com a finalidade de identificar os impactos ambientais potenciais que possam advir ou que já estejam instalados em função da operação portuária em questão, no qual consta também a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias de tais impactos, bem como proposição de formas para maximização de resultados positivos e fortalecimento de procedimentos desejáveis já mantidos.

Espera-se que esta Avaliação Ambiental, permita aos dirigentes do Porto de Natal e às comunidades envolvidas, uma visão ampla de todas as condições de operação do porto e de possíveis agressões que o empreendimento possa causar ao meio ambiente, ao ambiente de trabalho e à sua vizinhança. Pretendeu-se mostrar as alternativas mais adequadas para o gerenciamento e controle ambiental, auxiliando assim o controle operacional e a manutenção de mecanismos de ação preventiva, corretiva e de avaliação.

Em atendimento a Informação Técnica emitida pelo Núcleo de Estudos Técnicos de Alta Complexidade - NETAC do IDEMA, datado de 25 de Abril de 2014, à FAPEU complementou este estudo conforme exigências do Órgão Licenciador e reapresenta o Relatório de Avaliação Ambiental com as informações solicitadas.

Com isso, espera-se ter contribuído com o Porto de Natal no que se refere à questão ambiental.



1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

- Nome ou razão social: Secretaria de Portos da Presidência da República - SEP/PR
- Nº CNPJ: 08.855.874/0001-32
- Endereço Comercial: SCN Quadra 04 Bloco B - Centro Empresarial VARIG Pétala C - Mezanino, Sala 1403 - Brasília/DF. CEP 70.714-900
- Representante Legal: José Leônidas de Menezes Cristino
- Contato:
 - Alber de Vasconcelos.
E-mail: alber.vasconcelos@planalto.gov.br

1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

- Nome ou razão social:
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
- Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária - FAPEU
- Nº CNPJ: 83476911/0001-17
- Endereço Comercial: UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Reitor João David Ferreira Lima - Trindade - Florianópolis/SC. CEP 88040970
- Telefone e Fax: (48) 3338-1805
- Representante legal: Pedro da Costa Araújo
- Contato:
 - Ariovaldo Bolzan. Coordenador Geral do Projeto
E-mail: abolzan@enq.ufsc.br
 - Bertoldo Silva Costa. Coordenador Técnico do Projeto.
E-mail: bertoldo.costa@gmail.com

1.3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR

Nome	Área Profissional	Registro Profissional	CTF/IBAMA	Assinatura
Coordenador Geral				
Ariovaldo Bolzan	Eng. Químico	029126-6 CREA/SC	5173061	
Coordenador Técnico				
Bertoldo Silva Costa	Eng. Sanitarista e Ambiental	017281-6 CREA/SC	195170	
Equipe				
Andrey Pozzobom Martins	Eng. Sanitarista e Ambiental	131518-1 CREA/SC	6261669	
Anival Antônio Leite	Geógrafo	33216/D CREA/DF	276576	
Caroline Machado Costa	Pedagoga	-	5171318	
Juliana Sarti Roscoe	Geóloga	88.931-2	962625	
Leonardo de Castro Oliveira	Eng. Ambiental	17481/D CREA/DF	5483887	
Luciana Cristina Oliveira Guerra	Socióloga	822 DRT/MG	3300647	
Maricéia da Silva Villas Boas	Bióloga	04185/03-D CRBio	5487092	
Nelson Luiz Fidélis Filho	Geógrafo	S1-38711-8/D CREA/SC	266856	
Nízia Maria Paris de Medeiros	Geógrafa	2106634455 CREA/RN	6321721	
Rodrigo Reitz	Eng. Ambiental e Sanitarista	104553-0 CREA/SC	5173259	

2 DADOS DO PORTO

2.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Através do Decreto nº 15.277 de 14 de janeiro de 1922, conforme Figura 1 a seguir, foi aprovado o primeiro porto do estado do Rio Grande do Norte, localizado no município de Natal, capital do Estado, denominado Porto de Natal.

Figura 1 - Diário Oficial da União - 22 de janeiro de 1922

DIÁRIO OFICIAL

1592 Domingo 22 Janeiro de 1922

Art. 38. Quaesquer novas condições exigidas para os empregados civis do Departamento só se tornarão effectivas para as nomeações posteriores á data do presente regulamento.

Rio de Janeiro, 31 de dezembro de 1921. — *João Pandiá Calogeras.*

—

DECRETO N. 15.277 — DE 14 DE JANEIRO DE 1922 (*)

Approva o projecto e respectivo orçamento, na importância de 6.079:647\$500 (seis mil e setenta e nove contos seiscentos e quarenta e sete mil e quinhentos réis), para execução das obras de melhoramentos da barra e do porto de Natal, e desapropria, por utilidade pública, os terrenos e melhoramentos necessários para tal fim.

O Presidente da Republica dos Estados Unidos do Brasil, de accordo com o que propoz a Inspectoria Federal de Portos, Rios e Canaes, decreta:

Art. 1.º Ficam approvados o projecto e orçamento, na importancia de 6.079:647\$500 (seis mil e setenta e nove contos seiscentos e quarenta e sete mil e quinhentos réis), que com este baixam, rubricados pelo director geral do Expediente da Secretaria de Estado da Viação e Obras Publicas, para melhoramento da barra e porto da cidade de Natal, Estado do Rio Grande do Norte, em substituição á aprovação constante do decreto n. 13.282, de 13 de novembro de 1915, que fica sem effecto.

Art. 2.º Ficam desapropriados, por utilidade publica, na forma da legislação em vigor, todos os terrenos e melhoramentos abrangidos pelas obras acima approvadas ou necessarios na margem direita do rio Potengi á protecção do canal de accesso ao porto e bem assim a pedreira de Macahyba, situada no local do mesmo nome, á margem do referido rio, distante cerca de 24 kilometros a montante da cidade o indispensavel á execução das mencionadas obras.

Rio de Janeiro, 14 de janeiro de 1922, 101.ª da Independencia e 34.ª da Republica.

EPITACIO PESSÓA,
J. Pires do Rio.

—

DECRETO N. 15.262 — DE 11 DE JANEIRO DE 1922

Approva a nova tabella dos vencimentos annuaes dos empregados da Caixa Economica e Monto Pio de Soccorro, do Minas Geraes.

O Presidente da Republica dos Estados Unidos do Brasil, usando da facultade que lhe confere o artigo 60, do Regulamento e baixado com o decreto n. 11.820, de 15 de dezembro de 1915, resolve approvar a seguinte tabella dos vencimentos annuaes dos empregados da Caixa Economica e Montepio de Soccorro, de Minas Geraes:

N. — Categoria —	Ordenado annual —	Gratificação annual —	Total, por classe
1 gerente	5:000\$	2:500\$	7:500\$000
3 primeiros escripturarios	3:600\$	1:800\$	5:400\$000
2 segundos ditos	2:400\$	1:200\$	3:600\$000
1 thesoureiro (sem quebras)	4:000\$	2:000\$	6:000\$000
1 fiel do thesoureiro	1:000\$	800\$	1:800\$000
1 avaliador	2:700\$	1:200\$	3:900\$000
1 archivista	2:000\$	1:000\$	3:000\$000
1 porteiro	1:600\$	800\$	2:400\$000
1 continuo	1:800\$	—	1:800\$000
			50:100\$000

Rio de Janeiro, 14 de janeiro de 1922, 101.ª da Independencia e 34.ª da Republica.

EPITACIO PESSÓA,
Homero Baptista

—

DECRETO N. 15.295 — DE 18 DE JANEIRO DE 1922

Abre ao Ministerio da Justiça e Negocios Interiores o credito de 31:032\$600, supplementar á verba 32.ª do art. 2.º da lei n. 4.242, de 5 de janeiro de 1921, para completar o pagamento de duas etapas aos sargentos do Corpo de Bombeiros.

O Presidente da Republica dos Estados Unidos do Brasil, usando da autorização concedida pelo decreto legislativo n. 4.485, desta data, resolve abrir ao Ministerio da Justiça e Negocios Interiores o credito de 31:032\$600, supplementar á verba 32.ª do art. 2.º da lei n. 4.242, de 5 de janeiro de 1921, para completar o pagamento das duas etapas concedidas aos sargentos do corpo de Bombeiros, pela referida lei.

Rio de Janeiro, 18 de janeiro de 1922, 101.ª da Independencia e 34.ª da Republica.

EPITACIO PESSÓA,
Joaquim Ferreira Chaves.

—

DECRETO N. 15.296 — DE 18 DE JANEIRO DE 1922

Abre ao Ministerio da Justiça e Negocios Interiores o credito especial de 139:326\$941, para pagamento a Moreira Barbosa & Comp., de medicamentos e productos chimicos fornecidos ao Governo.

O Presidente da Republica dos Estados Unidos do Brasil, usando da autorização concedida pelo decreto legislativo numero 4.486, desta data, resolve abrir ao Ministerio da Justiça e Negocios Interiores o credito especial de 139:326\$941, para pagamento do que é devido a Moreira Barbosa & Comp., de medicamentos e productos chimicos fornecidos ao Governo.

Rio de Janeiro, 18 de janeiro de 1922, 101.ª da Independencia e 34.ª da Republica.

EPITACIO PESSÓA,
Joaquim Ferreira Chaves.

—

DECRETO N. 15.297 — DE 18 DE JANEIRO DE 1922

Abre ao Ministerio da Guerra o credito especial de 15:000\$, para pagamento dos vencimentos ao bacharel João Euphrasio Guiló de Souza.

O Presidente da Republica dos Estados Unidos do Brasil, usando da autorização que lhe confere o decreto legislativo n. 4.488, desta data, resolve abrir ao Ministerio da Guerra o credito especial de 15:000\$, para pagamento dos vencimentos a que tem direito o bacharel João Euphrasio Guiló de Souza, pelo exercicio interino das funcções de auditor de guerra da 6.ª região militar, no impedimento do effectivo, durante o periodo de 19 de janeiro a 31 de dezembro de 1920.

Rio de Janeiro, 18 de janeiro de 1922, 101.ª da Independencia e 34.ª da Republica.

EPITACIO PESSÓA,
João Pandiá Calogeras.

—

DECRETO N. 15.298 — DE 18 DE JANEIRO DE 1922

Abre ao Ministerio da Guerra o credito supplementar de 3:994:436\$406, para atender ás despesas decorrentes da verba 15.ª — Material — ns. 11, 16, 22, 23 e 24, e consignação — Despesas especiais — do orçamento de 1921, e de outras providencias.

O Presidente da Republica dos Estados Unidos do Brasil, usando da autorização que lhe confere o decreto legislativo n. 4.490, desta data, resolve abrir ao Ministerio da Guerra o credito supplementar de 3.994:436\$406, para atender ás despesas decorrentes da verba 15.ª — Material — ns. 11, 16, 22, 23 e 24, e consignação — Despesas especiais — do orçamento do mesmo Ministerio, relativo ao exercicio de 1921, podendo tambem, para tal fim, e até aquelle limite, fazer operações de credito.

Rio de Janeiro, 18 de janeiro de 1922, 101.ª da Independencia e 34.ª da Republica.

EPITACIO PESSÓA,
João Pandiá Calogeras.

(*) Reproduz-se por ter sahido com incorrecções.

Fonte: Brasil, DOU (1922).

Em 21 de outubro de 1932, diante do Decreto nº 21.995 assinado pelo Presidente dos Estados Unidos do Brasil, Getúlio Vargas, foi iniciada a construção do porto, às margens do lado direito do Rio Potengi. As Figuras 2 e 3 mostram as principais instalações portuárias na época.

Figura 2 - Vista da margem direita do Rio Potengi e instalações Portuárias



Fonte: Memória Viva (2012).

Figura 3 - Vista do Cais do Porto de Natal



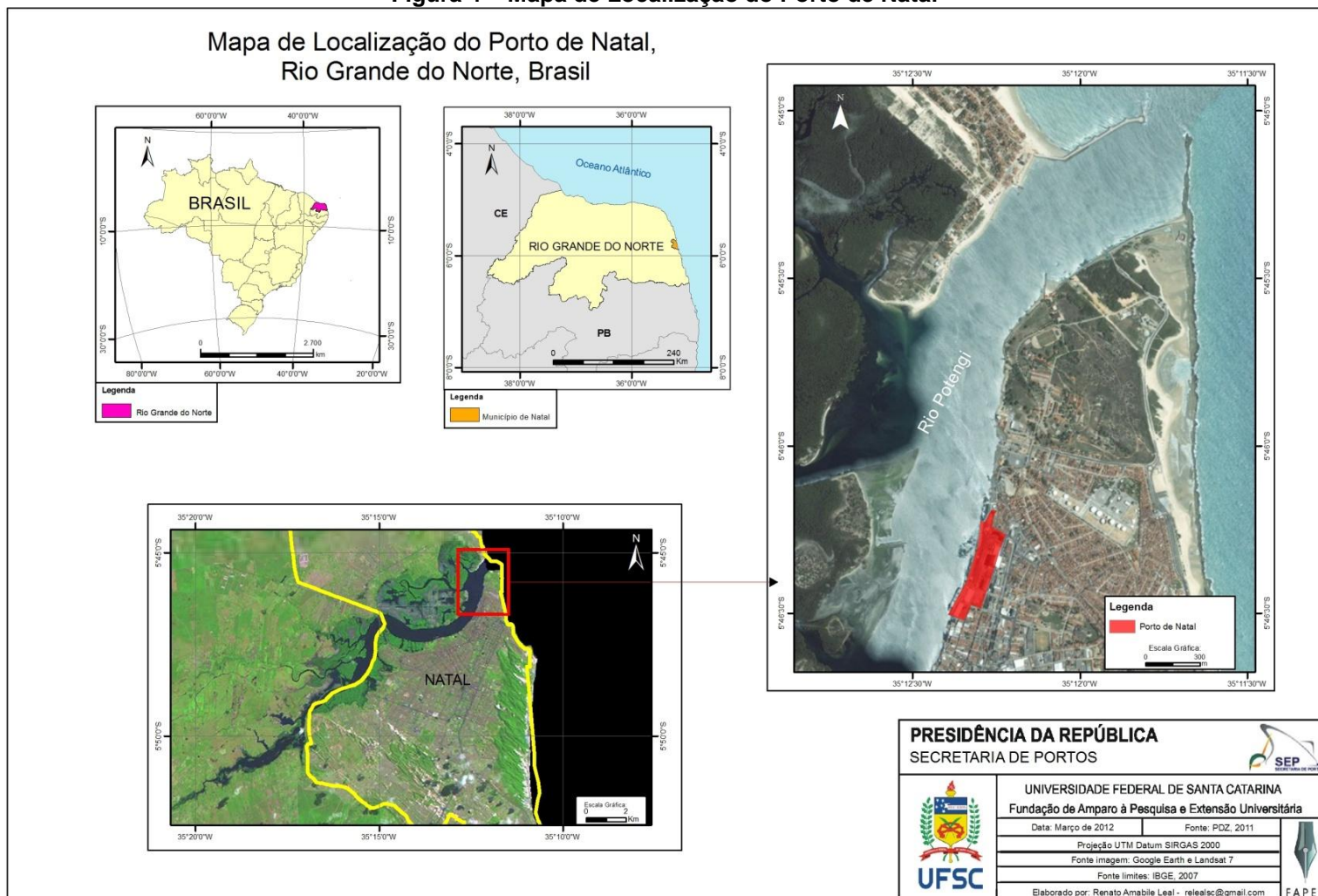
Fonte: Memória Viva (2012).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU



O Porto de Natal está localizado nas coordenadas 5°46'24"S e 35°12'20"W conforme cadastro na *International Maritime Organization - IMO* sob o código BRNAT nº 20.043, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Mapa de Localização do Porto de Natal



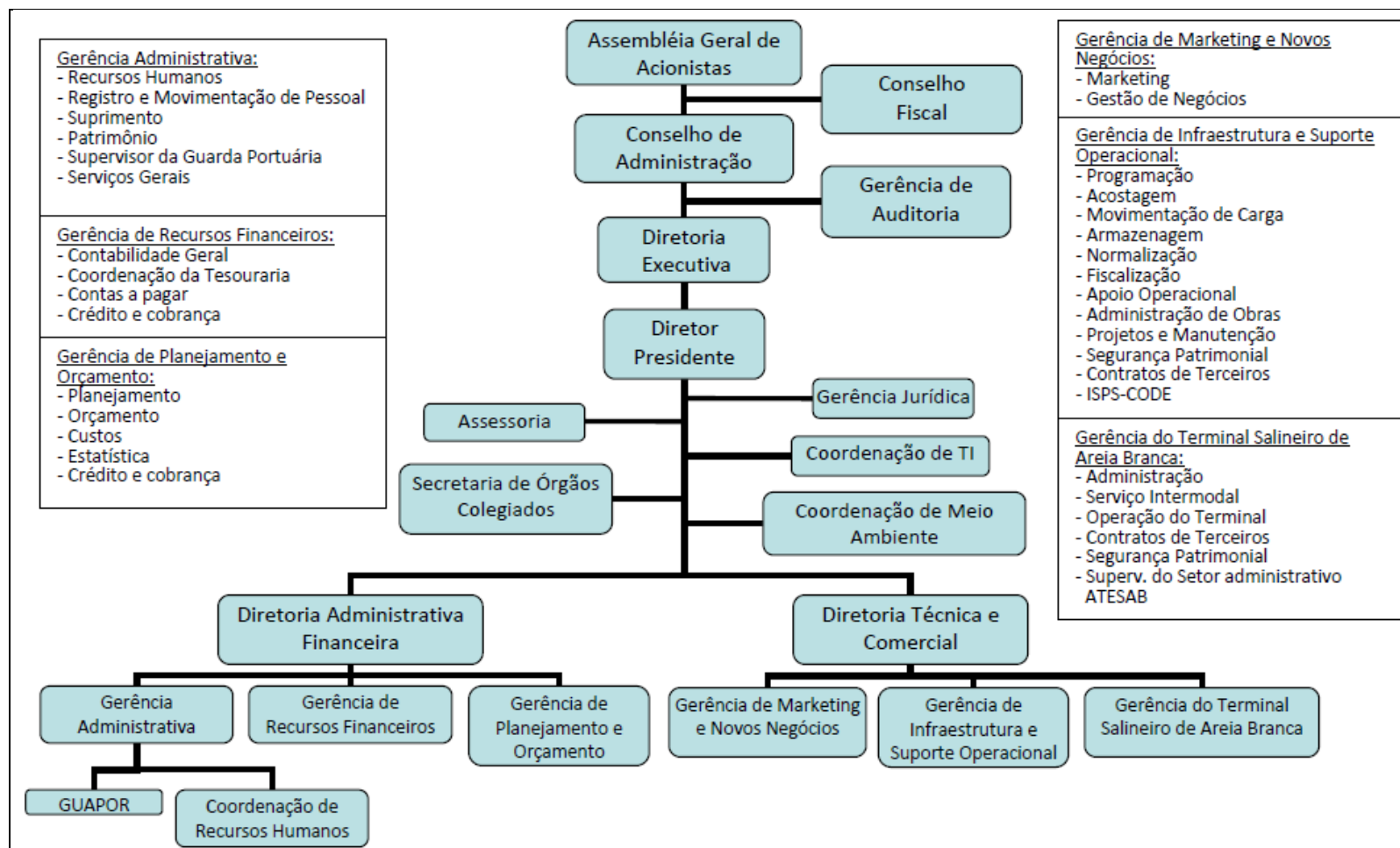
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 1, Página 2)
Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO PORTO DE NATAL

Inicialmente a administração ficou a cargo do Departamento de Portos, Rios e Canais e Departamento de Portos e Vias Navegáveis, passando posteriormente à Empresa de Portos do Brasil - PORTOBRAS. Em 1983, a Companhia Docas do Estado do Rio Grande do Norte - CODERN assumiu a responsabilidade de administrar o Porto Organizado de Natal.

A estrutura administrativa e de gestão do Porto Organizado de Natal está definida no Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Natal - PDZ, conforme o diagrama da Figura 5, a seguir.

Figura 5 - Diagrama da estrutura administrativa e de gestão da CODERN.



Fonte: CODERN, Organograma (2009).
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 2, Página 3).

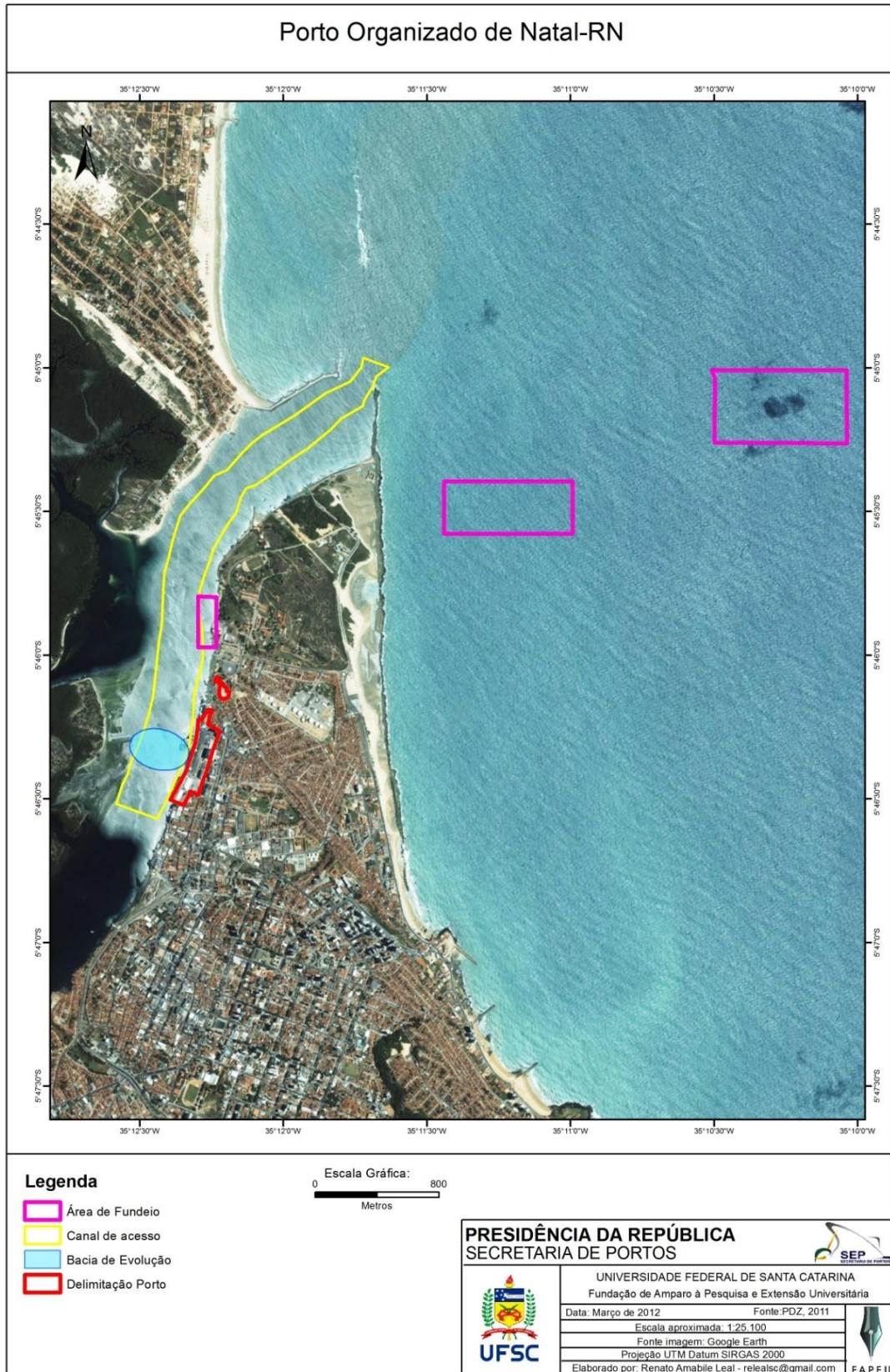
Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1 Caracterização das Áreas e das Instalações do Porto Organizado de Natal

Conforme a Portaria MT nº 1.029, de 20 de dezembro de 1993, publicada no Diário Oficial da União em 22 de dezembro do mesmo ano, a área do Porto Organizado de Natal (Figura 6), no estado do RN, é constituída: (ANTAQ, Porto de Natal, 2011):

- a) Pelas instalações portuárias terrestres existentes na margem direita do rio Potengi, desde a Base Naval de Natal até o molhe leste, na interseção com o arrecife de Natal, junto ao Forte dos Reis Magos, abrangendo todos os cais, docas, pontes e píeres de atracação e de acostagem, armazéns, edificações em geral e vias internas de circulação rodoviária e ferroviária e ainda os terrenos ao longo dessa faixa marginal e em suas adjacências pertencentes à União, incorporadas ou não ao patrimônio do Porto de Natal ou sob sua guarda e responsabilidade;
- b) Pela infraestrutura de proteção e acesso aquaviário, tais como áreas de fundeio, bacias de evolução, canal de acesso e áreas adjacentes a esse até as margens das instalações terrestres do porto organizado, conforme definido no item "a" acima, existentes ou que venham a ser construídas e mantidas pela administração do Porto ou por outro órgão do poder público.

Figura 6 - Porto Organizado de Natal



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 3, Página 4).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1.1 Áreas de Fundeio

As áreas de fundeio (Figura 7) estão definidas conforme:

a) *Fundeadoiro nº 01*: localizado entre os paralelos de 5°45'00"S e 5°45'15"S e os meridianos de 35°10'00" W e 35°10'30" W, é destinado aos navios procedentes de outros portos que aguardam o recebimento do práctico ou local para atracação (NPCP, 2008);

b) *Fundeadoiro nº 02*: localizado entre os seguintes pontos:

i. 5°45,97'S e 35°12,23'W;

ii. 5°45,97'S e 35°12,29'W;

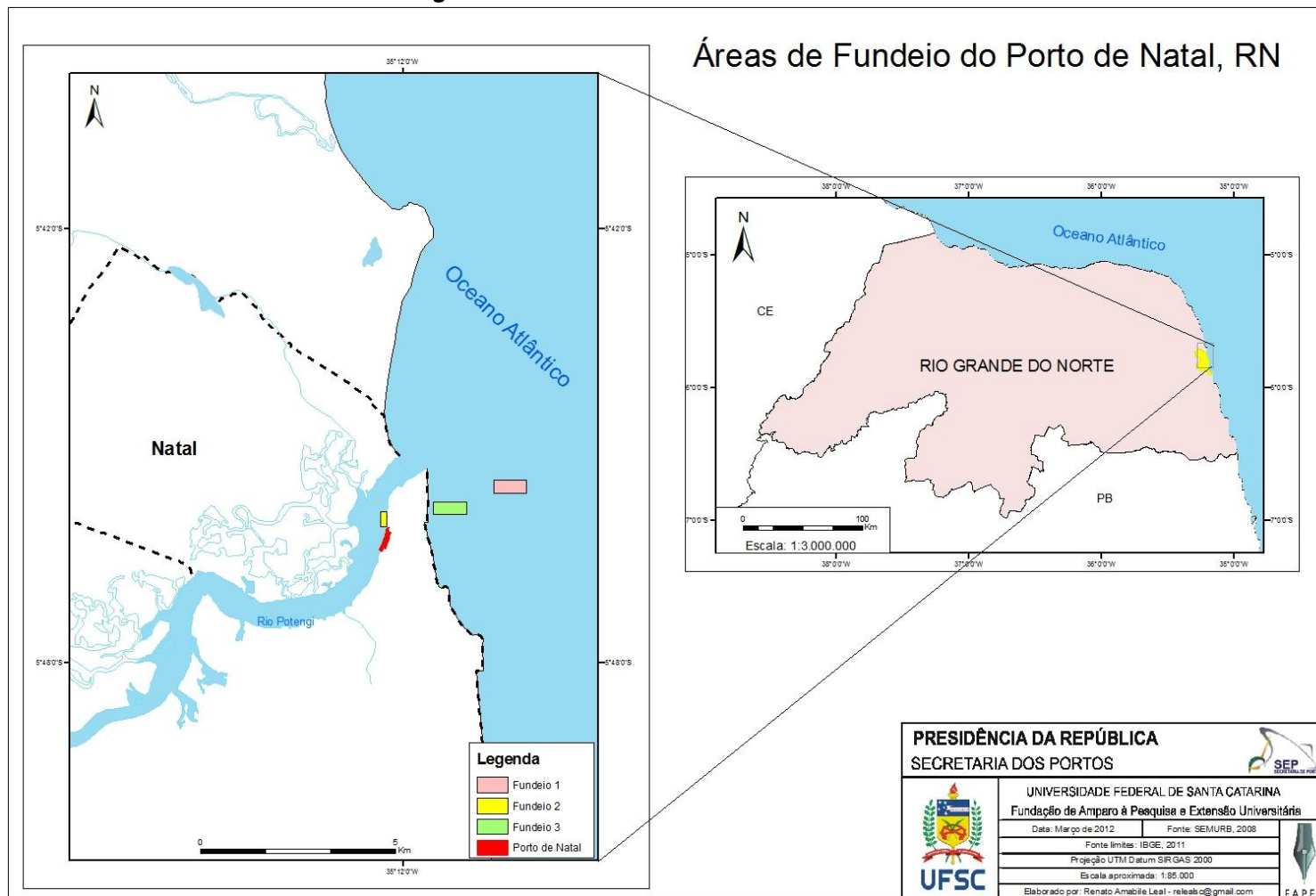
iii. 5°45,79'S e 35°12,28'W;

iv. 5°45,77'S e 35°12,24'W.

É destinado para embarcações de esporte e recreio (IATE CLUBE DE NATAL) (NPCP, 2008).

c) *Fundeadoiro nº 03*: localizado entre os paralelos de 5°45'24"S e 5°45'36"S, e os meridianos de 35°11'6"W e 35°11'24"W, é destinado aos navios em quarentena que receberão a visita para inspeção sanitária (NPCP, 2008).

Figura 7 - Áreas de Fundeio do Porto de Natal



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 4. Página 5)

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1.2 Baía de Evolução

A baía de evolução (Figura 8) tem extensão de 400m, com largura de 250m e profundidade mínima de 10m e de 11,5m em frente aos berços de atracação.

Figura 8 - Baía de Evolução do Porto de Natal



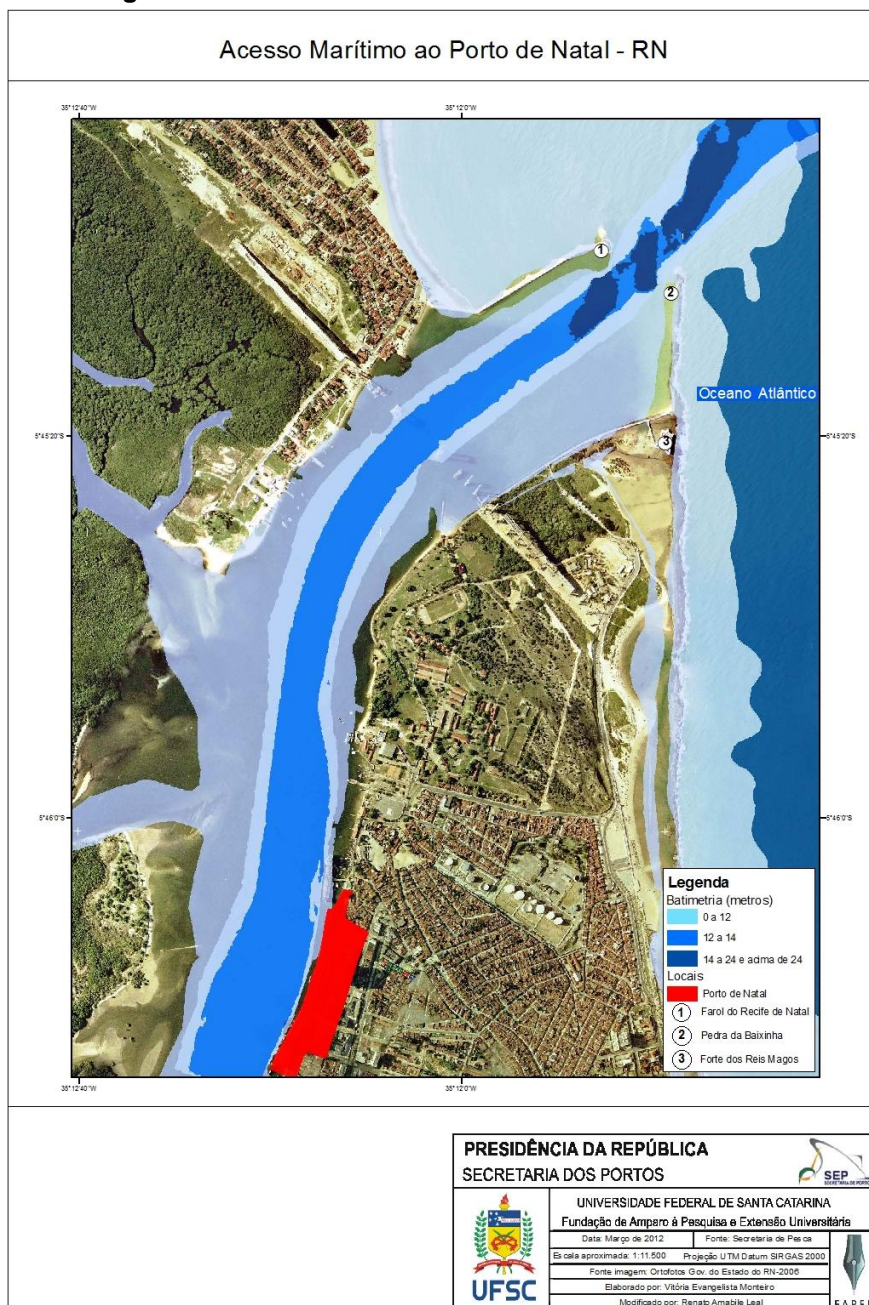
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 5, Página 6).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1.3 Canal de Acesso Marítimo

O canal de acesso marítimo (Figura 9) inicia na barra pelo farol do arrecife de Natal e a oeste pela Pedra da Baixinha, onde apresenta profundidade mínima de 10m, referentes ao Nível de Redução - NR da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil - DHN da Marinha do Brasil, e largura entre 100m nos trechos retilíneos e 120m nas curvas, com uma extensão de cerca de 3 km até o cais.

Figura 9 - Canal de acesso marítimo do Porto de Natal



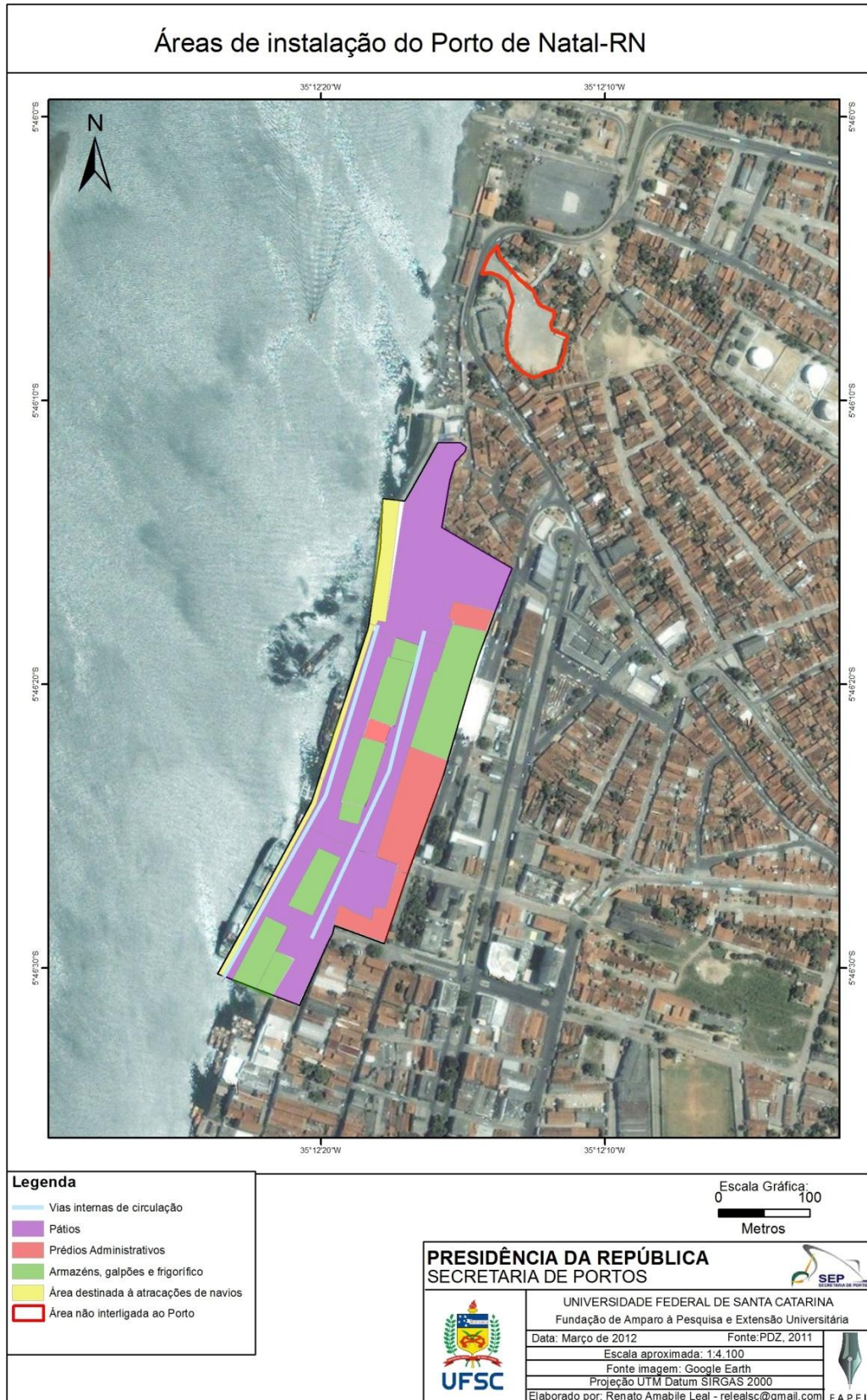
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 6, Página 7).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

De acordo com o PDZ do Porto de Natal ficam assim definidas as áreas do complexo portuário (Figura 10):

- a) Área alfandegada, com 55.000m², que corresponde:
- i. Instalações físicas (prédios administrativos) com 2.000m²;
 - ii. Pátios para movimentação de *containers* com 29.000m²;
 - iii. Armazéns, galpões e frigorífico com 8.225m²;
 - iv. Área destinada à atracação de navios com 8.775m²;
 - v. Área não interligada ao Porto com 7.000m², distante 200m, utilizada para armazenagem de peças e/ou equipamentos de grande porte (trituradores, sondas de perfuração etc.).

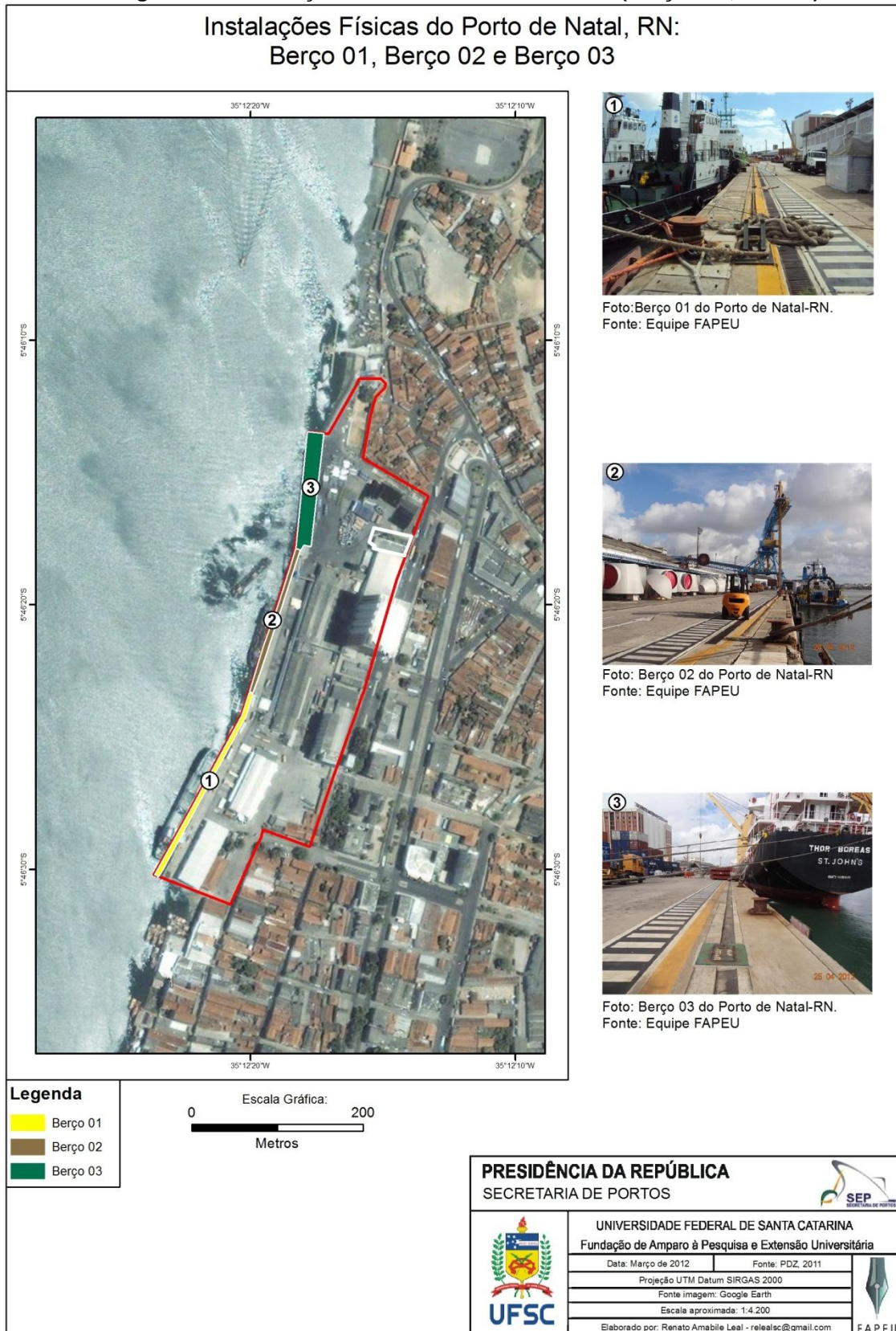
Figura 10 - Áreas de instalação do Porto de Natal



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 7. Página 8).

- b) Instalações de acostagem, com 544m, divididas em 03 berços (Figura 11):
- i. Berço 01: possui 209m de comprimento, localizado em frente ao Armazém Seco e ao Armazém Frigorífico, é utilizado para a operação de navios “reefers” e atracação dos navios de cruzeiros;
 - ii. Berço 02: possui 195m de comprimento, localizado em frente aos Armazéns e Galpões de primeira linha, que possuem os equipamentos necessários para o descarregamento e transporte do trigo a granel para o Grande Moinho Potiguar, tornando-se o berço para a atracação dos navios trigueiros além dos navios que embarcam/desembarcam cargas a granel ou unitizadas, além de sacarias;
 - iii. Berço 03: possui 140m de comprimento, localizado em frente ao Pátio Norte, tornando-se a melhor alternativa para a operação de embarque/desembarque de *containers*.

Figura 11 – Instalações Físicas do Porto de Natal (Berços 01, 02 e 03)



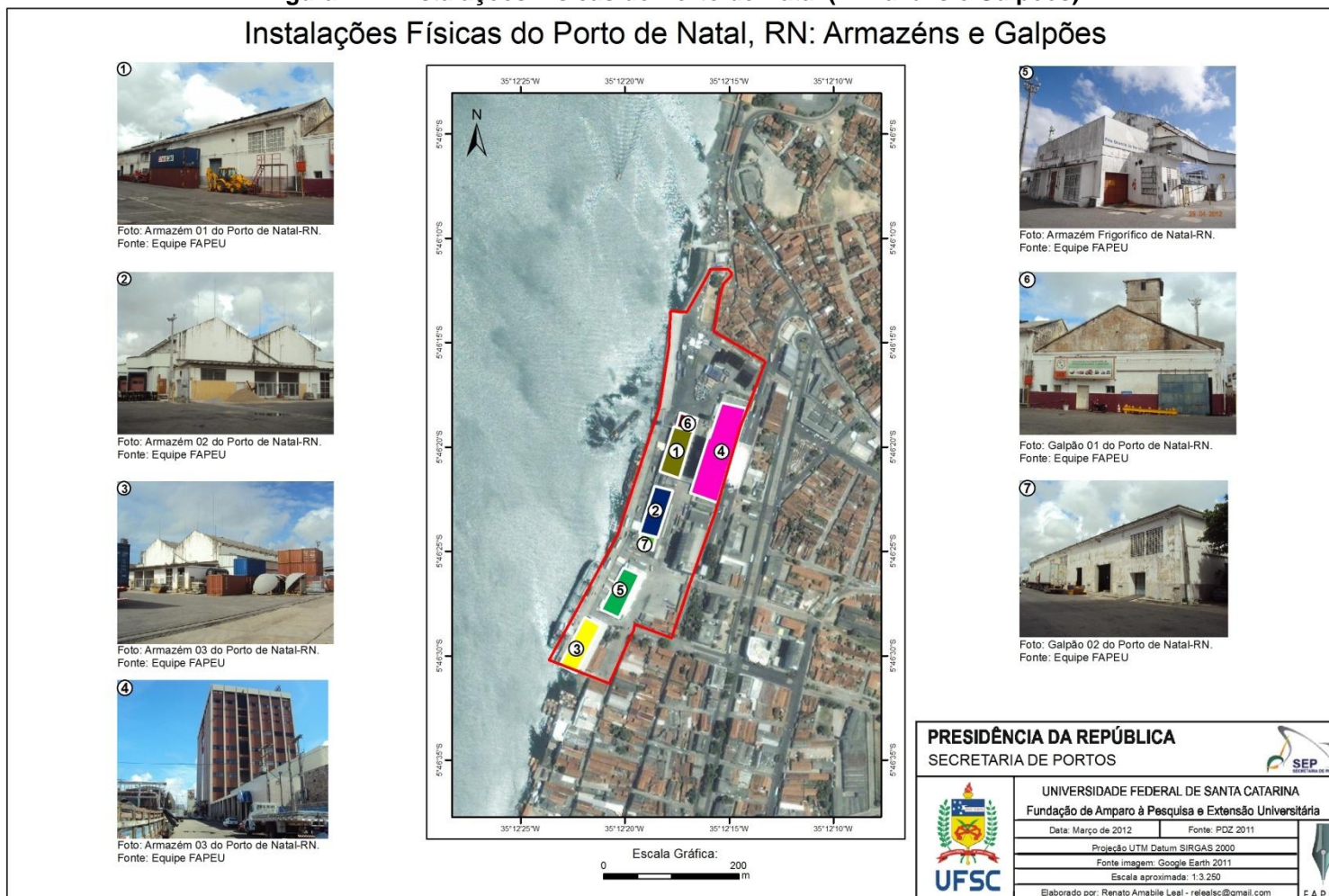
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 8, Página 9).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Com exceção das operações de desembarque de trigo a granel que ocorrem exclusivamente no Berço 02, todas as demais operações (*containers*, carga geral solta ou unitizada, sacaria, embarque/desembarque de passageiros) podem ser realizadas em qualquer um dos berços, sendo classificados como de múltiplo uso.

- c) Instalações de armazenagem (Figura 12), distribuídas em armazéns, galpões e silos:
- i. 01 (um) armazém frigorífico com uma área de 1.950m² e capacidade estática de 2.000t. Equipado com 6 câmaras de refrigeração, 2 túneis de resfriamento, 4 docas para recebimento de cargas e área de expedição para o procedimento de embarque de cargas.
 - ii. 03 (três) armazéns do tipo seco, sendo 2 com 1.800m², (armazéns nº 01 e nº 02) e 1 com 1.875m² (armazém nº 03). Todos são utilizados tanto para armazenagem de carga geral como nas operações de ovação e desova de *containers*.
 - iii. 02 (dois) galpões contíguos aos armazéns com áreas de 456m² e 380m², os quais são utilizados para armazenagem de cargas em geral.
 - iv. Silos destinados ao armazenamento de grãos de trigo fazem parte das instalações do Grande Moinho Potiguar, arrendatário de uma área de 1.475,84m² pertencentes à CODERN. Neste moinho estão dispostos 11 silos, sendo 8 com capacidade de 2.500t e 3 com capacidade de 700t. (PDZ, CODERN, 2010).

Figura 12 – Instalações Físicas do Porto de Natal (Armazéns e Galpões).

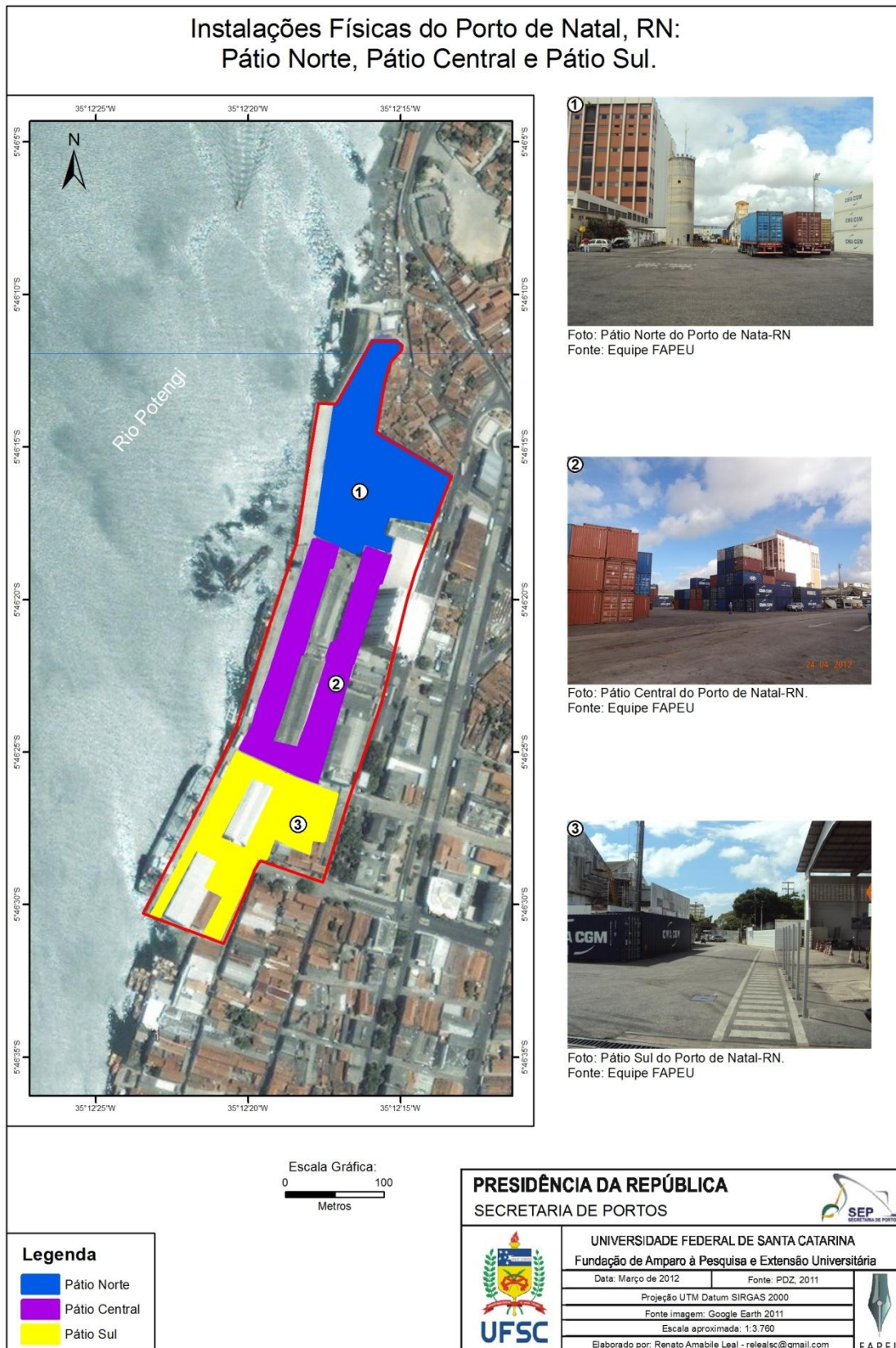


(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 9, Página 10).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

- d) Pátios (Figura 13), com aproximadamente 32.920m² de área descoberta dividida em:
- i. *Pátio Sul*, com uma área de aproximadamente 4.500m², com capacidade de armazenagem de cerca de 500 *twenty-foot equivalent unit* - TEU's, considerando o empilhamento de até 5 *containers*; possui 16 caixas com 58 tomadas de 440V, alimentadas pela Subestação Elétrica nº 01 e respectivos grupos geradores disponíveis para atender aos *containers* frigorificados;
 - ii. *Pátio Norte*, com uma área de aproximadamente 13.500m², com capacidade de armazenagem de cerca de 1600 TEU's, possui 11 caixas com 140 tomadas de 440V alimentadas pela Subestação Elétrica nº 02 e respectivos grupos geradores para atender aos *containers* frigorificados. A esse pátio foi agregada uma área próxima à Comunidade do Maruim, de 1.840m², concedida através do Termo de Guarda Provisória requerida junto a Gerência Regional do Patrimônio da União - GRPU, no Estado do RN, utilizada atualmente para o armazenamento de minério de ferro. Em 2014 a GPM - Operações Portuárias e Logística ME, em atendimento as exigências feitas pela COORMA (Coordenação de Meio Ambiente do Porto de Natal), apresenta o Plano de Remoção do Minério de Ferro (Anexo "I") no Porto.
 - iii. *Pátio Central*, com uma área aproximada de 6.080m², capacidade de 580 TEU's, abriga a via de circulação que interliga os Pátios Sul e Norte, passando entre o Grande Moinho Potiguar e os armazéns e galpões. Dispõe de 80 tomadas de 440V, distribuídas em 05 caixas;
 - iv. As instalações portuárias contam ainda com uma área não interligada ao Porto, distante 200m, com aproximadamente 7.000m². Possui sistema de iluminação e uma subestação abaixadora de energia elétrica de 13,8KV e capacidade instalada de 800KVA.

Figura 13 – Instalações Físicas do Porto de Natal (Pátios Norte, Central e Sul)



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 10, Página 11).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

e) Outras Instalações

As áreas de apoio e administrativas do Porto de Natal estão apresentadas conforme a descrição a seguir e visualizadas na Figura 14.

- i. Central de Atendimento Operacional, com área de 700m², instalada ao lado do Pátio Norte, aglutinando os órgãos intervenientes na operação portuária (Polícia Federal, Receita Federal, Delegacia do Ministério da Agricultura, Vigilância Sanitária, Órgão Gestor de Mão de Obra - OGMO e Operadores Portuários), com o objetivo de acelerar o desembarço e a logística interna do Porto.

Figura 14 - Instalações Físicas do Porto de Natal (Sede Administrativa, Instalações de Apoio, Área CODERN, SETOPE)



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 11, Página 12).

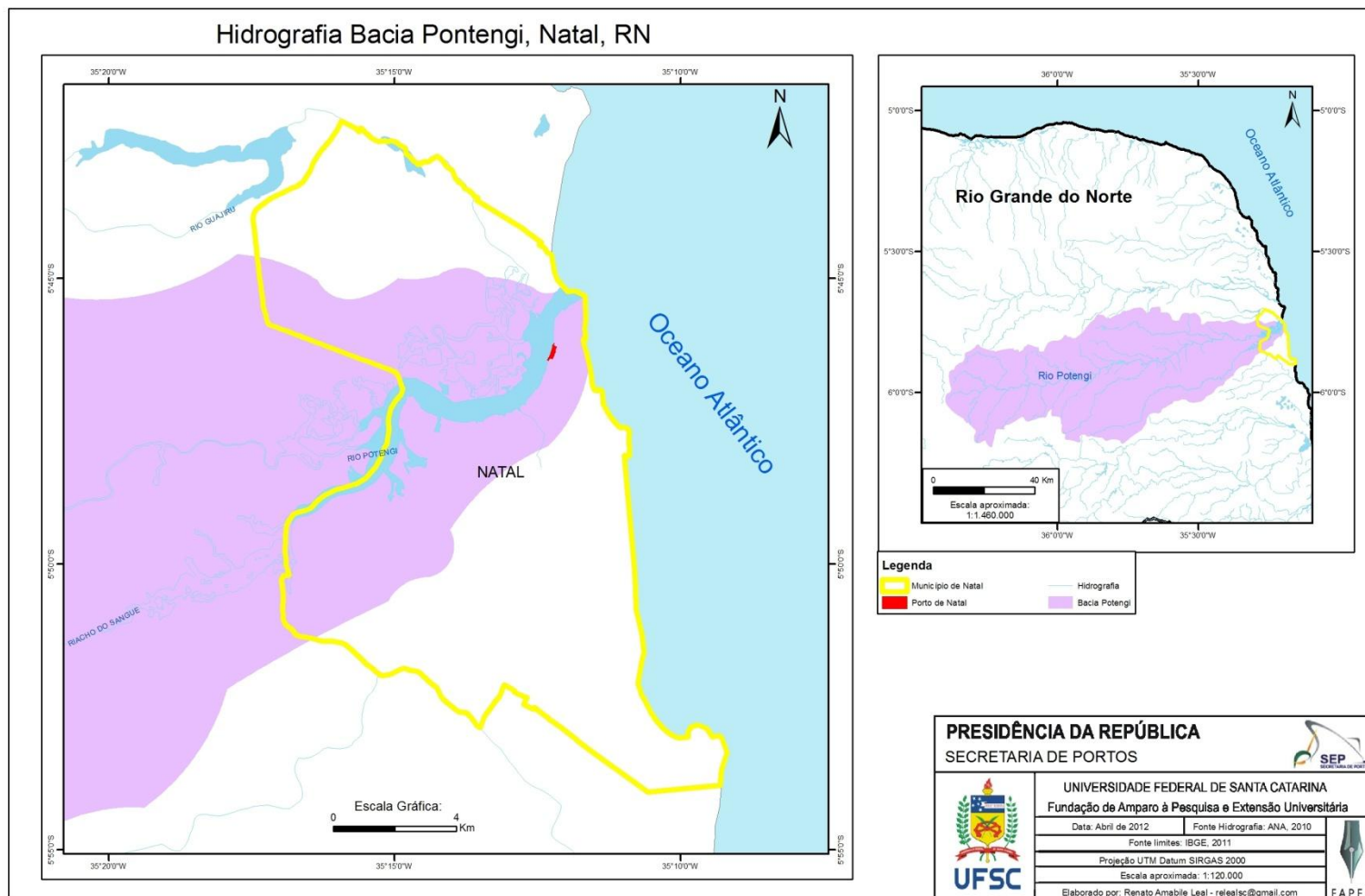
Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1.4 Corpo Hídrico

O Porto de Natal está localizado a margem direita do Rio Potengi (em tupi: Rio dos Camarões), sendo o principal rio do estado do RN. Este rio nasce no município de Cerro Corá distante 176 km de sua foz.

A Bacia Hidrográfica do Rio Potengi está representada na Figura 15.

Figura 15 - Hidrografia da Bacia do Rio Potengi



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 12, Página 13).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1.5 Vias de Acesso

a) Acesso Marítimo

A partir do Oceano Atlântico, o acesso marítimo ocorre no início do canal de acesso, pela barra com largura aproximada de 150 m e profundidade de 10 m, localizada a leste, tendo como referência o farol do recife de Natal, também conhecido como Arrecife de Natal, e a oeste, pela pedra da Baixinha.

O canal de acesso apresenta profundidade mínima de 10m, em relação ao NR da Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN da Marinha do Brasil, e largura entre 100m nos trechos retilíneos e 120m nas curvas, com uma extensão de cerca de 3 km até o cais, conforme mostra a figura de canal de acesso - item 2.2.1.3.

b) Acessos Rodoviários

Por não possuir um corredor independente de acesso às instalações portuárias, o Porto de Natal se utiliza das rodovias da malha viária da cidade de Natal. Os acessos são:

- i. O Portão Sul, localizado na confluência entre as ruas Chile e Silva Jardim, sendo o principal acesso às dependências. Por esta via de acesso circulam os veículos leves, como os automóveis, e os veículos pesados, como as carretas, caminhões e maquinário destinados à movimentação do porto. Os passageiros para os navios de cruzeiro também se utilizam deste portão.
- ii. O Portão Central, localizado no entroncamento entre a Rua Olavo Bilac e Av. Hildebrando Góis.

- iii. O Portão Norte, localizado no cruzamento entre a Tv. São Pedro e a Av. Hildebrando de Góis.

c) Vias de Circulação Interna do Porto

O Porto de Natal dispõe de vias internas de circulação e interligação entre os pátios Norte, Sul e Central.

O Porto de Natal não possui vias internas de circulação ferroviária.

A Figura 16 mostra os acessos rodoviários, vias internas de circulação e localização dos portões do Porto de Natal.

Figura 16 - Acessos rodoviários e vias internas de circulação do Porto de Natal



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 13, Página 14).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

d) Acesso Ferroviário

O acesso ferroviário (Figura 17) se dá pela Rua Chile, nas proximidades (50 metros) do Portão Sul. O Terminal Ferroviário está localizado ao sul, aproximadamente a 650m do Porto de Natal.

Figura 17 - Acesso Ferroviário ao Porto de Natal



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 14, Página 15).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

e) Dutoviário

O Porto de Natal não possui acessos do tipo dutoviário.

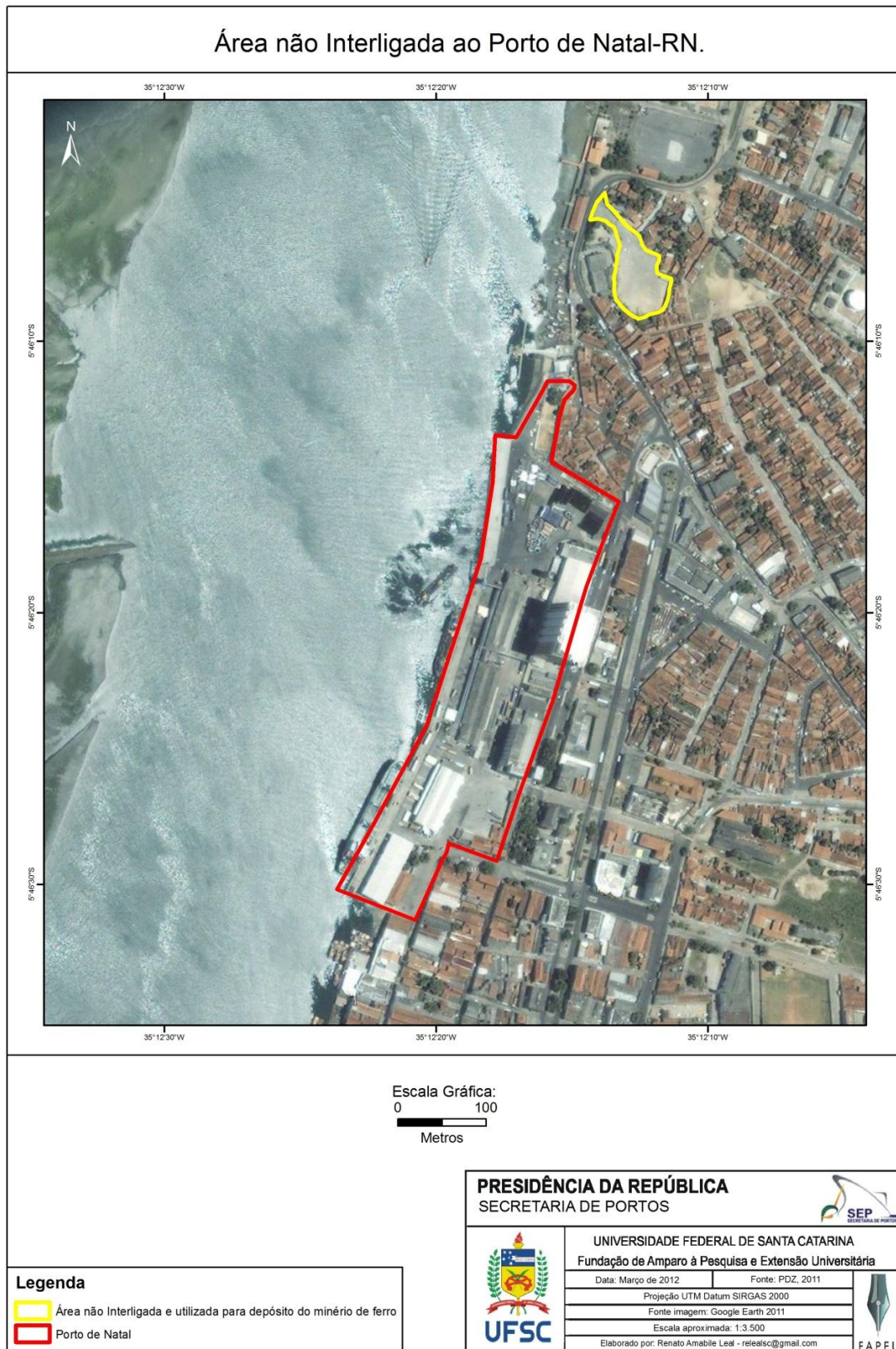
2.2.1.6 Principais áreas produtivas

As principais áreas produtivas do Porto Organizado de Natal são:

- a) O **Grande Moinho Potiguar**: está localizado na retroária do berço 2 do Porto de Natal, em uma área arrendada de 1.450,00m², pertencente à CODERN, concentrando todo o conjunto industrial moageiro, com silos para a recepção e armazenagem de trigo e industrialização de massas, biscoitos e outros derivados de trigo. A área total do moinho compreende aproximadamente 13.000,00m², possui uma capacidade de recepção de 20.000 t/mês e capacidade estática para moagem de 15.000 t/mês;
- b) O **Terminal Privativo da Petrobrás**, distante cerca de 50m ao norte do berço 3. Destina-se à movimentação de granéis líquidos e ao fornecimento de combustíveis para embarcações.

A Figura 18 mostra a área não interligada ao Porto de Natal, utilizada como depósito de minério de ferro.

Figura 18 - Área não interligada ao Porto de Natal



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 15, Página 16).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1.7 Zonas de Adensamento Populacional e Povos Tradicionais

Desde a sua fundação no ano de 1599 até a década de 1930, o município de Natal não apresentou um crescimento populacional significativo. Este quadro somente foi alterado a partir do ano de 1940, conforme indicam estudos sobre o desenvolvimento urbano da cidade.

A aceleração do crescimento demográfico de Natal e seu consequente aumento da malha urbana foram bastante influenciados pelas migrações populacionais. A 2ª Guerra Mundial está entre os fatores que impulsionaram o aumento da população do município, causado por migrações e impulsionado pela instalação de bases militares aérea, naval e do exército em Natal, proporcionando a expansão do setor terciário e imobiliário no município, além de estabelecer zonas de adensamento em decorrência da atração do mercado. O declínio da economia baseada no tripé gado-algodão-agricultura na qual todo o estado do RN se assentava e as frequentes secas ocorridas no interior do estado teriam provocado deslocamentos constantes de numerosos contingentes populacionais do campo para a cidade.

Segundo o artigo da pesquisa “Novas Centralidades Urbanas: uma análise do comércio de bens e serviços da Avenida Engenheiro Roberto Freire em Natal/RN,” publicado na Revista Eletrônica de Geografia *Observatorium*, Universidade Federal de Uberlândia, houve, então, a intensificação do fluxo migratório para Natal, que trouxe, entre várias consequências, o aumento da demanda por habitação. Natal passou a concentrar maior número da população no estado formando um aglomerado urbano, principalmente no período de 1991 a 2000. Esse adensamento populacional foi também impulsionado pelo processo de modernização econômica pelo qual passou o município nos anos de 1970. Queiroz (2010).

Esse processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas fez com que o município de Natal se tornasse praticamente 100% urbanizado tendo como consequência, a expropriação dos recursos naturais de forma a comprometer a

qualidade ambiental e paisagística, levando-se em conta o caráter naturalmente frágil da zona costeira.

Quanto à presença de povos tradicionais definida pelo Decreto Nº 6.040/2007, este estudo identificou comunidades de pescadores artesanais distribuídas em diferentes áreas inseridas na Área de Influência Direta - AID, no município de Natal. Foram encontrados os seguintes pontos com atividades relacionadas à pesca: Ribeira (Maruim), Cidade Alta (estaleiros), Tavares de Lira (escoamento da pesca industrial) e Praia da Redinha. Existem ainda pescadores lotados na Ponta Negra e na Praia da Areia Preta. Em todos os casos, os pescadores têm a Colônia de Pesca Z-04, localizada no Maruim, como representação.

Apenas a colônia de pescadores chamada de Colônia Z-4 de Pesca e Aquicultura de Natal José Bonifácio, fundada em 16 de outubro de 1922 localiza-se no entorno da área do Porto Organizado de Natal, na comunidade do Maruim. Esta comunidade apresenta a característica de acolher os pescadores das outras comunidades.

Há ainda outras localidades como as Quintas, o Nordeste, Felipe Camarão e Guarape, onde pessoas de comunidades carentes pescam nas águas do rio Potengi focadas na subsistência (MONTEIRO et al., 2009).

2.2.1.8 Áreas utilizadas para pesca, de uso turístico ou recreacional

a) Pesca

Conforme Monteiro (2009), a pesca artesanal (Figura 19) é realizada ao longo dos quatro (4) quilômetros na área estuarina do rio Potengi, a partir do Forte dos Reis Magos até a comunidade do Passo da Pátria.

Figura 19 - Principais pontos de pesca do município de Natal



(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 16, Página 17).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

b) Turismo

A praia da Redinha e o Forte dos Reis Magos são os pontos procurados pelos turistas.

c) Recreação

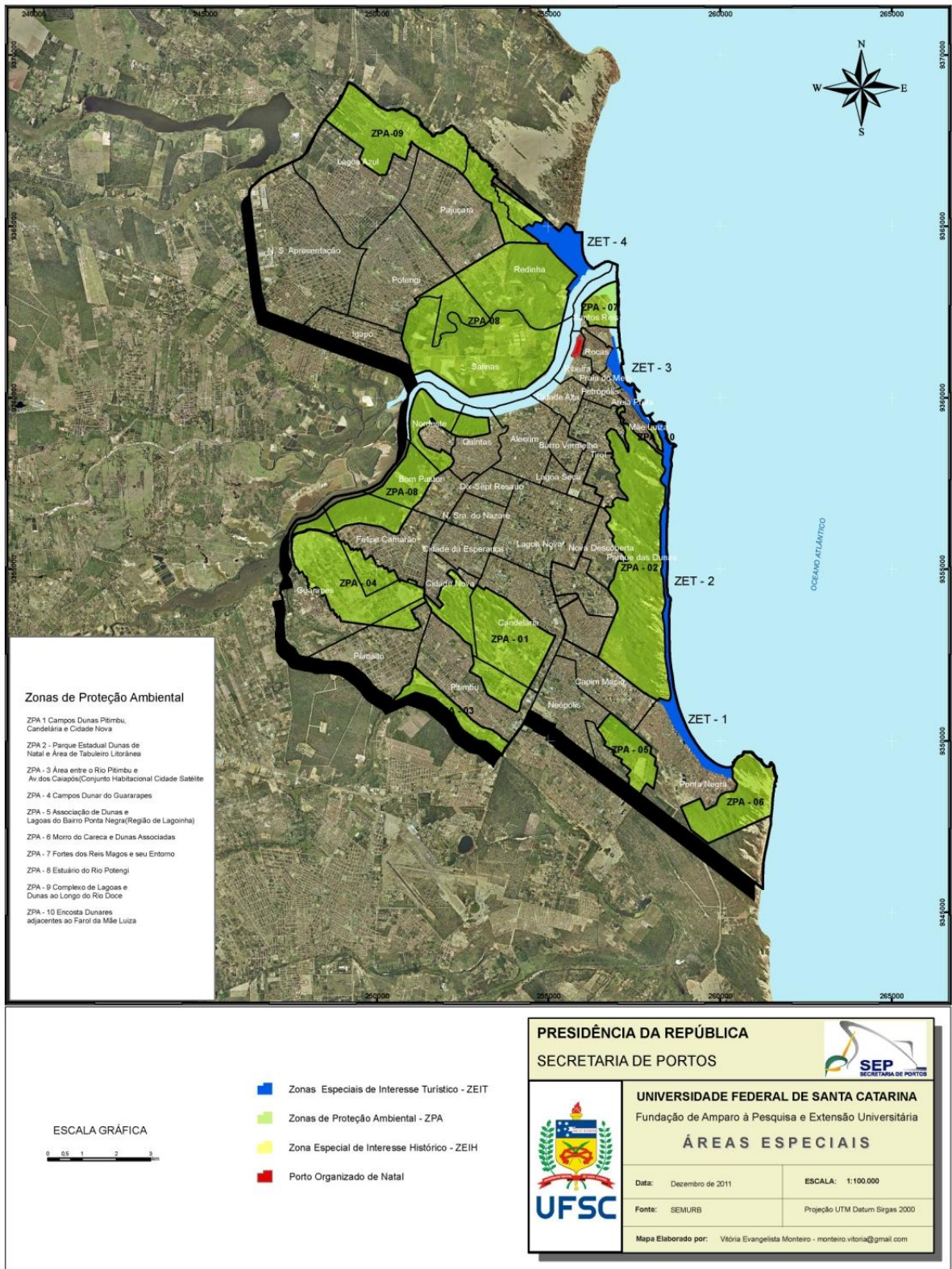
A área do Porto Organizado de Natal possui o Iate Clube de Natal, fundado em 1952, com o apoio da Base Aérea de Parnamirim que cedeu o terreno junto à margem direita do rio Potengi, na praia da Rampa.

2.2.1.9 Áreas Naturais Protegidas: Áreas de Preservação - APP, Unidades de Conservação - UC e demais áreas protegidas por legislação específica

A Lei Complementar nº 07 de 5 de agosto de 1994 dispõe sobre o Plano Diretor de Natal - PDN considerando em seu artigo 20º, Zona de Proteção Ambiental - ZPA como sendo a área na qual as características do meio físico restringem o uso e ocupação, visando à proteção, manutenção e recuperação dos aspectos paisagísticos, históricos, arqueológicos e científicos.

De acordo com o mapa do Macrozoneamento das ZPA do Município de Natal (Figura 20), a Zona do Forte dos Reis Magos e seu entorno (ZPA-7) e a Zona do Estuário do Rio Potengi (ZPA-8), são as mais próximas do Porto de Natal.

Figura 20 - Zonas de Proteção Ambiental



Fonte: Adaptado, IDEMA, (2011).
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 17, Página 18).

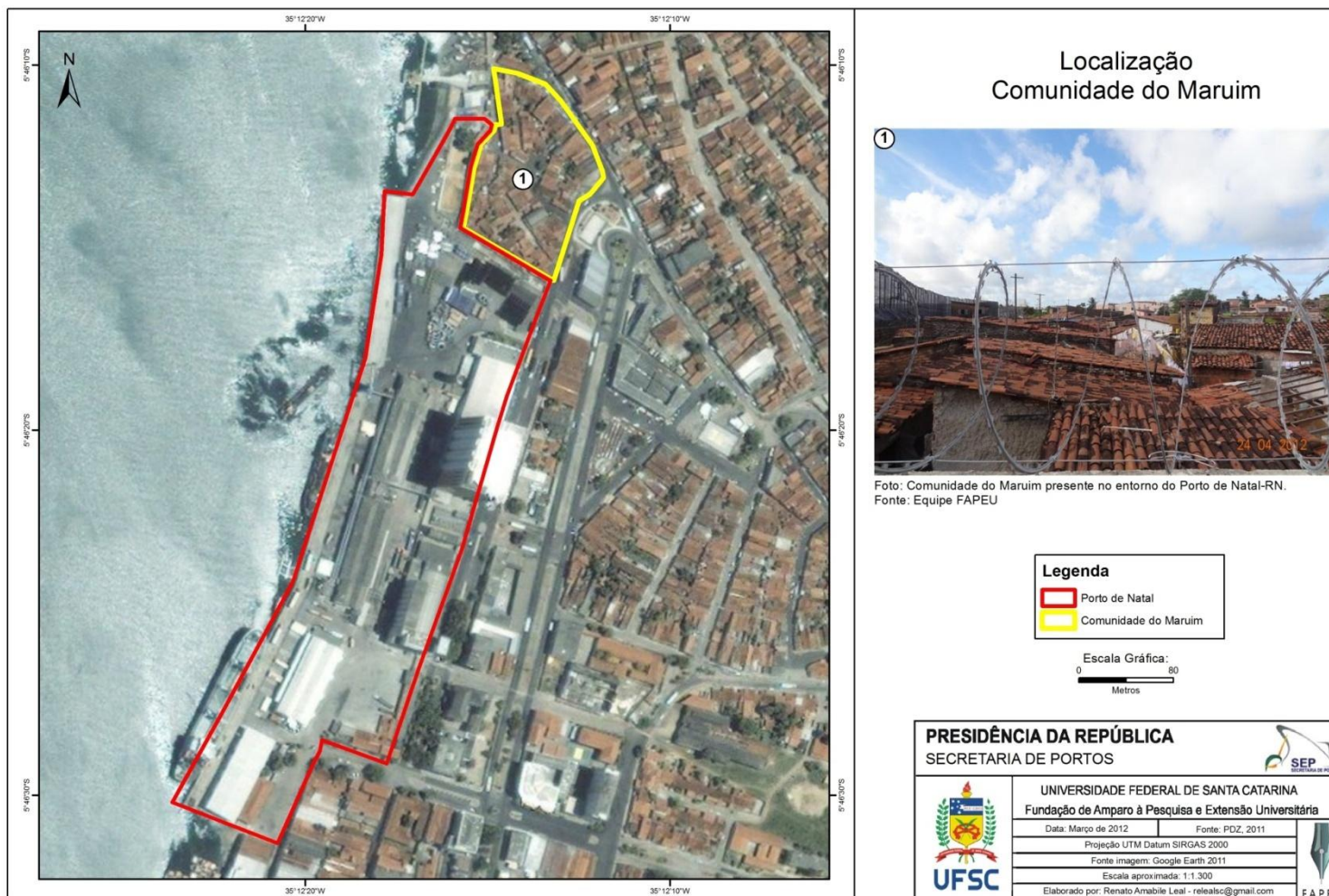
Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1.10 Áreas Especiais de Interesses Sociais

O município de Natal conta ainda com uma regulação de Áreas Especiais de Interesses Sociais, definindo-as como áreas que se destinam a produção, manutenção e recuperação de habitações de interesse social, que são: terrenos públicos ou particulares ocupados por favelas, vilas ou loteamentos irregulares e glebas ou lotes urbanos, isolados ou contínuos, não edificadas, subutilizadas, ou não utilizadas com área superior a 400m².

Localizada junto à extrema do pátio norte da área do Porto Organizado de Natal, está a Comunidade do Maruim (Figura 21), onde habitam aproximadamente duzentas famílias. Para a CODERN, esta é uma área estratégica para a ampliação do Porto de Natal, permitindo a ampliação da capacidade de acostamento de navios, que passaria a receber o dobro da capacidade atual. Segundo a CODERN, passará a ser um espaço para armazenar mais de mil *containers*, e ainda poderão ser retomadas as operações de cabotagem.

Figura 21 - Localização Comunidade do Maruim



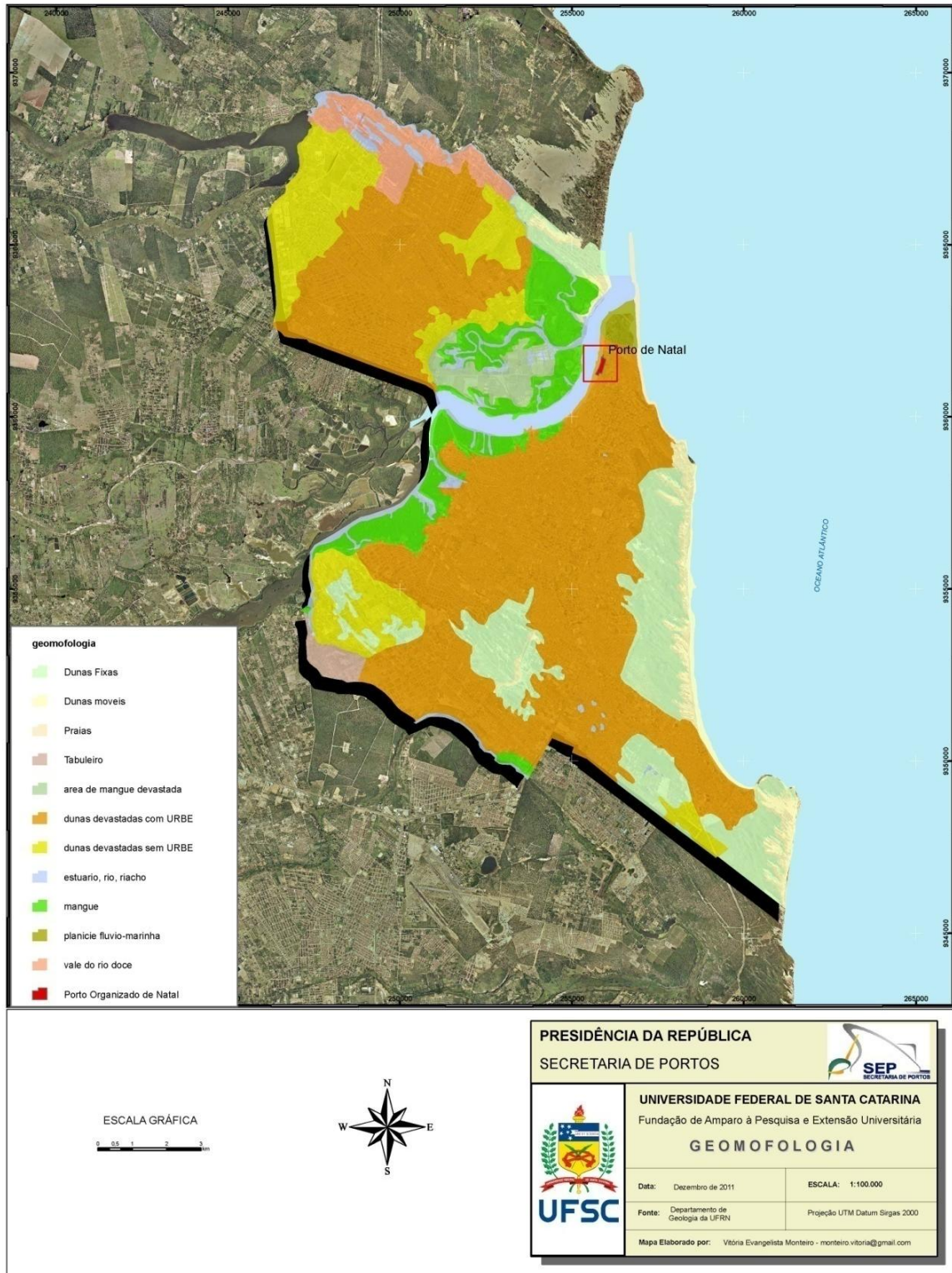
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 18, Página 19).
Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

2.2.1.11 Feições consideradas Relevantes

Considera-se feições relevantes, as propriedades físicas e as formas da superfície terrestre características da cidade de Natal.

Segundo informações extraídas do Anuário da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Urbano da Prefeitura de Natal - SEMURB (2006), o município de Natal é composto por quatro formas geomorfológicas (Figura 22). São elas: Plataforma Continental, Superfícies de Aplainamento, Vales Fluviais Lacustres e Formas Litorâneas.

Figura 22 - Mapa Geomorfológico do Município de Natal



Fonte: Adaptado, IDEMA, (2011).
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 19, Página 20).

Dentro destas quatro formas geomorfológicas, a que se apresenta no limite da área do Porto Organizado de Natal é a dos recifes localizados próximo ao Forte dos Reis Magos, no estuário do Rio Potengi, conforme mostra a figura do acesso marítimo ao Porto de Natal item 2.2.1.3.

A Figura 23 apresenta a formação rochosa praias, na praia do Forte.

Figura 23 - Rochas praias na Praia do Forte, Natal-RN



Fonte: Site Aluguel de temporada Brasil (2011).

2.2.1.12 Descrição das cargas e produtos de movimentação no porto

No Porto de Natal são movimentadas cargas no cais público, longo curso, cabotagem e outras navegações. Os produtos de movimentação são os exportados: melão, açúcar, melancia, manga, mamão, uva, camarão, peixe congelado e minério de ferro (não mais movimentado) e os importados: trigo, equipamentos e caixaria.

No Terminal Petrolero “Pier das Dunas” é movimentado álcool etílico hidratado combustível e produtos derivados de petróleo, tais como, querosene para

aviação, coque de petróleo e Gás Liquefeito de Petróleo - GLP. Para o armazenamento destes produtos existem doze (12) tanques somando uma capacidade estática de 62.900 toneladas, (Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRÁS).

Tanto o grau de periculosidade quanto as Fichas de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ estão disponíveis no Anexo II deste documento.

2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PORTO

2.3.1 Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto - PDZ

O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto - PDZ é um instrumento básico de planejamento estratégico, submetido ao Conselho de Autoridade Portuária - CAP, órgão superior de Administração Pública Federal que integra a estrutura do Estado, criado pela Lei nº 8.630/93, possuindo atribuições e poderes estabelecidos por essa lei. Sua atuação é de forma funcional e colegiada, sendo composto por membros que representam o poder público, operadores portuários, trabalhadores portuários e usuários dos serviços portuários, que são nomeados para exercerem uma função pública deliberando sobre questões de sua competência com a missão honorífica de elevada relevância para o desenvolvimento do Porto, buscando sempre a prevalência do interesse público, colaborando com a determinação dos rumos do porto, através de uma gestão participativa com a Administração Portuária.

O PDZ, conforme estabelecem as orientações gerais, deve integrar-se aos planos diretores municipais e/ou metropolitanos e às diretrizes e metas do gerenciamento costeiro e do sistema de recursos hídricos, estabelecidos para a região, contemplando:

1. Zoneamento ambiental;
2. Identificação de áreas de risco;
3. Áreas críticas e de preservação;
4. Locais para serviços de apoio.

Para o Porto de Natal, o PDZ foi finalizado em 2010, e atende ao preconizado na Portaria nº 414 da Secretaria de Portos - SEP, publicada no Diário Oficial da União - DOU em 31 de dezembro de 2009. Indica diretriz para o futuro do Porto, reunindo os aspectos técnicos, logísticos e socioeconômicos, introduzindo os conceitos de qualidade na prestação do serviço unindo a questão ambiental e urbana do Porto com a cidade do Natal.

Com a determinação de rumos, diretrizes gerais, premissas técnicas e orientações políticas, suportando o planejamento estratégico de administração e exploração, com características mais específicas, atendendo a critérios e normas de utilização, operação e construção das diversas instalações e facilidades, nas áreas de uso privado da CODERN, os objetivos de exploração e preservação do desenvolvimento harmônico da atividade portuária tendem a ser alcançados. Para isso o acompanhamento dinâmico das transformações ocorridas na área portuária faz com que o PDZ seja constantemente revisto e atualizado e sempre confrontado com as necessidades que passem a surgir de forma a melhor atender a sua real função.

2.3.1.1 Cargas em Perdimento

O Plano de Desenvolvimento e Zonamento do Porto de Natal não contempla cargas em perdimento.

2.3.2 Apresentação da movimentação atual de carga em termos quantitativos, qualitativos, financeiros e a projeção dessa movimentação

No Porto de Natal são movimentadas cargas no cais público, longo curso, cabotagem e outras navegações. Os principais produtos de movimentação exportados são: melão, açúcar, melancia, manga, mamão, uva, camarão, peixe congelado e os importados: trigo, equipamentos e caixaria.

Existiram regularidades de movimentação de cargas no Porto de Natal nos anos de 2005 a 2009. A Tabela 1 a seguir mostra a quantidade de açúcar, frutas, trigo, combustíveis e outros (adesivo, caixaria, algodão, bagagem, camarão, caranguejo, cantoneira, cola, derivados de petróleo, azeite, andaimes, artesanato, azulejo, batata, arroz, chelita, bijuteria, edredom, frango, granito, cerâmica, sondas de perfuração, equipamentos, tapetes sacos plásticos, móveis, quartzo, massas, minério, louça, lagosta, lâmpadas, inhame, etc.), identificando apenas um aumento significativo no item “outros” e uma diminuição na quantidade de frutas devido a dificuldades encontradas com as leis de incentivos fiscais.

Além disso, no ano de 2009 houve uma queda generalizada na movimentação de todas as demais cargas com exceção do trigo chegando a 7,24% a menos, como consequência da crise mundial que prejudicou vários setores da economia.

Tabela 1 - Movimentação de cargas observadas entre os anos de 2005 e 2009

MOVIMENTAÇÃO NO PORTO DE NATAL (EM TONELADAS)							
ANO	LONGO CURSO				CABOTAGEM		TOTAL GERAL
	AÇÚCAR	FRUTA	TRIGO	OUTROS**	CARGA GERAL	COMBUSTÍVEIS (terminal privativo)	
2005	76.543	121.694	91.272	19.436	2.328	169.299	480.572
2006	63.286	137.410	88.335	16.482	3.395	233.853	532.761
2007	53.532	138.285	101.237	45.282	3.907	211.621	553.864
2008	62.998	83.286	87.023	82.849	3.965	178.103	498.224
2009	35.153	70.961	100.915	52.345	15.333	187.456	462.163

Fonte: PDZ, (2010).

** (adesivo, caixaria, algodão, bagagem, camarão, caranguejo, cantoneira, cola, derivados de petróleo, andaime, azeite, azulejo, artesanato, arroz, batata, bijuteria, chelita, edredom, cerâmica, frango, granito, inhame, lâmpada, lagosta, louça, massa, minério, móveis, quartzo, saco plástico, tapete, equipamentos, sondas de perfuração, etc.).

Nos anos de 2005 a 2009 também foram calculadas as taxas de movimentação de cargas/equipamentos (Tabela 2) separando a somatória dos itens

containerizados movimentados, açúcar, trigo e outras mercadorias, divididos pelo total de movimentação anual. Dessa maneira verificou-se um crescimento no ano de 2009 de aproximadamente cinco vezes o dado colhido em 2005 e a estabilidade de carregamento de trigo mantendo-se praticamente estabilizada com um ganho de 7,5%.

Tabela 2 - Percentual das taxas anuais de movimentação de cargas

TAXA DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS/EQUIPAMENTOS (t)												
ANO	OPERAÇÃO	CONTÊINER		AÇÚCAR		TRIGO		COMBUSTÍVEIS		OUTROS*		TOTAL ANUAL
		CARGA	TAXA	CARGA	TAXA	CARGA	TAXA	CARGA	TAXA	CARGA	TAXA	
2005	E	27.492	7,03%	76.543	15,93%	-	18,99%	33.013	35,23%	106.784	22,82%	480.572
	D	6.306		-		91.272		136.286		2.876		
2006	E	31.684	7,01%	63.286	11,88%	-	16,58%	45.601	42,02%	117.494	22,52%	532.761
	D	5.637		-		88.335		178.252		2.472		
2007	E	62.242	13,25%	48.665	8,79%	-	18,28%	40.139	38,21%	114.696	21,48%	553.684
	D	11.118		-		101.237		171.482		4.285		
2008	E	119.055	29,40%	60.292	12,10%	-	17,47%	34.730	35,75%	19.245	5,29%	498.224
	D	27.400		-		87.023		143.373		7.106		
2009	E	111.565	29,14%	34.611	7,49%	-	21,84%	30.408	40,56%	2.344	0,98%	462.163
	D	23.105		-		100.915		157.048		2.166		

Fonte: CODERN, (2010).

Observação: (E = Embarque, D = Desembarque).

*(tijolos, peças diversas, pedras, peixes, frutas paletizadas, equipamentos, gasolina, gelo, alimentos, botijões de gás, etc.)



No triênio 2007-2009 (Tabela 3) são observados os seguintes valores para os Transportes de Mercadoria:

Tabela 3 - Quantidade embarcada versus quantidade de navios

Transporte de Mercadorias						
TIPO DE NAVIO	2007		2008		2009	
	Quantidade	NAVIO	Quantidade	NAVIO	Quantidade	NAVIO
CONTÊINER (TEU/navio)	15.524	69	17.285	55	13.724	49
TRIGO (t/navio)	101.236	8	87.023	8	100.915	13
AÇÚCAR (t/navio)	48.655	4	60.021	6	34.610	3
TURISMO (passageiros/navio)	14.293	32	14.190	23	14.229	26
PEÇAS/EQUIPAMENTOS (t/navio)	749.993	2	7.213.215	10	1.991.432	5

Fonte: CODERN, (2010).

TEU - *twenty-foot equivalent unit*.

Conforme o Relatório de Gestão do exercício de 2008 da CODERN, a movimentação em termos gerais do Porto de Natal teve uma redução de 6,5% em relação ao ano de 2007, resultante da diminuição nos embarques da ordem de 11,97%. Tal fato ocorreu porque houve o encerramento das atividades no Porto de Natal e no País do armador *NYK Lauritzen Cool* que atuava há mais de 15 anos com navios “reefers” destinados a exportações de frutas no Estado do RN. Contudo, numa ação comercial entre a CODERN e o armador *CMA-CGM/Marfret*, o porto conseguiu manter boa parte desse tipo de carga e permaneceu como o maior exportador de frutas do Estado do RN, mantendo as frutas tropicais como o produto de maior volume de embarque. O embarque de açúcar em sacas obteve um acréscimo de 18,3% em relação a 2007. Já o desembarque de trigo a granel reduziu 14%, devido a fatores comerciais no mercado internacional. No geral, foi movimentado nas dependências do Porto um total de 320 mil toneladas de produtos e ainda passaram pelas instalações 26 cruzeiros marítimos com aproximadamente 15 mil turistas em 5 meses compreendidos entre janeiro a março, e novembro e dezembro de 2008.



Os dados mais recentes mostram o perfil da movimentação de cargas nos anos de 2010 e 2011 conforme as Tabelas 4 a 6 e Gráficos 1 a 5.

Tabela 4 - Movimentação mensal de cargas durante os anos de 2010 e 2011

MESES / ANO	MOVIMENTAÇÃO MENSAL DE CARGAS EM TONELADAS	
	DURANTE O MÊS	
	2010	2011
JANEIRO	45.932	9.045
FEVEREIRO	13.963	29.586
MARÇO	23.458	21.935
ABRIL	51.386	23.295
MAIO	22.014	11.421
JUNHO	13.000	26.942
JULHO	11.053	10.050
AGOSTO	20.466	28.877
SETEMBRO	23.181	16.912
OUTUBRO	26.715	67.799
NOVEMBRO	23.238	46.882
DEZEMBRO	26.669	65.575
TOTAL	301.075	358.319

Fonte: Gerência de Planejamento - GEPLAN/DAF/CODERN, (2011).

Gráfico 1 - Movimentação Total de Cargas em 2010 e 2011

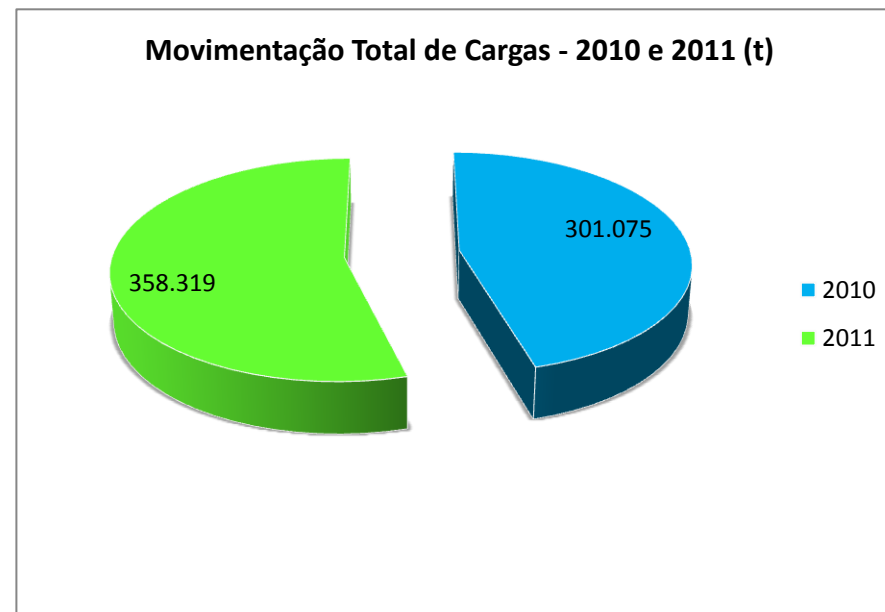


Tabela 5 - Movimentação mensal de cargas por tipo de navegação 2010 e 2011

MÊS / ANO	MOVIMENTAÇÃO MENSAL DE CARGAS EM TONELADAS			
	LONGO CURSO		CABOTAGEM	
	2010	2011	2010	2011
JANEIRO	45.924	9.045	8	-
FEVEREIRO	13.956	29.586	7	-
MARÇO	23.452	21.762	6	173
ABRIL	51.363	23.177	23	118
MAIO	21.935	11.209	79	212
JUNHO	12.992	26.922	8	20
JULHO	11.053	9.163	-	887
AGOSTO	20.466	28.670	-	207
SETEMBRO	23.181	16.435	-	477
OUTUBRO	26.715	67.697	-	102
NOVEMBRO	23.238	46.845	-	37
DEZEMBRO	26.669	65.425	-	150
TOTAL	300.944	355.936	131	2.383

Fonte: Gerência de Planejamento - GEPLAN/DAF/CODERN, (2011).

Gráfico 2 - Movimentação Total de Cargas - Longo Curso - 2010 e 2011

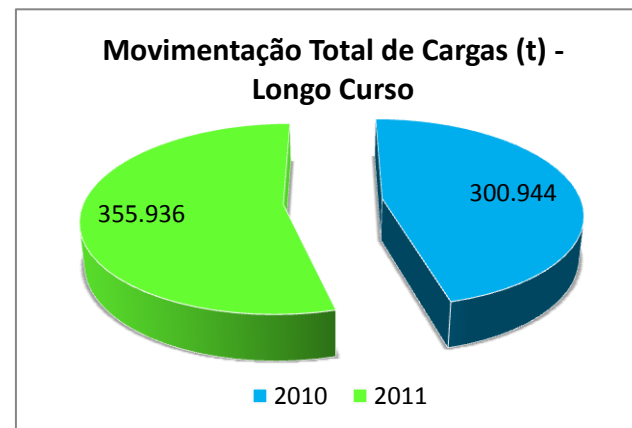


Gráfico 3 - Movimentação Total de Cargas - Cabotagem - 2010 e 2011

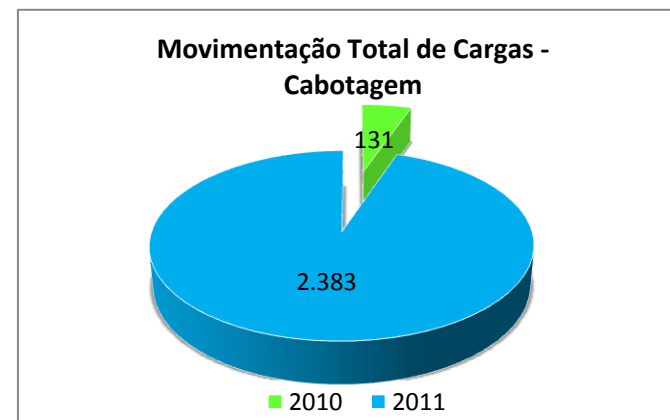


Tabela 6 - Movimentação de Contêiner em 2010 e 2011

MÊS / ANO	2010		2011	
	UNIDADE	TEU's	UNIDADE	TEU's
JANEIRO	1.305	2.474	746	1.443
FEVEREIRO	483	878	561	1.071
MARÇO	1.086	2.079	574	1.060
ABRIL	789	1.471	525	894
MAIO	411	732	160	298
JUNHO	252	408	265	478
JULHO	155	248	569	1.089
AGOSTO	571	1.102	657	1.258
SETEMBRO	1.105	2.142	1.077	2.103
OUTUBRO	993	1.934	1.295	2.541
NOVEMBRO	850	1.676	2.227	4.374
DEZEMBRO	1.091	2.071	1.461	2.862
TOTAL	9.091	17.215	10.117	19.471

Fonte: Gerência de Planejamento - GEPLAN/DAF/CODERN, (2011).

TEU - *twenty-foot equivalent unit*.

Gráfico 4 - Movimentação de Containers - Unidades - 2010 e 2011.

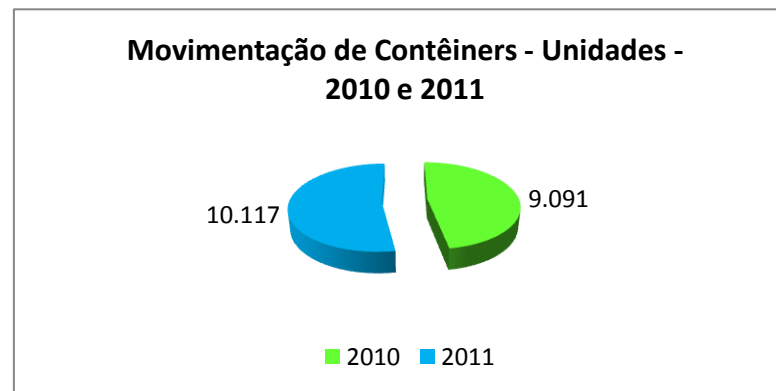
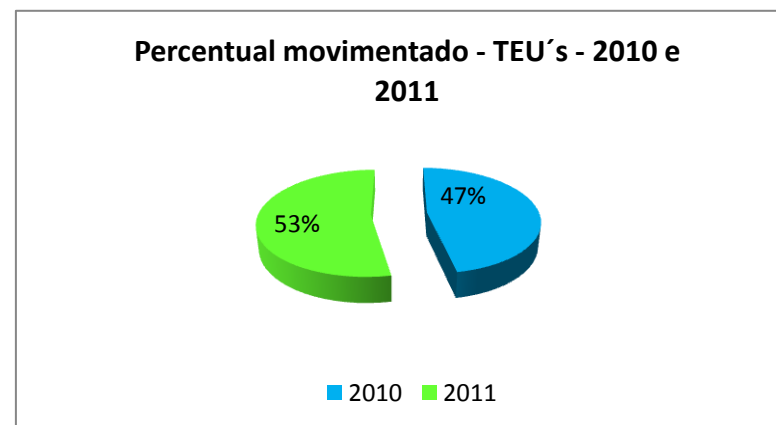


Gráfico 5 - Movimentação de Containers - TEU's - 2010 e 2011.



As Tabelas 7 a 9 e Gráficos 6 a 11 mostram o resumo de cargas movimentadas no Porto de Natal no período de 2005 e 2011.

Tabela 7 - Movimentação geral de cargas nos anos de 2005 a 2011

MESES / ANO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
JANEIRO	38.836	48.362	45.273	34.925	16.591	45.932	9.045
FEVEREIRO	23.052	1.974	28.893	21.107	25.853	13.963	29.586
MARÇO	21.089	6.053	17.795	13.509	31.594	23.458	21.935
ABRIL	14.563	286	15.046	17.887	12.306	51.386	23.295
MAIO	7.462	21.399	13.413	34.381	33.535	22.014	11.421
JUNHO	1.204	7.159	3.635	19.797	3.368	13.000	26.942
JULHO	13.164	957	14.341	21.040	16.977	11.053	10.050
AGOSTO	16.756	21.420	19.042	14.485	28.212	20.466	28.877
SETEMBRO	33.436	33.418	28.516	15.765	21.405	23.181	16.912
OUTUBRO	28.368	61.038	43.959	35.715	38.726	26.715	67.799
NOVEMBRO	75.621	69.467	49.004	40.181	26.670	23.238	46.882
DEZEMBRO	37.722	37.375	63.326	51.329	19.652	26.669	65.575
TOTAL (Toneladas)	311.273	308.908	342.243	320.121	274.889	301.075	358.319

Fonte: Gerência de Planejamento - GEPLAN/DAF/CODERN, (2011).

Gráfico 6 - Movimentação Geral de Cargas - 2005 a 2011

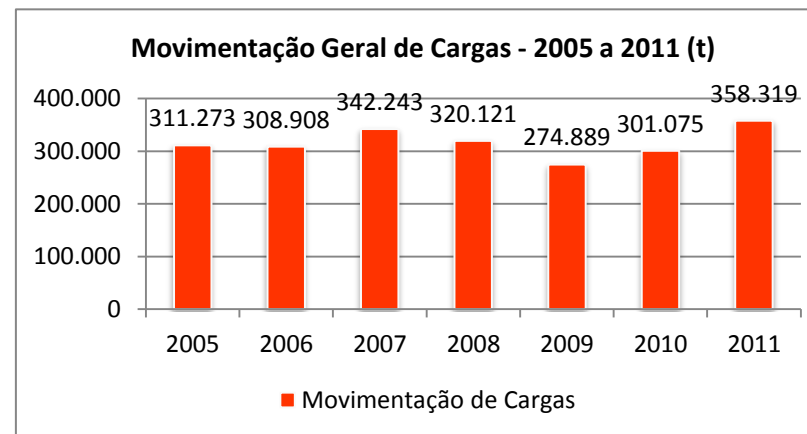


Gráfico 7 - Percentual de Movimentação Geral de Cargas - 2005 a 2011

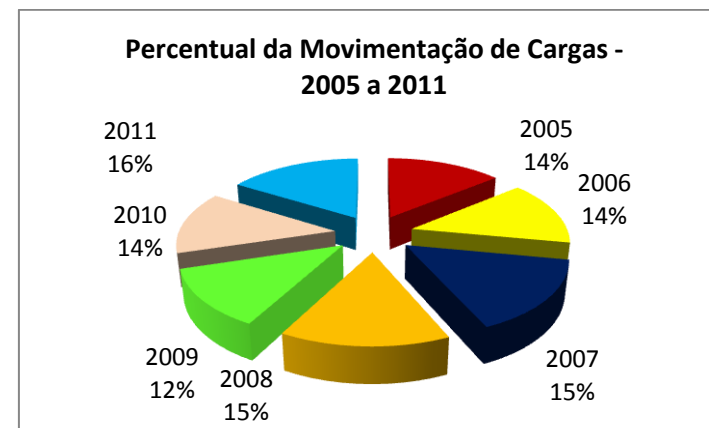




Tabela 8 - Histórico do embarque geral de cargas nos anos de 2005 a 2011

MESES / ANO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
JANEIRO	38.099	35.928	35.092	21.496	8.250	29.404	5.214
FEVEREIRO	7.271	1.974	18.468	8.006	10.533	7.761	7.206
MARÇO	14.157	164	5.258	10.416	20.504	13.317	7.698
ABRIL	6.556	286	3.041	16.679	5.578	39.367	6.583
MAIO	173	284	2.314	19.448	14.716	4.900	3.106
JUNHO	1.176	314	2.965	5.869	2.624	1.764	2.692
JULHO	1.073	298	2.957	5.314	2.328	2.119	4.114
AGOSTO	5.103	3.680	5.586	10.035	6.349	5.695	5.912
SETEMBRO	22.726	22.689	25.935	13.743	17.910	11.553	12.644
OUTUBRO	26.520	52.690	42.052	21.733	29.678	14.000	51.618
NOVEMBRO	59.241	67.494	33.049	27.171	18.929	14.850	30.623
DEZEMBRO	28.816	26.663	48.886	38.682	11.122	11.615	51.252
TOTAL (Toneladas)	210.911	212.464	225.593	198.592	148.521	156.345	188.662

Fonte: Gerência de Planejamento - GEPLAN/DAF/CODERN, (2011).

Gráfico 8 - Embarque Geral de Cargas - 2005 a 2011

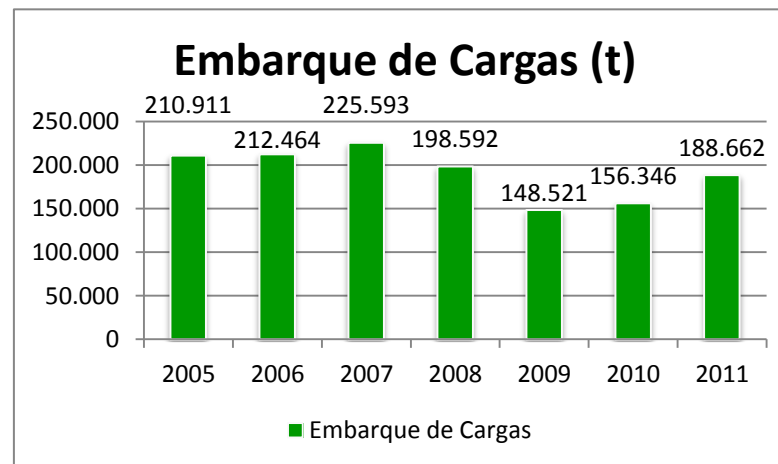


Gráfico 9 - Percentual do Embarque de Cargas - 2005 a 2011

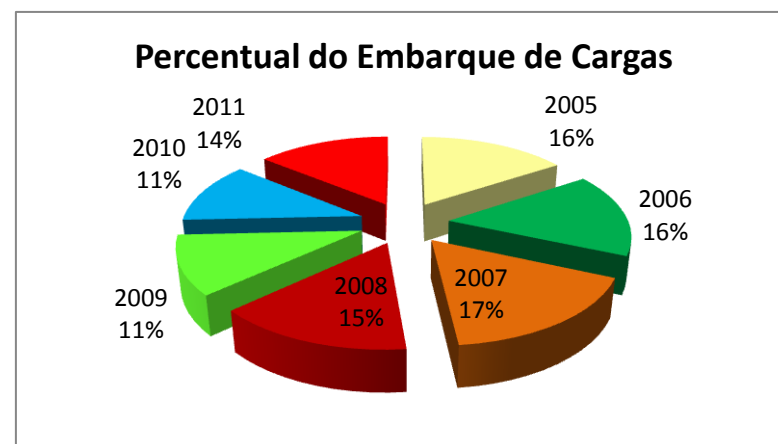




Tabela 9 - Histórico do desembarque geral de cargas nos anos de 2005 a 2011

MESES / ANO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
JANEIRO	737	12.434	10.181	13.429	8.341	16.528	3.831
FEVEREIRO	15.781	-	10.425	13.101	15.320	6.202	22.380
MARÇO	6.932	5.889	12.537	3.093	11.090	10.141	14.237
ABRIL	8.007	-	12.005	1.208	6.728	12.019	16.712
MAIO	7.289	21.115	11.099	14.933	18.637	17.114	8.315
JUNHO	28	6.845	670	13.928	744	11.236	24.250
JULHO	12.091	659	11.394	15.726	14.649	8.934	5.936
AGOSTO	11.653	17.740	13.456	4.450	21.863	14.771	22.965
SETEMBRO	10.710	10.729	2.581	2.022	3.495	11.628	4.268
OUTUBRO	1.848	8.348	1.907	13.982	9.048	12.715	16.181
NOVEMBRO	16.380	1.973	15.955	13.010	7.741	8.388	16.259
DEZEMBRO	8.906	10.712	14.440	12.647	8.530	15.054	14.323
TOTAL (Toneladas)	100.362	96.444	116.650	121.529	126.186	144.730	169.657

Fonte: Gerência de Planejamento - GEPLAN/DAF/CODERN, (2011).

Gráfico 10 - Desembarque Geral de Cargas (t) - 2005 a 2011

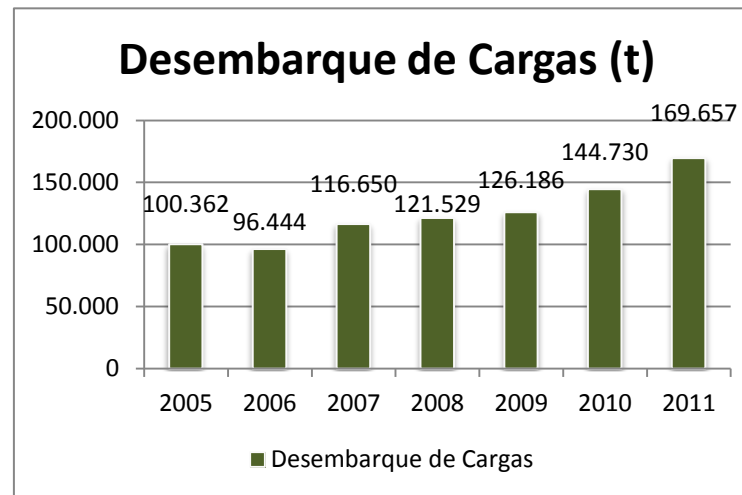
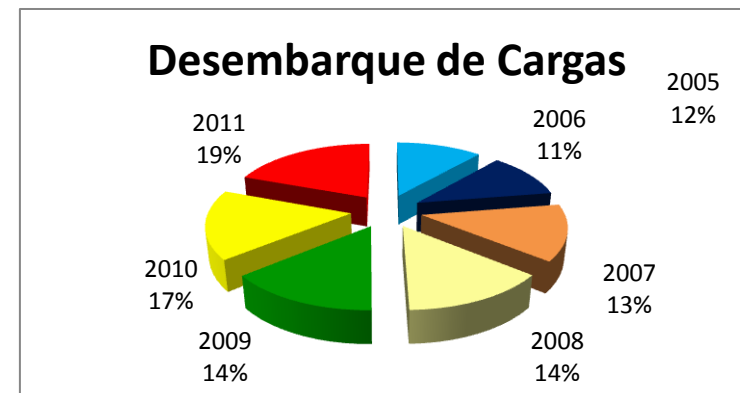


Gráfico 11 - Percentual do Desembarque de Cargas - 2005 a 2011



A movimentação de novas cargas está atrelada ao Programa de Incentivo à Cabotagem, definido pelo Governo Federal, responsabilidade da Secretaria dos Portos. Nesse modelo de programa todos são envolvidos, desde as comunidades que abrigam os portos, os armadores, os produtores e os receptores. Dessa forma, uma Sociedade de Propósito Específico - SPE será criada para integrar as entidades envolvidas, além de criar um único gestor para o Porto, na qual centralizará as operações. No ano de 2010 o Porto de Natal buscou a implantação de novas linhas para os países Europeus e Norte Americanos, aumentando o fluxo de cargas.

No item 9.3.5 do PDZ de 2010, estão descritas as ações de Marketing para a contribuição do desenvolvimento do Porto de Natal, dentre elas destaca-se a demanda mundial pelo minério de ferro. Esse fato aliado à riqueza do solo rio-grandense abriu novas fronteiras para a exportação deste mineral através do Porto de Natal, além de atrair investimentos de indianos e chineses. Com isso em 2011 iniciou-se a exportação de minério de ferro, através do Porto de Natal, em caráter experimental.

2.3.3 Concessões de terminais particulares dentro do porto e termos de permissão de uso histórico e panorama atual

A Petrobrás possui um terminal privativo localizado a cerca de 50m ao norte do Berço 03, pátio Norte, na área do Porto Organizado de Natal. Este terminal petroleiro — denominado “Pier das Dunas” — destina-se à movimentação de graneis líquidos, constituído por três *dolphins*, com profundidade de acostagem de 10m e em condições de fornecer combustível para embarcações e de receber combustível para abastecimento via Parque de Tancagem.

O IDEMA emitiu em 18/01/2012, com validade até 18/01/2014, à Petrobras Transporte S.A - TRANSPETRO, a Renovação de Licença de Operação para o Terminal de Combustível caracterizado pela carga e descarga de derivados de petróleo e alcoóis no Pier das Dunas - Natal/RN - PG Nº 2066891/2011-1-

Vencimento Licença Anterior: 17/01/2012 - Conf. em 12/09/2011, com o número: 2001-047968/TEC/RLO-1442. (IDEMA, 2012).

2.3.4 Tecnologias de transbordo

O Porto de Natal conta com equipamentos para o transbordo de diferentes mercadorias, pois cada tipo de carga tem uma necessidade específica. A retirada de grãos dos porões dos navios é realizada com o uso de guindaste tipo “pórtico” e o uso de empilhadeiras tipo “*Reach Stacker*” e “*Top Loader*” são utilizadas para a descarga de *containers* nas carretas. Esses equipamentos possuem capacidade de levantamento de 40 toneladas. O trigo é descarregado através de equipamento com capacidade de 300 t/h denominado “Portalino” que leva o material do navio diretamente para as instalações do Grande Moinho Potiguar. O açúcar, advindo das usinas produtoras, chega ao porto em sacas de 50 kg, transportadas em caminhões, e levadas aos porões dos navios com o uso do guindaste. As Figuras 24 a 26 exemplificam esses equipamentos.

Figura 24 - Guindaste Tipo Portalino



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 25 - Guindaste *Reach Stacker*



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Figura 26 - Guindaste *Top Loader*



Fonte: Porto de Paranaguá. (2011).

2.3.5 Descrição e Utilização da Área Retroportuária

As áreas Retroportuárias são compostas por áreas terrestres e marítimas, podendo ser contínuas ou descontínuas das instalações portuárias. Elas são definidas por portaria do Ministério dos Transportes ou outro órgão do governo federal, estadual ou municipal.

Nestas áreas são encontrados armazéns geridos por empresas particulares, através de concessões feitas pela Receita Federal, onde são dispostas mercadorias importadas ou que irão para exportação permanecendo nestes locais para efeito de fiscalização.

O Porto de Natal dispõe de quatro setores de estocagem e movimentação de *containers* com aproximadamente 29.000m²: a) Pátio Norte (13.500m²), b) Pátio Sul (4.500m²), c) Pátio central de interligação (6.080m²) e d) Faixa do Cais (4.920m²). O Porto ainda disponibiliza três unidades de armazéns: dois com 1.800m², um com 1.875m² e dois galpões com 400m² de área coberta cada. As instalações portuárias contam ainda com uma área não integrada ao Porto, distante apenas 200m, com aproximadamente 7.000m² de área (PDZ, 2010).

2.3.6 Porte das Embarcações e Regime das Operações

As embarcações que utilizam as dependências do Porto de Natal são os navios trigueiros, os de turismo, os de transporte de *containers* e também os que transportam açúcar ensacado. Em menor número, as embarcações pesqueiras, rebocadores e fragatas. No píer privativo da Petrobras, denominado Píer das Dunas, localizado a 50m ao norte do berço 03, são acostados os navios utilizados para embarque e desembarque de cargas de combustível.

A Tabela 10 mostra o resumo das principais embarcações que atracaram no Porto de Natal durante o ano de 2009.

Tabela 10 - Embarcações atracadas no Porto de Natal no ano de 2009

EMBARCAÇÕES QUE ATRACARAM NO PORTO DE NATAL NO ANO DE 2009						
AÇÚCAR	TURISMO	TRIGUEIRO	REBOCADOR	CONTAINERS	PESQUEIROS	OUTROS
Rubicone	SilverCloud	Alexander Dimitrov	RD-Luke Thomas	CMA CGM Aristote	Pesq. Ouled Simohand	Corveta Inhaúma
Voruta	Seabourn Pride	Smart	RD/ Aquarius	CMA CGM Platon	Fernando de Noronha	Cisne Branco
Challenge	Ocean Countess	LeedsCastle	RD/C-Empress	CMA CGM Herodote	Pesq.Argonauta	Fragata Bosisio
	Orient Queen	Frotargentina	RD/ Fairmount Glacier	Marfret Guyane	Pesq.MR NR	Industrial Cape
	Delphin	Federal Oshima	RD/Hebert Tide	CMA CGM Omere	Pesq.Rocky	Corveta Jaceguai
		Adalbert Antonov	RD/ Marathon Runner II	Marfret Douce France	Pesq.Albatros	BBC Konan
		Liliana Dimitrova	RD/Oil Vibrant		Praia do Sancho	General Artigas
		Catalonia	RD/Rylan T			LA/ Fast Trader
		SvilenRussev	RD/Altaneira			LA/ Bourbon Marin
		Princess I	RD/Fairmount Expedition			
			RD/Husky			
			RD/Sun Tide			

Fonte: CODERN, (2011).

De modo sazonal o período que compreende os meses de agosto a janeiro é caracterizado como o de maior demanda pelos serviços portuários. Neste período existe uma maior movimentação de cargas containerizadas frigorificadas provenientes das fazendas produtoras do Estado do RN. Essa demanda representa aproximadamente **30%** da movimentação registrada no Porto de Natal. A movimentação dos *containers* envolve serviços de lavagem, reparos, plugagem e desplugagem do sistema de refrigeração, P.T.I. (*pré-trip inspection*), alfandegagem e a logística da movimentação nos pátios de armazenagem.

A importação do trigo realizada pelo Grande Moinho Potiguar, no Porto de Natal é realizada em média uma vez por mês, o que representa quase **22%** da movimentação registrada anualmente. Nessa operação portuária os serviços envolvidos são os procedimentos de atracação e desatracação da embarcação, e

uma vez que o trigo movimentado sai dos porões do navio até os silos de armazenagem nas dependências do Grande Moinho Potiguar, através da via de infraestrutura composta por guindaste tipo portalino e esteiras transportadoras, são encaminhados para beneficiamento. Se a capacidade dos silos do Grande Moinho Potiguar estiver sem condições de recepção do trigo, este é depositado nos armazéns secos do Porto para posterior utilização.

O açúcar recebido pelo Porto de Natal vem acondicionado em sacas e utiliza mão de obra do Órgão Gestor de Mão de obra - OGMO para movimentação dos fardos. Essa atividade representa aproximadamente 13% da movimentação anual de cargas. O açúcar caracteriza-se por ser de regime sazonal, com uma média de quatro atracções por ano. Os serviços relacionados ao açúcar vão desde a recepção das carretas e caminhões, movimentação da sacaria até o acondicionamento dos fardos nos porões dos navios.

Apesar da taxa média de ocupação dos berços durante o ano de 2009 ter sido de aproximadamente 68,50%, o Porto de Natal possui uma demanda por serviços considerada reprimida devido a fatores dentre os quais podemos destacar a sazonalidade da movimentação do açúcar e a entressafra da produção de frutas.

As Tabelas 11 e 12 informam os navios acostados e a quantidade movimentada de açúcar e trigo no ano de 2009.

Tabela 11 - Açúcar

AÇÚCAR		
EMBARCAÇÃO	BANDEIRA	CAPACIDADE (TLR)
Rubicone	Panamenha	4.307
Voruta	Lituânia	5.862
Challenge	Panamenha	7.807

Fonte: CODERN, (2011).

TLR - Tonelada Líquida de Registro.

Tabela 12 - Trigo

TRIGO		
EMBARCAÇÃO	BANDEIRA	CAPACIDADE (TLR)
Adalbert Antonov	Búlgara	13.598
Smart	Panamenha	23.000
Svilen Russev	Búlgara	12.928
Frotargentina	Brasileira	12.928
Liliana Dimitrova	Búlgara	13.102
Svilen Russev	Búlgara	12.928
Princess I	Panamenha	12.665
Federal Oshima	Chinesa	12.019
Catalonia	Maltesa	12.334
Alexander Dimitrov	Maltesa	14.104

Fonte: CODERN, (2011).

TLR - Tonelada Líquida de Registro.

A Tabela 13 informa os navios acostados e o número de passageiros que circularam nas embarcações que se utilizaram do Porto de Natal no ano de 2009.

Tabela 13 - Turismo

TURISMO		
EMBARCAÇÃO	BANDEIRA	CAP.(PASS.)
Ocean Countess	Portuguesa	800
Seabourn Pride	Bahamas	208
Silver Cloud	Bahamas	315
Delphin	Maltesa	556
Orient Queen	Panamenha	900

Fonte: CODERN, (2011).

TLR - Tonelada Líquida de Registro.

A Tabela 14 informa os navios acostados e os números de *containers* movimentados nas embarcações que se utilizaram do Porto de Natal no ano de 2009.

Tabela 14 - Contêiner

CONTÊINER		
EMBARCAÇÃO	BANDEIRA	CAPACIDADE (TLR)
CMACGM Aristote	Inglesa	7.181
CMACGM Platon	Inglesa	7.181
CMACGM Herodote	Inglesa	7.181
Marfret Guyane	Francesa	7.181
CMACGM Homere	Inglesa	7.181
Marfret DouceFrance	Francesa	4.972

Fonte: CODERN, (2011).

TLR - Tonelada Líquida de Registro.

A Tabela 15 mostra o número de navios acostados no Porto de Natal nos anos de 2007 a 2009, relacionados pelo tipo de carga movimentada.

Tabela 15 - Quantidade de embarcações atracadas no Porto de Natal nos anos de 2007 a 2009
QUANTIDADE DE EMBARCAÇÕES QUE ACOSTARAM NO PORTO DE NATAL NOS ANOS DE 2007, 2008 E 2009.

TIPO DE EMBARCAÇÃO	QUANTIDADE		
	2007	2008	2009
TRIGO	09	09	13
CRUZEIRO	32	20	26
AÇÚCAR	04	06	03
CONTÊINER	73	54	49
TURISMO	32	23	26
REBOCADORES	13	13	45
PEÇAS/EQUIPAMENTOS	02	10	05
MARINHA	12	12	13
OUTROS*	98	82	48

Fonte: CODERN, (2011).

Observação: * (Pesq. Ouled Somihand, Fernando de Noronha, Pesq. Argonalta, Pesq. MR NR, Pesq. Rocky, Pesq. Albatroz, Praia do Sonho, Industrial Cape, BBC Konan, LA/Faster Trader, LA/Bourbon Marin, etc.).

A ocupação dos berços no Porto de Natal é regida por regras que devem estar em conformidade com as Normas de Tráfego, Atracação, Desatracação e Permanência de Embarcações no Porto de Natal, seguindo as prioridades descritas:

A) O Berço 1 - reserva-se e obedece a seguinte ordem de indicação:

- I. Embarque/desembarque de passageiros;
- II. Embarque de açúcar ensacado;
- III. Embarque/desembarque de carga geral.

B) O Berço 2 - reserva-se e obedece a seguinte ordem de indicação:

- I. Descarregamento de grãos com emprego de guindaste pórtico e equipamento especial de descarga;
- II. Embarque/desembarque de carga geral.

C) O Berço 3 - reserva-se e obedece a seguinte ordem de indicação:

- I. Embarque/desembarque de *containers*;

- II. Navios com cargas frigorificadas/navios *reefers*;
- III. Embarque/desembarque de carga geral;
- IV. Embarque de açúcar ensacado.

Com essa definição e distribuição, a taxa de ocupação dos berços 1, 2 e 3 do Porto de Natal, no ano de 2009 fica caracterizada conforme a Tabela 16.

Tabela 16 - Taxa de ocupação nos Berços 1, 2 e 3 do Porto de Natal

TAXA DE OCUPAÇÃO DOS BERÇOS 1, 2, 3 DURANTE O ANO DE 2009		
BERÇO	HORAS OCUPADAS / ANO	TAXA DE OCUPAÇÃO
01	5.016	57,26%
02	6.024	68,77%
03	6.936	79,18%

Fonte: CODERN, (2010).

2.3.7 Batimetria da área de acesso aquaviário, destacando a profundidade mínima do Porto e o calado máximo das embarcações

Conforme o relatório do “Estudo de Geologia e Geofísica Marinha no Rio Potengi”, coordenado pela Prof^a. Dr^a. Helenice Vital, em 2006 descreve-se os dados sobre a batimetria do estuário do referido rio.

Nas margens côncavas são encontradas as maiores profundidades, já nas margens convexas a deposição sedimentar, ocasionada pelas correntes da maré na área do canal principal, contribui para o crescimento lateral direcionando-se ao canal estuarino.

A largura, a profundidade e a forma com que se mostram com diferentes níveis de atuação devido aos mecanismos dinâmicos do ambiente modifica morfologicamente o estuário caracterizando zonas distintas, revelando duas situações diferenciadas com relação às feições principais, sendo elas a Zona do Canal Principal e o Alto Fundo do Estuário.

a) Zona do Canal Principal

Com média de 170m de largura o canal principal possui profundidade variando entre 8 e 10m. Em alguns pontos existem depressões que variam de 9 a 11m de profundidade ao longo do eixo do canal diminuindo progressivamente em direção à foz.

Quando se dirige ao interior do estuário a região onde está o canal principal diminui sua largura e adquire formas mais estáveis decorrentes do aporte sedimentar de origem dos rios Jundiaí e Potengi ocorrendo ainda uma menor influência das correntes de maré.

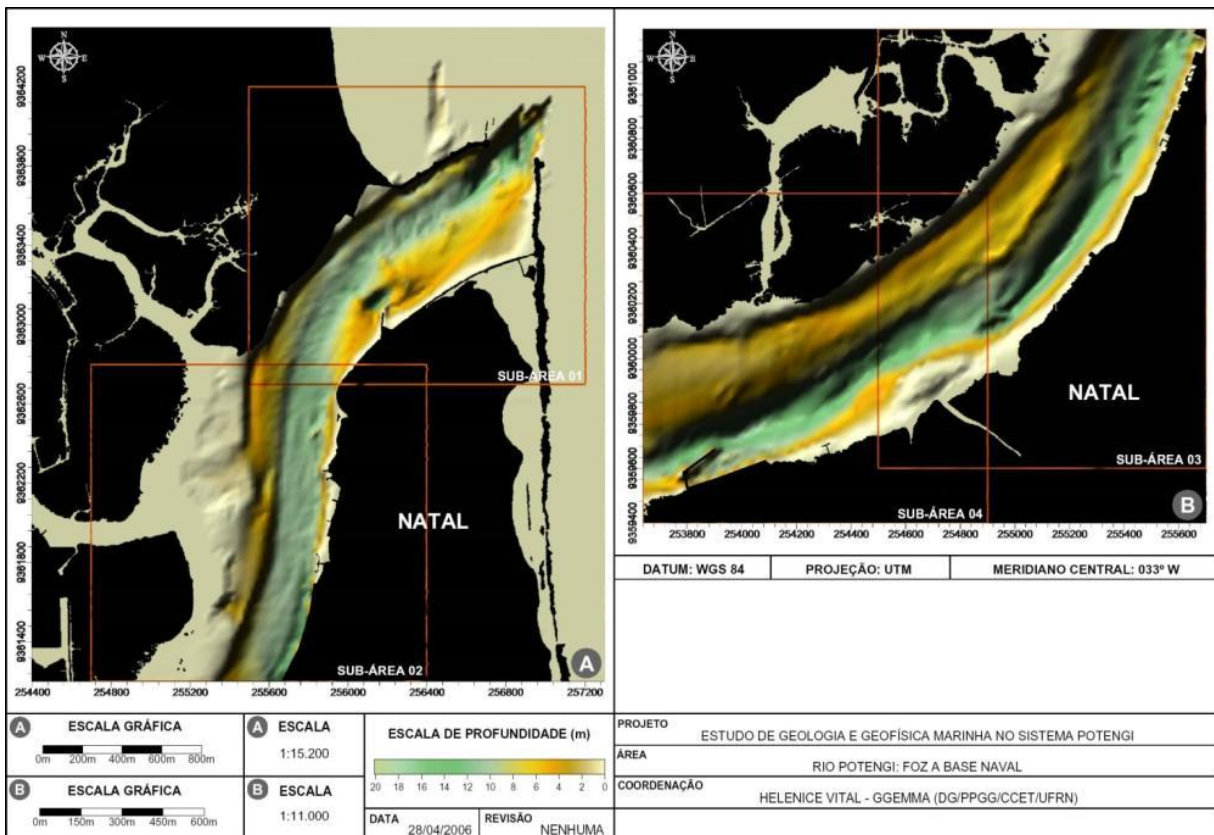
b) Alto Fundo Estuarino

O Alto fundo estuarino é uma zona que contorna toda a margem do rio Potengi caracterizado pelos bancos arenosos e planícies lamosas. Os estudos mostraram quatro bancos principais. O primeiro banco ocorre na margem direita, próximo à foz do rio Potengi, denominado de Banco das Velhas, com aproximadamente 526m de comprimento e 180m de largura, apresentando um declive suave em direção ao canal principal de navegação. No segundo também localizado na margem direita do Rio Potengi se registra a deposição de sedimentos formando um banco arenoso com aproximadamente 120m de comprimento. O banco denominado de Jaguaribe está situado na margem esquerda do estuário, na confluência da Gamboa Jaguaribe com o Rio Potengi, em frente ao Porto de Natal e possui aproximadamente 800m de comprimento e 300m de largura.

Na margem esquerda do estuário localizado em frente à Base Naval, está o Banco da Base, que é o maior de todos com aproximadamente 2 km de comprimento por 350m de largura, com forma semicircular, localizado no segmento meandrante do estuário.

A Figura 27 mostra o Mapa Batimétrico do estuário dentro da área de movimentação de embarcações.

Figura 27 - Mapa batimétrico do estuário dentro da área de movimentação de embarcações



Fonte: CODERN, (2006).

Com os levantamentos batimétricos realizados pela empresa Eicomnor Engenharia em agosto de 2008 e disponibilizados pela CODERN no relatório de “Projeto Básico de Engenharia da Dragagem no Porto de Natal - RN” tem-se as seguintes profundidades ao longo do canal:

- a) No estuário do Rio Potengi, a partir da Baía de Aproximação, observa-se um talvegue com profundidade média de 11,5m dirigindo-se para entrada da barra, onde atinge profundidade de aproximadamente 23,0m.
- b) No canal externo, volta a predominar a profundidade de 11,0m, existindo faixa com profundidades menores em torno de 9,0m.
- c) Na Baía de aproximação, a profundidade é muito rasa, variando entre 1,5m a 5,0m.
- d) Na área adjacente ao Porto de Natal o calado original tem profundidade de 10,0m, entretanto, nas proximidades dos berços dos Cais de atracação, apresenta cotas de até 12m.

2.3.8 Identificação e quantificação de cargas com potencial para emissão de poluentes atmosféricos

Nas dependências do Porto Organizado de Natal, a aproximadamente 50m ao norte do cais público, está instalado o Píer das Dunas, pertencente à PETROBRÁS, especializado na movimentação de derivados de petróleo, dentre eles, a gasolina, o óleo diesel, a querosene de aviação e o GLP, através de navegação de cabotagem.

Esse terminal tem capacidade de armazenamento para 26.642m³ para os derivados líquidos de petróleo. Para o GLP apresenta seis tanques de armazenamento com capacidade de 4.440m³ cada um. Todo esse combustível é um importante potencial de emissões atmosféricas.

Além dos derivados de petróleo, o Porto de Natal passou, a partir do início do ano de 2011, a movimentar outra modalidade de carga com elevado potencial para emissão de poluentes atmosféricos. Trata-se do depósito em área vizinha à comunidade do Maruim, interligada ao Porto de Natal, para posterior embarque, do minério de ferro para outros países. Essa atividade vem promovendo uma maior suspensão de partículas na atmosfera sendo considerada uma expressiva fonte de poluição.

Além destas cargas, na área pública do Porto de Natal existe o registro do uso de combustíveis derivados de petróleo e álcool etílico hidratado, para o movimento de máquinas, veículos e até mesmo para as embarcações acostadas.

2.3.9 Identificação e quantificação de cargas e embarcações com potencial perigoso

Como mencionado no item anterior, o Porto Organizado de Natal movimenta cargas com potencial perigoso através do porto privativo da PETROBRÁS e através do uso de derivados de petróleo e de outros combustíveis na área pública.

No terminal privativo da Petrobrás, conforme dados do ano de 2002, ocorreram as seguintes movimentações:

Na cabotagem:

- a. *Cargas desembarcadas*: - Granel líquido: gasolina 84.125t, óleo diesel 33.998t, Querosene de Aviação - QAV 28.851t;
- b. *Cargas embarcadas* - Granel líquido: petróleo 4.180.839t; e óleo diesel 4.758t.

No ano de 2009, de acordo com as informações da PETROBRAS, ocorreram as seguintes movimentações:

Na cabotagem:

- a. *Cargas desembarcadas* - Coque de Petróleo: 145.161t;
- b. *Cargas embarcadas* - Coque de Petróleo: 41.549t.

No ano de 2010, de acordo com dados da ANTAQ, ocorreram as seguintes movimentações:

Na cabotagem:

- a. *Cargas desembarcadas* - Granel líquido: 177.704t;
- b. *Cargas embarcadas* - Granel líquido: 86.831t.

2.3.10 Descrição do Fluxo Viário de Cargas e Pessoas na área do Porto

Entre os anos de 1996 e 2002 o Porto de Natal movimentou cargas no cais público, além de outras navegações, na navegação de longo curso (realizada entre portos brasileiros e estrangeiros), e na navegação de cabotagem (realizada entre portos brasileiros). Os principais produtos exportados foram:

- a) Melão;
- b) Açúcar;

- c) Melancia;
- d) Manga;
- e) Mamão;
- f) Uva;
- g) Camarão;
- h) Peixe congelado.

Os principais produtos importados foram:

- a) Trigo;
- b) Equipamentos;
- c) Caixaria.

A movimentação no cais público foi de 391.428t de cargas e, no terminal privado, 4.364.885t, correspondendo respectivamente a 6% e 94% do total movimentado.

Com base no relatório de Estatística Portuária, de propriedade da CODERN, do ano de 2002, é possível relacionar as principais cargas movimentadas no Porto de Natal.

- a) No Cais Público e no Longo Curso:

As cargas importadas: - Granel sólido: trigo 148.881t - Carga geral: caixaria de papelão: 1.138t; *containers:* 2.870t; equipamento de solda: 1.454t; cerâmica: 20t; *containers vazios:* 2.073t.

As cargas exportadas: - Carga geral solta: açúcar: 80.457t; melão: 117.782t; melância: 9.317t, manga: 4.813t; banana: 3.392t, abacaxi: 184t; mamão: 771t; outras cargas 120t.

As cargas gerais em contêiner: - camarão: 764t; banana: 386t, manga: 2.407t; melância: 2.172t; melão: 2.985t; mamão: 258t; inhame: 198t; cantoneiras: 38t; geradores: 21t; jerimum: 23t; abacaxi: 12t; cargas diversas: 112t; *containers vazios:* 287t; tara de contêiner: 2.208t.

b) Na cabotagem:

As desembarcadas: - Carga geral: geradores: 1970t; diversos: 112t.

As embarcadas: - Granel líquido: gasolina: 513t; óleo diesel: 1.941t.

As gerais: - diversos: 1.215t.

c) Em outras navegações:

As desembarcadas: - Carga geral: peixe: 288t; compressores diversos: 242t; diversos: 4t.

Nos terminais da Petrobras, de uso privado, a movimentação foi:

a) Na cabotagem:

As desembarcadas: - Granel líquido: gasolina: 84.125t; óleo diesel: 33.998t; querosene de aviação: 28.851t.

As embarcadas: - Granel líquido: petróleo: 4.180.839t; óleo diesel: 4.758t.

b) Em outras navegações:

As desembarcadas: - Carga geral: tubos/AFA 10.680t.

As embarcadas: - Carga geral: tubos/AFA 21.634t.

A Tabela 17 apresenta o resumo da movimentação de cargas no Porto de Natal entre os anos de 1986 e 2002.

Tabela 17 - Evolução da movimentação de cargas do Porto de Natal entre os anos de 1986 e 2002

ANO	EMBARQUE				DESEMBARQUE				TOTAL (Toneladas)
	GRANEL SÓLIDO	GRANEL LÍQUIDO	C. GERAL	SUBTOTAL	GRANEL SÓLIDO	GRANEL LÍQUIDO	C. GERAL	SUBTOTAL (Toneladas)	
1986	7.749	155.973	50.714	214.436	678	182.899	15.360	198.937	413.373
1987	9.117	2.602.967	67.130	2.679.214	1.256	144.903	17.430	163.589	2.842.803
1988	1.313	3.198.638	40.660	3.240.611	-	194.989	8.640	203.629	3.444.240
1989	5.403	3.795.086	28.763	3.829.252	-	206.619	6.629	213.248	4.042.500
1990	5.402	3.927.911	33.608	3.966.561	7	219.168	3.424	222.599	4.189.160
1991	6.575	3.857.454	59.625	3.923.654	-	197.886	5.104	202.990	4.126.644
1992	3.967	4.058.459	47.133	4.109.559	-	239.166	2.117	241.283	4.350.842
1993	1.879	3.916.018	68.050	3.985.947	-	200.662	3.255	203.917	4.189.864
1994	3.185	4.032.627	74.423	4.110.235	-	208.061	5.677	213.832	4.324.067
1995	762	4.226.871	98.272	4.325.905	80	263.890	9.547	273.517	4.599.422
1996	-	4.751.483	85.014	4.836.497	-	265.875	6.371	272.246	5.108.743
1997	-	5.249.459	117.857	5.367.316	-	335.665	17.973	353.638	5.720.954
1998	-	5.286.463	161.299	5.447.762	-	359.716	10.862	370.578	5.818.340
1999	-	4.955.691	160.283	5.115.974	-	665.726	23.315	689.041	5.805.015
2000	-	4.805.928	230.930	5.036.858	-	192.663	93.911	286.574	5.323.432
2001	-	4.272.986	199.356	4.472.342	97.669	208.675	21.433	327.777	4.800.119
2002	-	4.188.051	251.556	4.439.607	148.881	146.974	20.851	316.706	4.756.313

Fonte: CODERN, (2010).

Atualizando os dados de movimentação de cargas, a Tabela 18 apresenta o resumo das informações entre os anos de 2005 até o mês de maio de 2006.

Tabela 18 - Evolução da movimentação de cargas do Porto de Natal entre 2005 a maio de 2006

MESES	ESTATÍSTICA PORTUÁRIA					
	MOVIMENTAÇÃO MENSAL DE CARGAS EM TONELADAS					
	LONGO CURSO			CABOTAGEM		
	2005	2006	%	2005	2006	%
JANEIRO	38.499	48.249	25,33	337	113	(66,47)
FEVEREIRO	22.925	1.836	(91,99)	127	138	8,66
MARÇO	20.977	5.889	(71,93)	112	164	46,43
ABRIL	14.327	-	(100,00)	236	286	21,19
MAIO	7.289	21.115	189,68	173	284	64,16
JUNHO	976			228		
JULHO	12.957			207		
AGOSTO	16.482			274		
SETEMBRO	33.342			94		
OUTUBRO	28.149			219		
NOVEMBRO	75.492			129		
DEZEMBRO	37.530			192		
TOTAL	308.945	77.089		2.328	985	

Fonte: CODERN, (2010).

A Tabela 19 a seguir complementa as anteriores e identifica a movimentação nos anos de 2007 a 2009, caracterizando uma queda generalizada na movimentação de todas as demais cargas com exceção do trigo chegando a 7,24% a menos, decorrente da crise mundial que ocorreu em 2009, em quase todos os setores da economia.

Tabela 19 - Movimentação de cargas observadas entre os anos de 2007 e 2009

MOVIMENTAÇÃO NO PORTO DE NATAL (EM TONELADAS)							
ANO	LONGO CURSO				CABOTAGEM		TOTAL GERAL
	AÇÚCAR	FRUTA	TRIGO	OUTROS**	CARGA GERAL	COMBUSTÍVEIS (terminal privativo)	
2007	53.532	138.285	101.237	45.282	3.907	211.621	553.864
2008	62.998	83.286	87.023	82.849	3.965	178.103	498.224
2009	35.153	70.961	100.915	52.345	15.333	187.456	462.163

Fonte: CODERN, (2010).

Com relação ao fluxo de passageiros, existe um comportamento de movimentação constante de navios de cruzeiro no Porto de Natal. A Tabela 20 apresenta os resultados dos anos de 2005 a 2009. No período de alta temporada, entre os meses de novembro a março, ocorre o maior fluxo de passageiros tanto para destinos nacionais como internacionais.

Este fluxo ocorre nas dependências e adjacências do Berço 1, destinado ao acostamento de navios de cruzeiro.

O turismo movimenta anualmente em torno de 14.000 passageiros. Os serviços portuários estão relacionados aos procedimentos de embarque e desembarque dos turistas e mobilização de equipe para abastecimento dos navios com água potável.

Tabela 20 - Movimentação de Passageiros

MOVIMENTAÇÃO DE PASSAGEIROS E NAVIOS DE CRUZEIRO		
ANO	TOTAL DE PASSAGEIROS	TOTAL DE EMBARCAÇÕES
2005	14.200	25
2006	14.200	25
2007	14.293	32
2008	14.190	23
2009	14.130	26

Fonte: CODERN, (2010).

2.3.11 Plano de Dragagem de Manutenção

Sendo o mais importante local de carga e descarga de mercadorias para o RN, o Porto de Natal é o responsável por toda a movimentação de importação de granéis sólidos, líquidos, de carga geral, além do crescente fluxo de passageiros.

Com essa prioridade existe a necessidade de melhoras na infraestrutura aquaviária e isso ocorre através da realização da dragagem do canal e conseqüentemente necessita também da regularização e a manutenção dos acessos e bacias de evolução. A dragagem do canal requer a remoção dos sedimentos, que predominantemente são as areias finas e grossas e de lodo de

areia fina, oriundos de correntes e ventos, determinados através de ensaios de granulometria, em laboratório em agosto de 2006. Na região da foz do rio Potengi, com suas margens e canais ocupados por ações antrópicas, através de assentamentos urbanos, pode-se encontrar resíduos, detritos, lixos de diversas naturezas e outros materiais.

Com relação ao relevo do fundo do canal de acesso e da bacia de evolução, os dados foram levantados através de estudos e estão disponibilizados no relatório de “Estudo de Geologia e Geofísica Marinha no Rio Potengi”, coordenado pela Prof^a. Dr^a. Helenice Vital, em 2006, e disponibilizado pela CODERN. Devidamente levantados, analisados e caracterizados, as zonas de maior profundidade se encontram junto às margens côncavas do estuário, e nas margens convexas temos um avançado preenchimento sedimentar, contribuindo para o crescimento lateral, em direção ao canal estuarino.

Para a dragagem e manutenção do canal existe um Projeto Básico de Engenharia da Dragagem do Porto de Natal RN, realizado pela empresa Eicomnor Engenharia, em 2009, disponibilizado pela CODERN e que contempla todo o estudo e licenciamento além de custos e operacionalização para a realização desta obra.

2.3.12 Descrição da Infraestrutura portuária existente

A Portaria - MT nº 1.029, de 20/12/93, publicada no DOU em 22/12/93 (BRASIL, 1993) determina que a área do Porto Organizado de Natal/RN é formada pelas:

a) Instalações portuárias terrestres existentes na margem direita do rio Potengi, desde a Base Naval de Natal até o molhe leste, na interseção com o arrecife de Natal, junto ao Forte dos Reis Magos, abrangendo todos os cais, docas, pontes e píeres de atracação e de acostagem, armazéns, edificações em geral e vias internas de circulação rodoviária e ferroviária e ainda os terrenos ao longo dessa faixa marginal e em suas adjacências pertencentes à União, incorporadas ou não ao patrimônio do Porto de Natal ou sob sua guarda e responsabilidade;

b) Infraestrutura de proteção e acesso aquaviário, tais como áreas de fundeio, bacias de evolução, canal de acesso e áreas adjacentes a esse até as margens das instalações terrestres do porto organizado, conforme definido no item "a" acima, existentes ou que venham a ser construídas e mantidas pela Administração do Porto ou por outro órgão do poder público.

O abastecimento de água é de responsabilidade da Companhia de Águas e Esgotos do RN - CAERN. A distribuição interna se dá da seguinte maneira.

Na faixa do cais ela é feita por intermédio de duas redes, uma alimentada diretamente pela Companhia de Águas, que entrega uma vazão de $10\text{m}^3/\text{h}$ e outra disponibilizada e alimentada pelo conjunto de reservatórios, superior e inferior, na área portuária, com as capacidades de 100m^3 e 200m^3 , respectivamente, atendendo uma demanda de $25\text{m}^3/\text{h}$.

O fornecimento de energia elétrica é de responsabilidade da Companhia Energética do RN - COSERN, em 13,8KVA e alimentado para 220/380/440V e 60Hz de frequência. As dependências portuárias contam ainda com três estações geradoras de energia elétrica, movimentadas através do uso de óleo diesel como combustível, conforme informado abaixo.

1. Uma com dois geradores de 350KVA;
2. Uma com dois geradores de 450KVA;
3. Uma com dois geradores de 625KVA.

A rede telefônica, fornecida pela Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A - EMBRATEL fornece linhas tronco ligadas a central Private Automatic Branch Excnhange - PABX da CODERN. No prédio da Administração do Porto, existem dois telefones públicos e se existir a necessidade a EMBRATEL pode instalar linhas diretamente para embarcações, mediante solicitação antecipada.

O abastecimento de combustível é realizado por caminhões tipo tanque que entregam o combustível diretamente nos navios na faixa do cais ou no Píer das Dunas, terminal de uso privativo da Petrobrás.

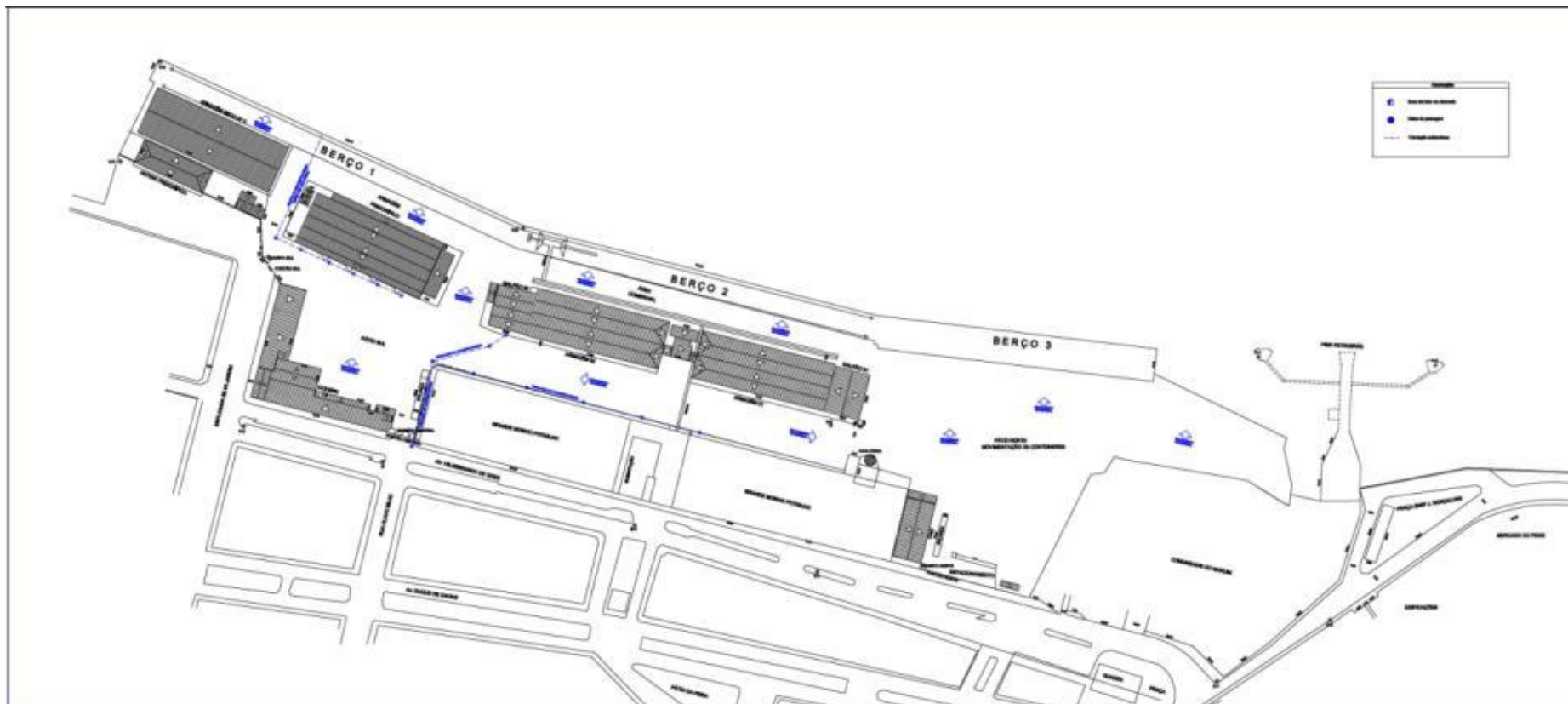
O combate a incêndio é garantido pela disponibilidade de extintores, manuais, no interior das unidades armazenadoras e nas instalações prediais, contando ainda com um conjunto de duas motobombas de sucção direta do Rio Potengi.

A drenagem dos armazéns e dos pátios é feita através de tubulação própria bem como caixas coletoras que encaminham os efluentes até o sistema público de drenagem. O esgoto sanitário é conduzido através de tubulação até a galeria coletora da rede urbana. (Figuras 28 a 30).

Plantas:

1. Porto de Natal - Sistema de Drenagem 1;
2. Porto de Natal - Sistema de Drenagem 2;
3. Porto de Natal - Esgoto 1;
4. Porto de Natal - Esgoto 2.

Figura 28 - Porto de Natal - Sistema de Drenagem

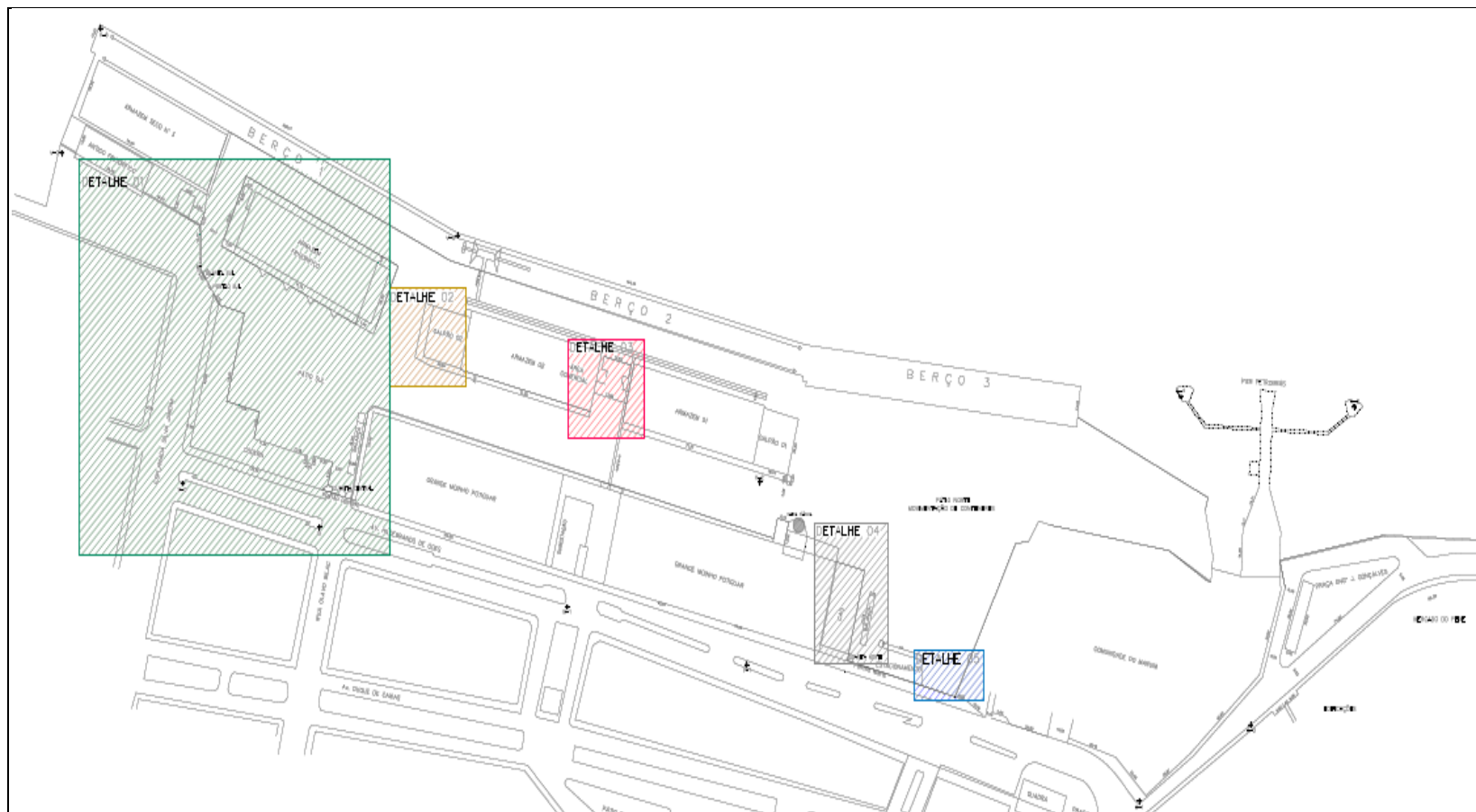


Fonte: CODERN, (2010).

(Ampliação no caderno de Mapas, Figura 20, Página 21)

(Ampliação no caderno de Plantas, Anexo 1, Página 3)

Figura 29 - Porto de Natal - Esgoto 1



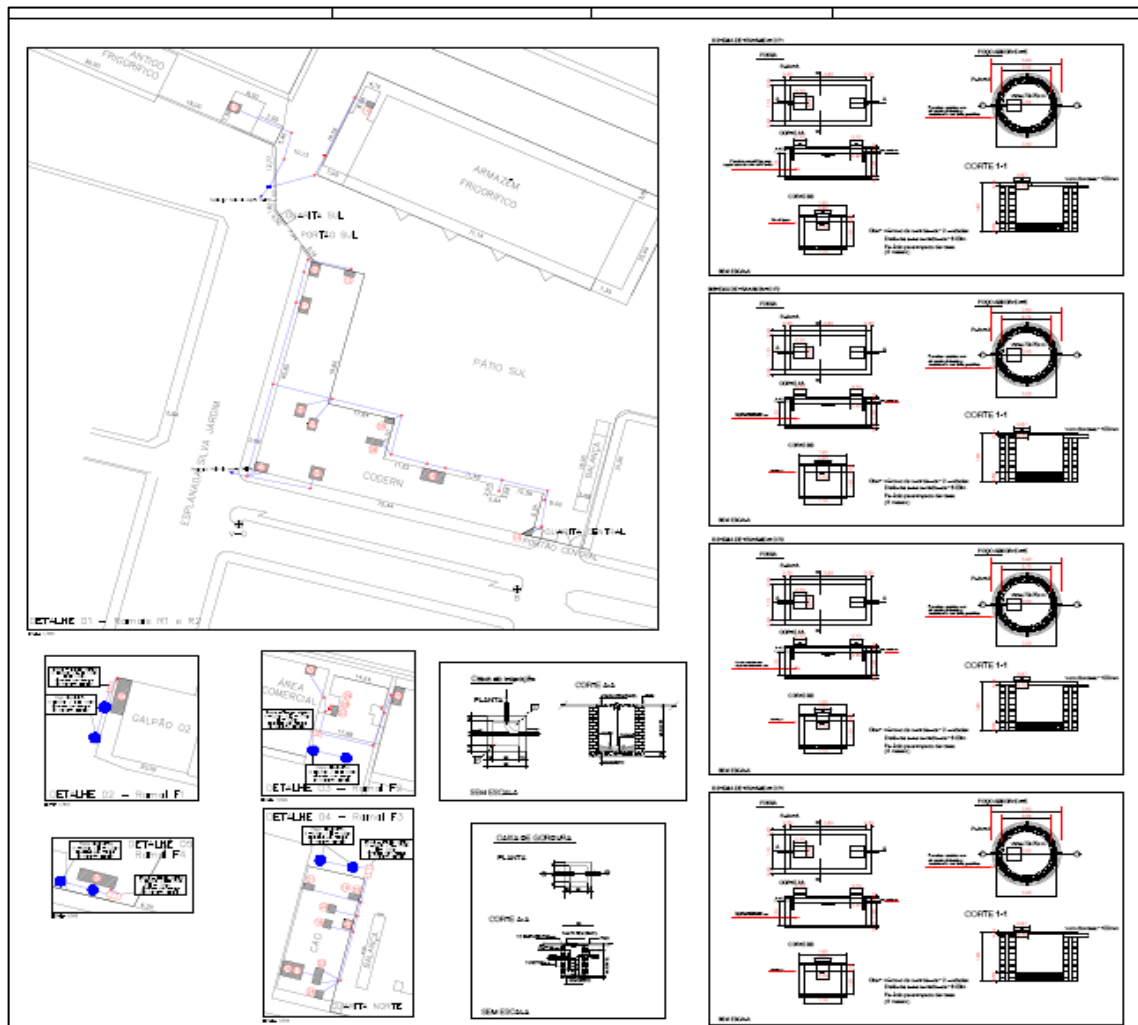
Fonte: CODERN, (2010).

(Ampliação no caderno de Mapas, Figura 21, Página 22)

(Ampliação no caderno de Plantas, Anexo 2, Página 5)

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 30 - Porto de Natal - Esgoto 2



Fonte: CODERN, (2010).
 (Ampliação no caderno de Mapas, Figura 22, Página 23).
 (Ampliação no caderno de Plantas, Anexo 3, Página 7)

A Figura 30 representa a planta geral do Esgotamento Sanitário – detalhe dos sistemas de tratamento, datada de agosto de 2010, com detalhes de construção e distribuição da rede coletora de esgoto sanitário. Ressalta-se aqui que todo o sistema possui tubulação subterrânea e a periodicidade de limpeza do sistema necessitando ser realizada a cada 6 meses.

O Detalhe 1 apresenta o sistema de coleta e destino dos prédios da sede da CODERN, do Antigo Armazém Frigorífico, do Armazém Seco nº 3, da Guarda Portuária Sul e do Armazém Frigorífico, compondo de 13 banheiros. O sistema conta

com dois ramais, R1 e R2, estas unidades contemplam caixa de gordura e caixas de passagem/inspeção, tendo como destinação final a rede pública coletora da CAERN.

O Detalhe 2 apresenta o sistema de coleta sanitária e destino, do Galpão 02, composto de um banheiro público. O sistema com um ramal (F1), possui caixa de passagem/inspeção, dois poços absorventes de alvenaria com tampa de concreto armado (D=3,00m e H=1,50m) e fossa – tanque séptico, de alvenaria com tampa de concreto armado, (C=2,80m / L=1,10m, H=1,50m).

O Detalhe 3 apresenta o sistema de coleta sanitária e destino, do Armazém nº 2, Armazém nº 3, e área anexa entre os dois prédios (SETOPE), composto de cinco banheiros. O sistema com um ramal (F2), possui caixa de passagem/inspeção, caixa de gordura, dois poços absorventes de alvenaria com tampa de concreto armado (D=2,70m e H=1,50m) e fossa – tanque séptico, de alvenaria com tampa de concreto armado, (C=2,50m / L=1,10m, H=1,50m).

O Detalhe 4 apresenta o sistema de coleta sanitária e destino, do CAO (OGMO, Ministério do Trabalho, o Ministério da Agricultura, a Receita Federal, e Anvisa) e a Guarita Norte, composto de dez banheiros. O sistema com um ramal (F3), possui caixa de passagem/inspeção, dois poços absorventes de alvenaria com tampa de concreto armado (D=2,70m e H=1,50m) e fossa – tanque séptico, de alvenaria com tampa de concreto armado, (C=2,50m / L=1,10m, H=1,50m).

O Detalhe 5 apresenta o sistema de coleta sanitária e destino, compondo um banheiro público. O sistema com um ramal (F4), possui caixa de passagem/inspeção, dois poços absorventes de alvenaria com tampa de concreto armado (D=2,80m e H=1,50m) e fossa – tanque séptico, de alvenaria com tampa de concreto armado, (C=2,80m / L=1,10m, H=1,50m).

2.4 EFLUENTES LÍQUIDOS

2.4.1 Identificação de fontes de lançamento de efluentes líquidos pontuais e difusos na área portuária

A geração de efluentes líquidos é inerente à ação antrópica. Sendo o Porto de Natal um local que recebe grande número de pessoas, deve-se ter uma atenção especial ao tratamento e destinação dos efluentes para que eles não alterem as características naturais dos corpos receptores que acolhem as águas servidas.

Essas alterações podem ser simples, tais como a alteração de coloração, odor e de outras propriedades físico-químicas do meio hídrico, ou podem ser mais complexas, como a proliferação de micro-organismos no meio, a redução na concentração de luz e oxigênio da água, propiciando condições para o processo de eutrofização e alterações de padrões de balneabilidade ou de contaminação de águas superficiais.

As alterações também influenciam na saúde do ser humano podendo ocasionar doenças de veiculação hídrica e doenças provenientes da fauna sinantrópica.

Desse modo, este tópico tem como objetivo identificar fontes de lançamento de efluentes líquidos pontuais e difusas na área portuária, bem como, apresentar os sistemas de controle e tratamento dos efluentes líquidos existentes na área portuária e a proposta de implantação de controles.

O Quadro 1, a seguir, mostra as fontes de geração de efluentes líquidos que foram identificadas no Porto de Natal.

Quadro 1 - Fontes de geração de efluentes líquidos

OPERAÇÕES A BORDO	OPERAÇÃO PORTUÁRIA	ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS
Sanitários: Tripulação a bordo	Manuseio de carga.	Sanitários: Comunidade portuária fixa e flutuante
Mistura de água de condensação com óleo combustível	Rede de drenagem pluvial: oriundos de pátio e Armazéns	
Limpeza: lavagem de porão	Atividades de manutenção de equipamentos: Óleos	
Cozinha	Proveniente do gerador de energia elétrica: Óleo	

Fonte: CODERN, (2011).

2.4.2 Sistemas de controle e tratamento de efluentes líquidos

CONSUMO DE ÁGUA

Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, no município de Natal, 89,7% da população total é atendida por rede de distribuição de água. (BRASIL, 2012). Com relação ao Porto de Natal a responsabilidade pelo abastecimento e cobrança da água para toda a área portuária é da CAERN. Há uma taxa de consumo mínimo que é cobrada por cada hidrômetro presente no porto, ainda que o mesmo não esteja sendo utilizado.

O Programa de Conformidade do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Marítimos Brasileiros - RESPORTOS, 2014, em implantação no Porto de Natal, verificou que a partir das contas de abastecimento fornecidas pela CODERN, referentes aos seis hidrômetros que medem a vazão de entrada de água, para as dependências portuárias, estimou-se o consumo, obtendo um valor médio de 1.270 m³/mês. A Tabela 21 apresenta o consumo de água referente ao segundo semestre de 2011 e primeiro semestre de 2012.

Tabela 21 - Consumo x Gasto mensal de água no Porto de Natal

	Mês	Ano	Consumo mensal(m ³)	Gasto Mensal em R\$
1	agosto	2011	1.588	13.315,40
2	Setembro	2011	1.088	9.322,30
3	Outubro	2011	572	4.860,30
4	Novembro	2011	1.555	15.789,70
5	Dezembro	2011	194	1.907,80
6	Janeiro	2012	1.960	16.451,70
7	Fevereiro	2012	1.048	8.478,90
8	Março	2012	1.313	14.786,10
9	Abril	2012	1.564	16.927,70
10	Maio	2012	1.604	17.653,10
11	Junho	2012	1.174	12.267,80
12	Julho	2012	1.608	17.155,30
		Media mensal	1.272,3	148.916,0

Fonte: Adaptado. COPPE/UFRJ, (2014).

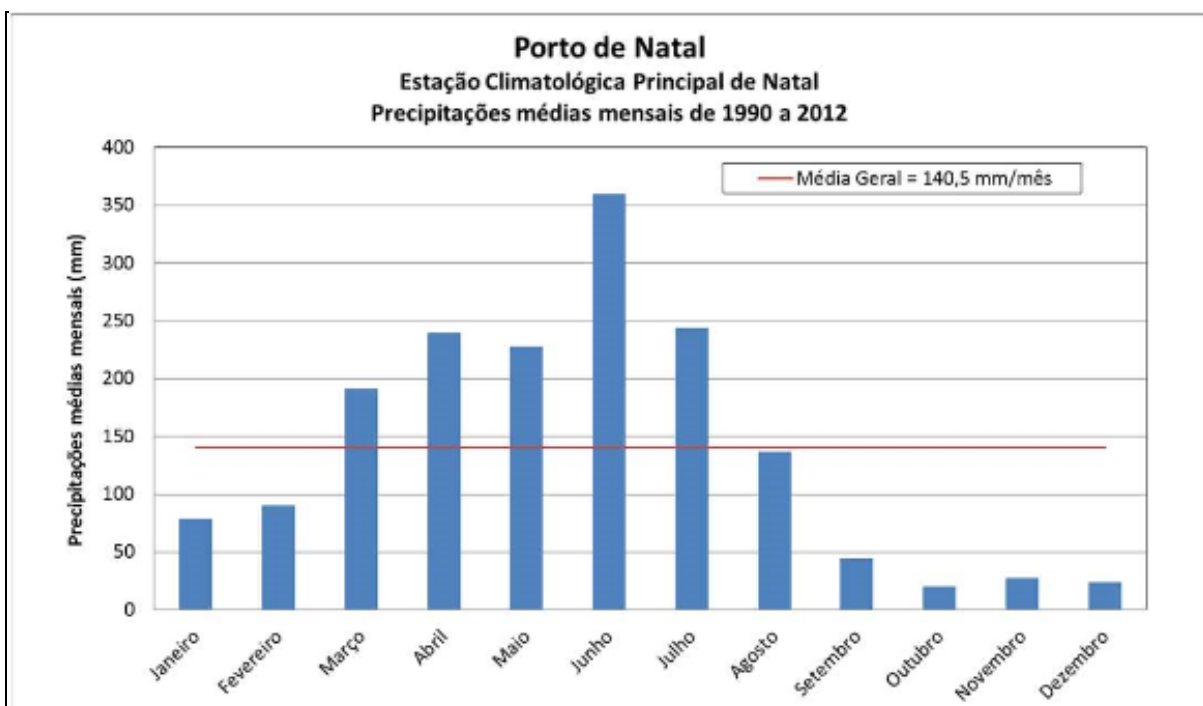
Segundo a CODERN, após a instalação do castelo de água nas dependências portuárias observou uma redução considerável no consumo. Em 2011 foi registrada uma média mensal de 2.770,3 m³. Já em 2012 essa média foi de 1.290,4 m³. (COPPE/UFRJ, 2014).

O castelo, o sistema de cisterna e as caixas de água constituem um reservatório para o porto. Este conjunto é utilizado em situações emergenciais, tais como, a falta de água, o abastecimento de navios e fornecimento de água para a lavagem de *containers* e pátios; também abastecem de maneira descontínua, outras edificações do porto. (COPPE/UFRJ, 2014).

Com relação ao regime pluviométrico na cidade de Natal a Figura 31 a seguir apresenta o comportamento da precipitação mensal média no período de 1990 a 2012 nas áreas próximas ao porto, estimada a partir da análise dos dados da Estação Climatológica Principal de Natal-RN, do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com uma média de 140,5 mm/mês. (COPPE/UFRJ, 2014).

Ao longo dos meses de verão o índice é reduzido quando em geral ocorrem as épocas mais secas e mais quentes, os maiores índices pluviométricos ocorrem entre os meses de março a agosto, culminando a maior média no mês de junho. A variação de chuvas entre o período chuvoso e o período seco é de quase 300 mm. (COPPE/UFRJ, 2014).

Figura 31 - Precipitações médias mensais captadas pela Estação Climatológica Principal de Natal



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

Com base na média mensal de precipitação, foi estimado o potencial de captação de água de chuva no porto. Levou-se em conta o levantamento das áreas de telhado e aplicado o Método Prático Australiano (ABNT NBR 15527:2007), apontando para um volume aproximado de 1.978 m³/mês para toda a área portuária. Considerando um valor estimado da tarifa (R\$6,6/m³) este potencial de captação equivale a uma economia de aproximadamente R\$ 13.054 por mês, Com esses dados torna-se possível economizar na utilização de água para fins não potáveis, o que significa uma de redução de custos e de melhor gestão do uso da água.

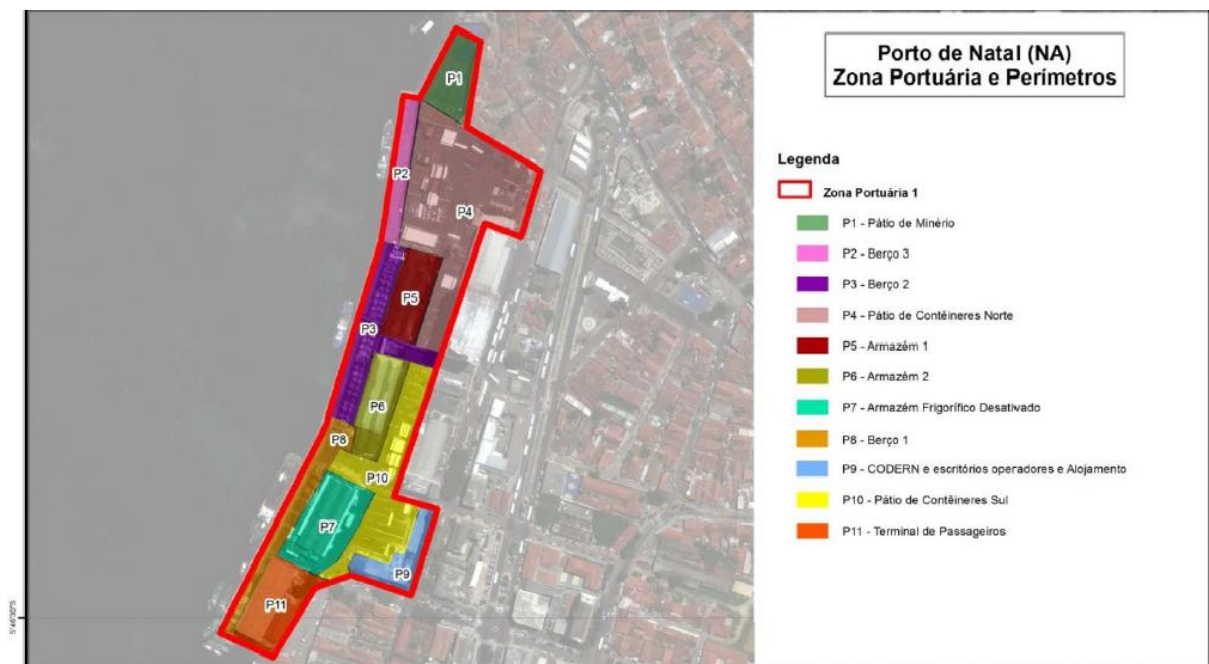
Associa-se à geração de água pluvial potencialmente contaminada, a água de chuva distribuída ao longo da área portuária, logo, com a coleta e armazenamento deste efluente haverá a redução no volume de água que estarão lavando os pátios, tornando mais eficiente o controle da poluição. A Equação a seguir calcula esse volume.

$$Q = C \times (P \times I) \times A$$

Onde: Q é o volume mensal produzido pela chuva; C é o coeficiente de escoamento superficial (considerado 0,8); P é a precipitação média mensal; I é referente às perdas por evaporação ou interceptação da água (considerado 2 mm); e A é a área de coleta (telhado).

A Figura 32, abaixo, ilustra o mapeamento da área portuária, consistindo na divisão em Zonas e na subdivisão de cada uma delas em Perímetros, considerando as diversas atividades realizadas na área operacional do porto. Com isso, espera-se que a coleta e análise de dados sejam mais eficientes. Desta maneira foi delimitada uma única Zona Portuária, subdividida em 11 Perímetros.

Figura 32 - Zona Portuária e Perímetros do Porto de Natal



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

Conforme a Figura 32 os Perímetros do Porto de Natal (Tabela 22) estão definidos conforme as atividades econômicas e os terminais alocados.

Tabela 22 - Atividades econômicas e terminais do Porto de Natal/RN.

Perímetro	Terminal	Atividade Econômica
P1	Pátio de Minério	Armazenamento de minério de ferro (encontra-se sob júdice).
P2	Berço 3	Berço de atracação de carga containerizada e/ou múltiplo uso.
P3	Berço 2	Descarregamento e transporte do trigo a granel.
P4	Pátio de <i>Containers</i> Norte	Movimentação e armazenamento de <i>containers</i> .
P5	Armazém 1	Armazenamento de carga geral.
P6	Armazém 2	Armazenamento de carga geral.
P7	Armazém Frigorífico Desativado	Utilizado para exportação de frutas e importação de pescado.
P8	Berço 1	Berço de atracação de carga containerizada e múltiplo uso.
P9	CODERN e escritórios operadores (área administrativa) e Alojamento da guarda portuária	Áreas administrativas.
P10	Pátio de <i>Containers</i> Sul	Utilizado para armazenamento de <i>containers</i> .
P11	Terminal de Passageiros (interditado)	Utilizados para pier de passageiros e armazenagem de carga geral e ovação/desova de <i>containers</i> .

Fonte Adaptado. COPPE/UFRJ, (2014).

EFLUENTE SANITÁRIO

No estado do Rio Grande do Norte, somente 35,3% dos domicílios possuem coleta de esgotos sanitários, e tratamento o tratamento ocorre somente para 22,8%. (IBGE, 2010).

Com relação ao abastecimento de água potável, o município de Natal, possui 90,8% das residências atendidas, mas somente 33,1% do município é atendido por rede de coleta de esgoto sanitário. Apenas parte do efluente sanitário coletado, passa por tratamento (SNIS, 2013). Assim, o índice de tratamento de esgoto gerado é 44,7% enquanto que o esgoto coletado no município é 72,8%. (COPPE/UFRJ, 2014).

Para o Porto de Natal a CAERN cobra uma taxa de esgoto equivalente a 70% do valor cobrado pela água, além da cobrança pelo consumo de água. Porém nem todo o efluente sanitário gerado no perímetro/prédios é destinado para a rede pública coletora. Um percentual do efluente é destinado a sistemas de fossas sépticas/sumidouros, lançados diretamente no Rio Potengi, ou coletados e destinados por uma empresa privada contratada, a Imunizadora Potiguar.

Estimou-se em 341,4 m³ por mês a geração de efluente sanitário, para todo o porto. (COPPE/UFRJ 2014). A Tabela 23 apresenta as estimativas de geração de efluentes sanitários nas dependências do Porto de Natal.

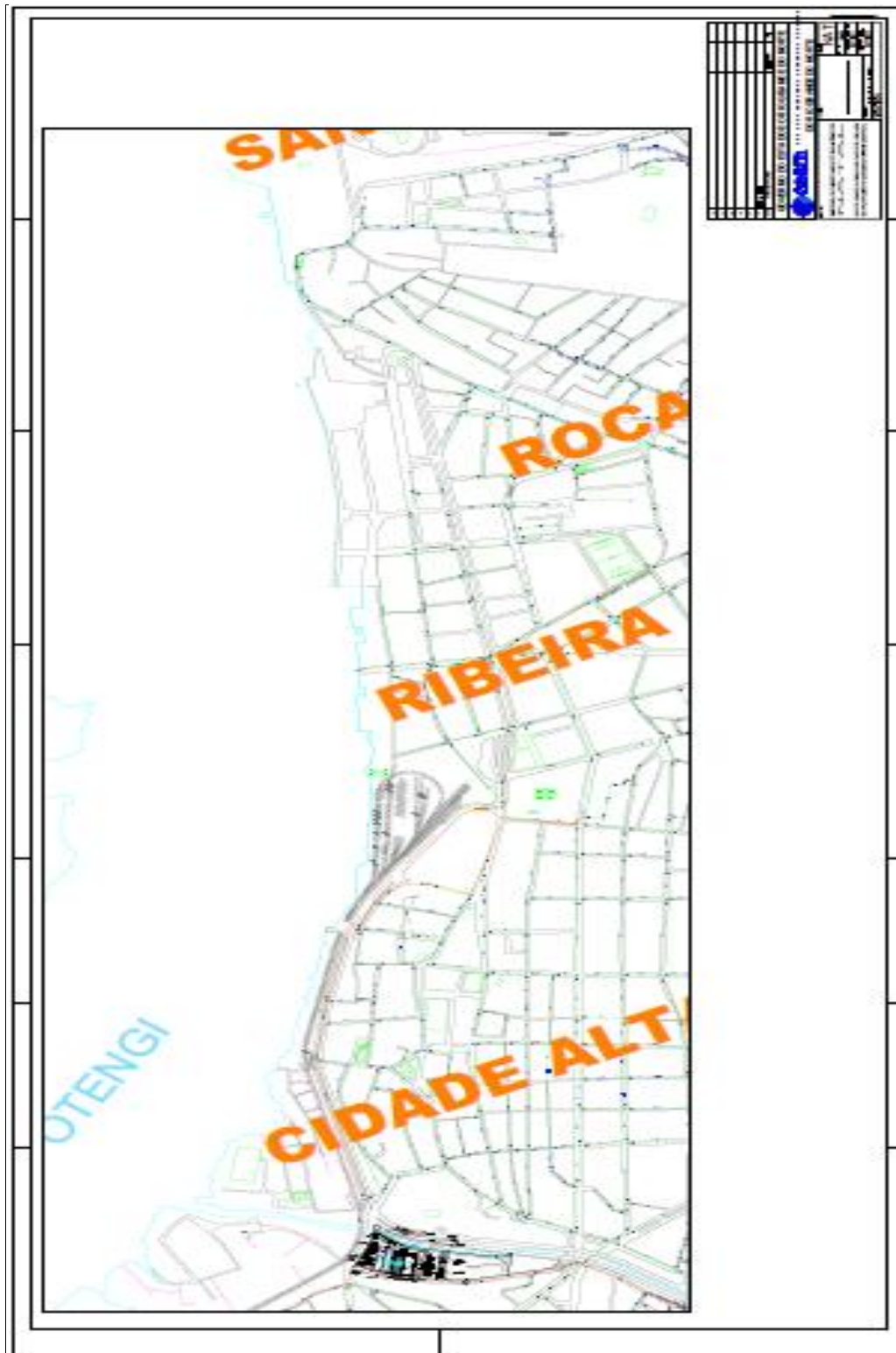
Tabela 23 - Estimativas de Geração de Efluentes Sanitários no Porto de Natal

EFLUENTES SANITÁRIOS	Nº DE PESSOAS	VALOR DE CONTRIBUIÇÃO POR PESSOA (L/dia)	CONTRIBUIÇÃO TOTAL (L/dia)
Administração	103	50	5.150
Operacional	89	70	6.230
Refeições	0	25	0,00
		total	11.380
		Total mês	341.400
		m ³ /mês	341,4

Fonte: Adaptado. COPPE/UFRJ,(2014).

A rede de esgotamento sanitário da Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte - CAERN contempla a área do Porto de Natal (Figura 32a). No entanto, apenas o armazém frigorífico desativado (P7), o novo terminal de passageiros (P11) e a área administrativa da CODERN (P9), estão ligados à rede coletora pública da CAERN, que direcionam o efluente sanitário para a Estação de Tratamento de Esgoto do Baldo. No desenho da Figura 33 observam-se as ligações internas da rede coletora de esgoto sanitário da Sede Administrativa, da Guarita Sul, do Armazém Frigorífico e Terminal Marítimo de Passageiros na rede coletora pública existente na Rua Esplanada Silva Jardim, bairro Ribeira. (COPPE/UFRJ, 2014).

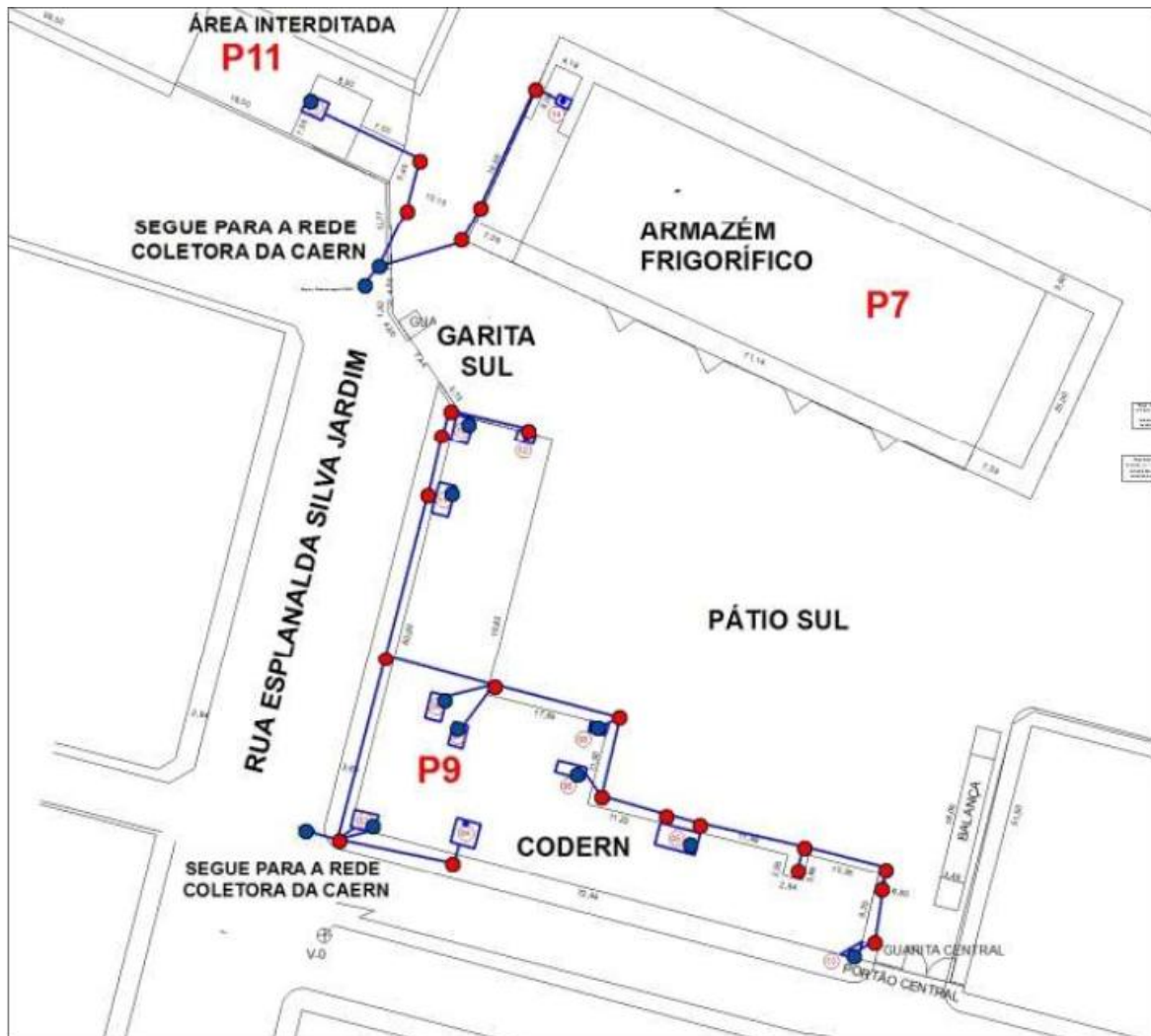
Figura 32a – Rede de Esgoto do Município de Natal



Fonte: CAERN (2012).
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 24, Página 25)
(Ampliação no Caderno de Plantas, Anexo 4, Página 9)

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 33 - Desenho da ligação do sistema de coleta de esgotamento sanitário - Porto de Natal



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

As outras edificações do porto estão conectadas a sistemas de fossas sépticas, também conhecidas como tanques sépticos, seguidas de sumidouro que drenam, posteriormente, para o Rio Potengi. Porém esses sistemas acabam afogados pela condição do lençol freático, que é muito próximo à superfície, ampliando o risco de contaminação da água subterrânea. Um dos sistemas recebe efluentes de banheiros externos localizados no Pátio de Containers Sul (Perímetro 10). Outro encontra-se no Perímetro 03 e está interligado a banheiros/sanitários localizados nos Perímetros 03, 05 e 06. Por fim, existem ainda mais duas fossas no P4 que atendem os banheiros da Central de Atendimento Operacional e os

banheiros externos localizados no Pátio Norte. Em síntese, os perímetros que possuem instalações ligadas a fossas são: P3, P4, P5, P6 e P10. Vale ressaltar que os perímetros do cais (P2 e P8) e o pátio de minérios (P1) não foram considerados como pontos de geração de efluentes sanitários (COPPE/UFRJ 2014).

A limpeza das fossas-sumidouros é realizada, periodicamente, por uma empresa receptora que posteriormente realiza o tratamento do efluente. É importante salientar que há necessidade frequente de limpezas, o que pode ser um indício de que o sistema está operando de forma equivocada ou que está subdimensionado. (COPPE/UFRJ 2014).

Quanto à retirada de efluentes sanitários gerados em embarcações foi registrada a retirada de esgoto da pela empresa Atual Potengy. De acordo com o requerimento, foi solicitada a coleta de 15.000 litros de esgoto (Figura 34) (COPPE/UFRJ, 2014).

Figura 34 - Registro de retirada de efluentes sanitários de embarcação



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

De acordo com a Instrução de Serviço Nº 07/11, a empresa contratada para retirada de efluentes das embarcações precisa atender os seguinte dispositivos:

- I - Política Ambiental da CODERN, de 16 de maio de 2011.
- II - Resolução ANTAQ Nº 2.190, de 28 de julho de 2011.
- III - Resolução RDC ANVISA Nº56, de 06 de agosto de 2008.
- IV - Resolução RDC ANVISA Nº 72, de 29 de dezembro de 2009.
- V - *Normas Ambientales del Puerto de Santander*, de 19 de dezembro de 2003.
- VI - Norma Técnica Nº01/2011 do Porto de São Sebastião.

Das Definições:

Art.3º

a) **RESÍDUOS:** Resíduos nos estados sólido, semi-sólido ou líquido, que resultam de atividades da comunidade de origem, na presente Norma, Resíduo portuário. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT NBR 10004/2004 - Classificação).

b) **RESÍDUOS DE EMBARCAÇÃO:** Resíduos portuários que resultam da atividade de uma embarcação, tais como: água de lastro suja, água oleosa de porão, mistura oleosa contendo químicos, resíduos oleosos (borra), água com óleo resultante de lavagem de tanques, crosta e Borra resultante da raspagem de tanques, substâncias químicas líquidas nocivas, esgoto e águas servidas, lixo doméstico operacional, resíduos de limpeza de sistemas de exaustão de gases e substâncias redutoras da camada de ozônio.

e) **SERVIÇO DE RETIRADA DE RESÍDUOS DE EMBARCAÇÕES:** Serviço prestado por empresa coletora de resíduos credenciada pela Autoridade Portuária a partir do acondicionamento a bordo da embarcação, incluindo o transbordo para outro meio de transporte, o recebimento em terra por pessoal habilitado e equipamento adequado, e o transporte para o local de destino final apropriado localizado fora do terminal portuário.

f) **EMPRESA COLETORA DE RESÍDUOS:** Pessoa Jurídica, de direito público ou privado, credenciada pela CODERN, para a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações nos terminais portuários da CODERN.

g) **DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA:** Destinação de resíduos que inclui a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos do SISNAMA e SNVS, entre elas, a disposição final, observando normas operacionais específicas, de modo

a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

h) **DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA:** Distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

i) **MANIFESTO DE DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUO:** Documento que permite demonstrar aos órgãos ambientais - municipal, estadual, nacional ou internacional - que se realizou a correta disposição final dos resíduos, de acordo com a legislação ambiental brasileira.

A íntegra da Instrução de Serviço n. 07/11 (Anexo “III”) encontra-se em anexo a este documento, definindo todo o procedimento a ser adotado pelas embarcações, para a retirada dos resíduos sólidos e líquidos quando atracadas, bem como, o correto destino final para eles.

Quanto à troca de água de lastro, esta segue a determinação da NORMAM-20/DPC (Anexo “IV”) da Marinha do Brasil. Esta norma compõe os anexos deste documento.

DRENAGEM PLUVIAL E EFLUENTE OLEOSO

A geração de água potencialmente contaminada, tanto por efluentes oleosos, quanto por arraste de particulados pela água da chuva ocorre em diversos pontos do porto. Esses locais, avaliados a partir das visitas de campo, foram mapeados como áreas de interesse para o projeto, indicadas na Figura 35. No Porto de Natal foram identificadas 8 áreas de geração/interesse, sendo quatro para águas pluviais e quatro para efluentes oleosos. Não foram estabelecidos pontos de coleta de amostras para o porto em questão. (COPPE/UFRJ, 2014).

Figura 35 - Área de Geração de efluentes oleosos com potencial geração de água pluvial contaminada



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

ÁGUA PLUVIAL POTENCIALMENTE CONTAMINADA

As áreas com maior potencial para geração de água pluvial contaminada foram identificadas nos terminais de movimentação e armazenagem de minério de ferro, e nas proximidades das áreas percorridas pelas esteiras transportadoras de grãos de trigo do navio até o Grande Moinho Potiguar, onde há significativa quantidade de material depositada no piso abaixo das esteiras. (COPPE/UFRJ 2014).

Em todo o porto há possibilidade de escoamento superficial direto ou via rede de drenagem da água potencialmente contaminada para o estuário do Rio Potengi, pois não há estruturas efetivas de drenagem ao longo do porto na interface com o corpo receptor, possibilitando, portanto, o direcionamento direto desse material para a drenagem pluvial em eventos de chuva. (COPPE/UFRJ 2014).

Na área “AE02” (Perímetro 1), encontra-se o pátio de armazenagem de minério, onde não há um sistema de drenagem específico ou tanques de decantação, possibilitando o lançamento direto de água pluvial contaminada para os corpos receptores. No entanto, vale ressaltar que o minério de ferro também é passível de dispersão, o que aumenta a abrangência das áreas com potencial geração de água contaminada (principalmente no P4). Essa área, entretanto, encontra-se atualmente interditada judicialmente e não está havendo movimentação. (COPPE/UFRJ 2014).

No detalhe da Figura 36, a seguir, é possível observar a presença de poças de água no pátio, e a drenagem precária do local onde há canaletas de drenagem obstruídas.

Figura 36 - AE02, Pátio de Estocagem de minério de ferro.



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

Já na área “AE03” (Perímetro P3), correspondente ao trajeto da esteira de trigo, há grande quantidade do material espalhado junto ao piso, às estruturas de drenagem pluvial e também acumulado dentro das caixas de fiação elétrica. A maior concentração de material ocorre nas proximidades da Gerência de Operação e sobre o seu telhado, bem como próximo às instalações do Grande Moinho Potiguar. Na Figura 37, a seguir, é possível observar a presença de grãos de trigo no pátio e junto à drenagem pluvial. (COPPE/UFRJ 2014).

Figura 37 - AE03, esteira transportadora de trigo.



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

Verificou-se em campo que anteriormente ao descarregamento de grãos de trigo ocorre à lavagem da esteira transportadora até as instalações do Grande Moinho Potiguar. O efluente resultante da lavagem, na qual é possível conter grãos de trigo em processo de fermentação, é carreado para a rede de drenagem local até o Rio Potengi. Verificou-se a necessidade de manutenção periódica de limpeza nas canaletas de drenagem. (COPPE/UFRJ 2014).

A Figura 38 ilustra os grãos de trigo carreados para a canaletas de drenagem, após a lavagem da esteira, e canaletas de drenagem necessitando de manutenção preventiva.

Figura 38 - Grãos de trigo carregados pela lavagem das esteiras e canaleta necessitando de manutenção



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

Na área AE06 (Perímetro P10) é comum identificar manchas de óleo e de água com detergente no piso, principalmente em decorrência da movimentação e lavagem de *containers* no local. Durante a movimentação de contêiner a máquina operadora pode apresentar algum problema e derramar óleo, o mesmo pode ocorrer com a máquina de lavagem. Esta área não apresenta um local específico de lavagem e todo o efluente gerado segue diretamente para a drenagem pluvial presente no pátio. As Figuras 39 a 41, a seguir, apresentam a operação de lavagem e a drenagem presente no local. (COPPE/UFRJ 2014).

Figura 39 - Lavagem de *containers*. No detalhe a presença de água com detergente escoando direto para a drenagem pluvial



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

Figura 40 - Lavagem de contêiner com efluente carregado diretamente para o Rio Potengi



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Figura 41 - Resíduo proveniente da lavagem de contêiner



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Na área AE07 (Perímetro P4) também há lavagem de *containers* indevidamente, pois é comum observar a água proveniente da lavagem escoar diretamente para a drenagem pluvial. Nessa área não há drenagem específica para lavagem e a drenagem pluvial existente está em situação precária, como pode ser observado no detalhe da Figura 42. (COPPE/UFRJ, 2014).

Figura 42 - AE07, lavagem de *containers*. No detalhe água com detergente escoado direto para a drenagem pluvial no local



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

EFLUENTES OLEOSOS

Em relação aos efluentes oleosos há três diferentes locais de geração no Porto de Natal: a área da oficina de *containers*, a área de manutenção de veículos e a área de armazenamento de resíduos sólidos contaminados com óleo. Todos esses locais não possuem piso impermeável, drenagem específica ou caixa de separação de água e óleo. Apenas em numa destas áreas de manutenção de equipamentos

ocorre a utilização de material absorvente para limpeza do pátio. (COPPE/UFRJ, 2014).

Na AE01 (Perímetro 4), pátio norte, encontram-se as instalações da empresa Reeferbras, responsável pela manutenção de *containers* refrigerados. Durante a manutenção há geração de óleo. Este é armazenado em tambores com tampa. Quando cheios são retirados por uma empresa especializada, usualmente a Brasóleo. No entanto, é comum constatar a presença de manchas de óleo tanto na área de armazenamento dos tambores, como na área onde é realizada a manutenção das máquinas, tal como pode ser visto no detalhe da Figura 43 (COPPE/UFRJ, 2014).

Figura 43 - AE01, área para manutenção de *containers* refrigerados. No detalhe presença de óleo no piso da oficina de *containers*.



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

Foi observado na área “AE04” (entre os Perímetros 3 e 5) o armazenamento de resíduos sólidos comuns, gerados no porto, em uma contentor estacionário, além

da disposição de resíduos contaminados com óleo, gerados na oficina de *containers*. Com isto observou-se o derramamento do óleo no piso próximo ao contentor (detalhe na Figura 43), e em eventos de chuva o óleo é carregado para a drenagem pluvial, chegando ao corpo hídrico. (COPPE/UFRJ, 2014).

A AE05 (Perímetro 8) é utilizada para manutenção de maquinário, apesar de não possuir estrutura de drenagem e piso adequado para essa operação. Tais atividades são potencialmente geradoras de resíduos oleosos. Ainda que o uso de material absorvente para a limpeza do pátio, após a manutenção, seja uma prática comum no local, frequentemente são observadas manchas de óleo no piso do berço. O detalhe da Figura 44 exemplifica a disposição de material oleoso nos contentores de resíduos sólidos. (COPPE/UFRJ, 2014).

Figura 44 - AE05, área de manutenção de equipamentos. No detalhe o armazenamento inadequado do óleo residual



Fonte: COPPE/UFRJ, (2014).

É importante notar que a administração do porto vem tomando medidas para coibir a movimentação de efluentes oleosos nas áreas “AE04” e “AE05” e concentrando tudo na área “AE01”. (COPPE/UFRJ, 2014).

TABELA SÍNTESE

O diagnóstico mostrou áreas onde foram encontrados problemas e que, portanto, necessitam de ações. Essas premissas estão consolidadas na Tabela 24, a seguir, que aborda tanto os problemas estruturais como os não-estruturais encontrados. (COPPE/UFRJ, 2014).

Tabela 24 - Perímetros e Premissas

Perímetro	Local	Premissa
P1	Pátio de Minério	1 - Não há drenagem apropriada para o armazenamento de minério neste pátio, o minério disperso no pátio é carregado para o corpo hídrico; 2 - Canaletas danificadas e obstruídas pelo minério e por resíduos; 3 - Esgotamento sanitário sem ligação com a rede pública ou com tratamento ineficaz.
P2	Berço 3	4 - Drenagem pluvial precária e com particulados de minério.
P3	Berço 2	5 - Canaleta danificada e obstruída com vegetação e resíduos; 6 - Área com resíduos dispersos sobre o telhado e piso do corredor em frente ao Armazém 2 e sobre a Gerência de Operação.
P4	Pátio de Containers Norte	7 - Lavagem de <i>containers</i> em local sem drenagem segregada; 8 - Piso danificado em decorrência da movimentação de <i>containers</i> ; 9 - Esgotamento sanitário sem ligação com a rede pública ou com tratamento ineficaz; 10 - Drenagem pluvial com particulados de minério, sem tanque de decantação; 11 - Formações de poças d'água constantes próximo ao Castelo d'Água; 12- Apresenta manchas de óleo em grande parte de

Perímetro	Local	Premissa
		sua extensão.
P5	Armazém 1	13 - Esgotamento sanitário sem ligação com a rede pública ou com tratamento ineficaz.
P6	Armazém 2	14 - Esgotamento sanitário sem ligação com a rede pública ou com tratamento ineficaz.
P7	Armazém Frigorífico Desativado	15 - Presença de poças d'água constante.
P8	Berço 1	16 - Canaletas danificadas e entupidadas com sedimentos provenientes da construção do Píer de passageiros; 17 - Poças d'água e presença de vegetação no pátio.
P9	CODERN e escritórios operadores e Alojamento	
P10	Pátio de Containers Sul	18 - Lavagem de <i>containers</i> em local sem drenagem segregada; 19 - Esgotamento sanitário sem ligação com a rede pública ou com tratamento ineficaz; 20 - Presença de manchas de óleo no piso, sem drenagem adequada.
P11	Terminal de passageiros	21 - Presença constante de poças d'água.

Fonte: Adaptado. COPPE/UFRJ, (2014).

De maneira geral o porto apresenta seus sistemas pluviais destinados à calha do Rio Potengi. Nos pátios a coleta dos efluentes das lavagens de *containers* e águas da chuva é realizada através de calhas que compõem o sistema de drenagem dispostos ao longo do cais.

A área do cais é um pátio de apoio localizado, em geral, entre os berços e as diversas edificações. Essa área, atendida por um canal de drenagem que cruza todo o pátio é ligada o sistema público de coleta de água, localizado no pátio norte, e que deságua diretamente no Rio Potengi.

É necessário salientar que antes de chegar ao porto o sistema público de coleta de água recebe parte do esgotamento de águas servidas proveniente da Comunidade Maruim, localizada ao lado do Pátio Norte do Porto de Natal. No local foi constatado forte odor e características de águas de esgotamento sanitário possuindo o potencial de causar uma alta proliferação da fauna sinantrópica. Na foto da Figura 45, a seguir, é possível visualizar o sistema recebendo lançamento de águas servidas provenientes da Comunidade Maruim, caracterizado como um esgoto a céu aberto.

Figura 45 - escoamento de esgoto a céu aberto - Galeria sob o Pátio Norte



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011)

É possível constatar ainda as canaletas (Figura 46) dispostas ao longo do cais, que captam tanto as águas da chuva como as águas utilizadas para a lavagem de *containers*. As águas coletadas nessas canaletas carregam partículas de solo, poeiras, detergente provenientes da limpeza de *containers*, sólidos sedimentados decorrentes da operação com trigo, materiais associados aos produtos movimentados, óleos (Figura 47) e graxas decorrentes da presença constante de veículos e equipamentos, bem como os resíduos provenientes do minério de ferro.

Figura 46 - Sistema de drenagem das águas superficiais no cais do Porto



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Figura 47 - Manchas de óleo no cais do Porto



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Como o pátio do cais do Porto de Natal é totalmente impermeável, a vazão dos efluentes pluviais é extremamente associada à intensidade de chuvas. Parte fica

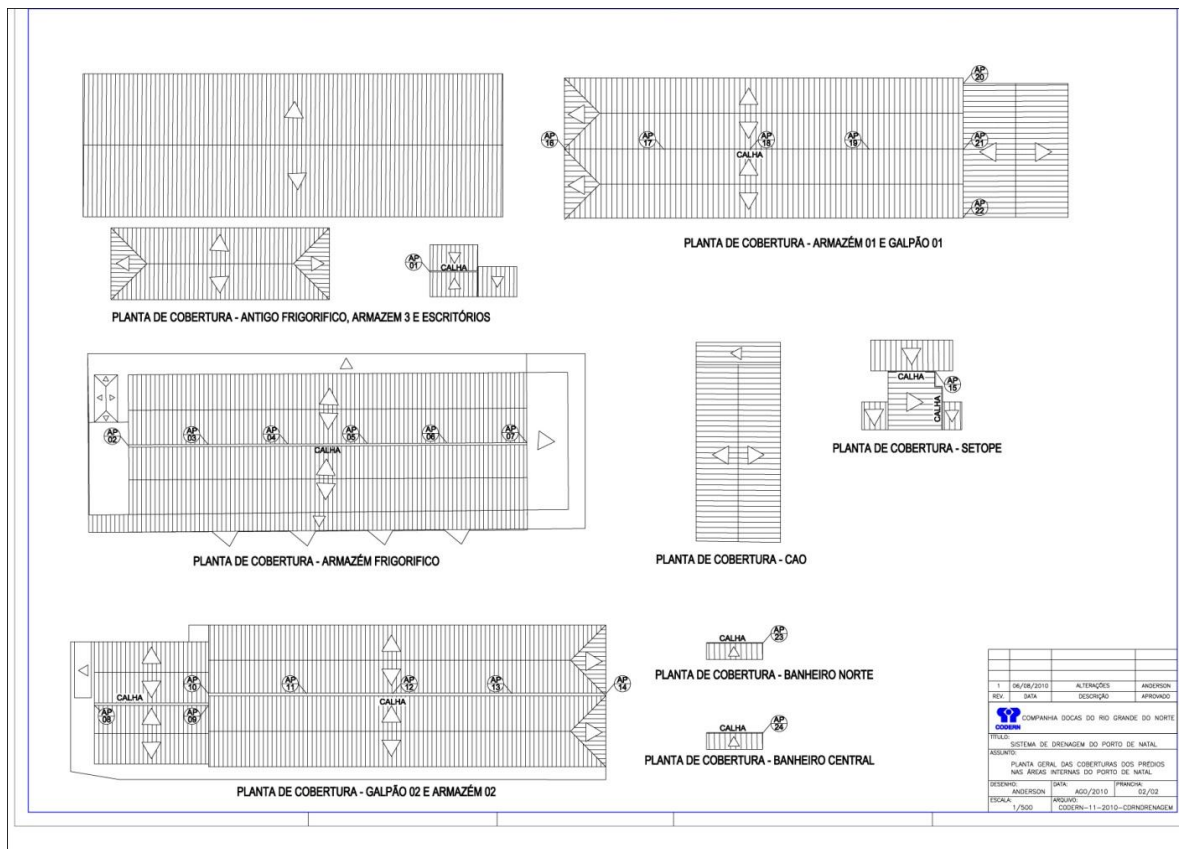
Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

empoçada no “solo impermeável”, até ser evaporada e a outra parte é drenada para o Rio Potengi.

Água Superficial

A Figura 47a apresenta em detalhe, a planta geral das coberturas dos prédios nas áreas internas do Porto de Natal identificando os pontos de coleta de águas pluviais dos edifícios.

Figura 47a – Sistema de Drenagem do Porto de Natal



Fonte: CODERN (2010).
 (Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 23, Página 24)
 (Ampliação no Caderno de Plantas, Anexo 5, Página 11)

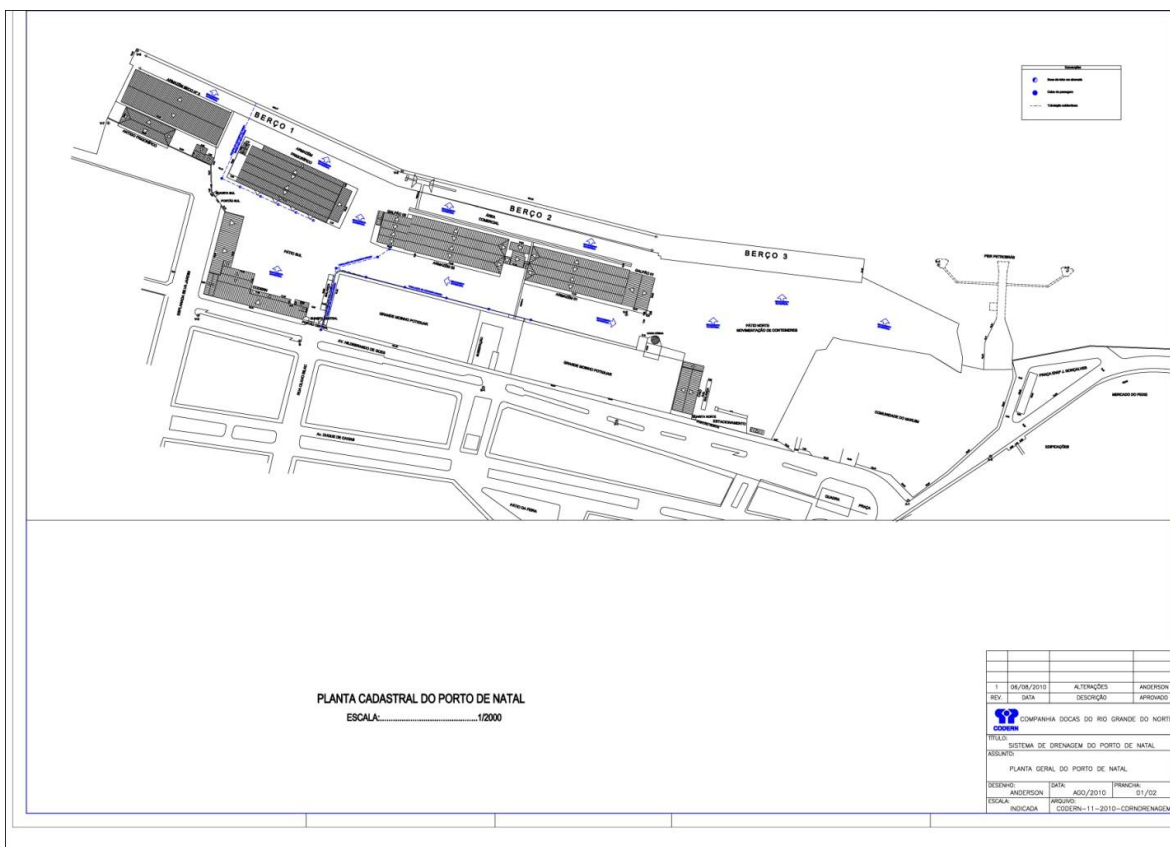
Conforme a Figura 47b, a água superficial que escoar nos Berços 1, 2 e 3 tem como destino as águas do rio Potengi.

O Porto de Natal, em sua área, possui ao longo da edificação do prédio do Moinho Potiguar um sistema de coleta de águas superficiais, subterrâneo, provido de bocas de lobo. Este sistema atende parte do Pátio Central, haja vista, que este pátio possui decaimento para os pátios sul e norte, além de recebe parte das águas do Armazém 02, com destino final a galeria de águas pluviais da CAERN, situada na Av. Hildebrando de Góes.

Ao longo do Armazém 01 encontra-se um sistema subterrâneo, construído com tubulação de concreto, e bocas de lobo que captam as águas do Pátio Sul, com destino final as águas do rio Potengi.

As demais dependências e pátios de estocagem/armazenamento também possuem como destino final as águas do rio Potengi.

Figura 47b – Sistema de Drenagem do Porto de Natal



Fonte: CODERN (2010).
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 20, Página 21)
(Ampliação no Caderno de Plantas, Anexo 1, Página 3)

2.5 RESÍDUOS SÓLIDOS

2.5.1 Identificação das fontes, caracterização e quantificação dos resíduos sólidos com base nos critérios da NBR 10.004/2004

De acordo com a Norma Técnica ABNT NBR 10.004/04, que tem por objetivo classificar os resíduos sólidos com referência a sua periculosidade, e potencializados seus riscos quanto à saúde pública e o meio ambiente, com o intuito de gerir esses resíduos adequadamente com relação ao manuseio, transporte e armazenamento definidos por sua classificação (Quadro 2), através de levantamento realizado no ano de 2010, no Porto de Natal ficam assim caracterizados:

Quadro 2 - Classificação dos resíduos segundo a ABNT 10004/04

Origem	Tipo	Quantidade (Volume Anual - m ³)	Classes (ABNT NBR 10004/04)
Administração	Papéis	130	II A
	Copos Descartáveis		II B
	Orgânicos em Geral		II A
	Lâmpadas		I
	Saneantes		I
	Varridão		II A
	Podas		II A
	Ambulatoriais		I
Operação	Metal	350	II B
	Lâmpadas		I
	Baterias		I
	Orgânicos em Geral		II A
	Óleos		I
	Graxas		I
	Resíduos de Manutenção		II B
	Obras Civis		II B
	Reagentes		I
	Varridão de cargas a Granel		II A
Embarcações	Resíduos de Escritório	375	II A
	Resíduos de Operação		II B
	Ambulatoriais		I

Fonte: CODERN, (2010).

2.5.2 Indicação dos pontos de acondicionamento e estocagem temporários dos resíduos sólidos gerados, incluído os perigosos

O levantamento de resíduos sólidos do Porto de Natal foi previsto com base no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS e nos levantamentos realizados na área portuária objetivando avaliar os procedimentos adotados atualmente.

Segundo o PGRS, o fato de manusear os resíduos, sucumbe na adoção de um conjunto de ações normativas, de operações, disposições financeiras e planejamento desenvolvido pela CODERN, tudo isso baseado em critérios sanitários, ambientais e econômicos com o propósito de garantir a proteção do trabalhador, a preservação da saúde pública, do meio ambiente e dos recursos naturais, seguindo as normas e resoluções vigentes.

Para a realização do diagnóstico da área, tomou-se como base o inventário de resíduos sólidos gerados no primeiro semestre de 2010, elaborado pela Coordenação de Meio Ambiente - COORMA da Companhia Docas do RN, com a responsabilidade de caracterizar a demanda operacional e a perspectiva de ampliações. Neste trabalho a identificação dos resíduos obedece aos critérios da resolução RDC nº 56/2008 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteira e Recintos Alfandegários, classificando-os em função de suas características físico-químicas, considerando o disposto nas Leis nºs 8.080/90, 9.782/99, 9.966/00, no Decreto nº 4.074/02, na Portaria SVS/MS nº 344/98, Portaria nº 3.214/78, nas Resoluções CONAMA nºs 2/91, 5/93, 257/99, 258/99, 275/01, 307/02, 316/02, 358/05, na Resolução da ANVISA RDC nº 306/04, na Norma CNEN-NE 6.02/98, nas Normas Brasileiras Regulamentares da Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR/ABNT nº 12235/92/NB, 1183, 8843/96/NB, 13463, 14652/00, 12980/93, 10004/04, 7500/05, 11175/90 e no disposto no Regulamento Sanitário Internacional.

Os resíduos sólidos gerados nas atividades do Porto de Natal compreendem:

a) *Resíduos de administração*: papéis, copos descartáveis, resíduos orgânicos em geral, lâmpadas, saneantes, varrição, podas, resíduos de ambulatório (CAO);

b) *Resíduos de operação*: metal, lâmpadas, baterias, resíduos orgânicos em geral, óleos, graxas, resíduos de manutenção, obras civis, reagentes, resíduos de varrição de cargas a granel;

c) *Resíduos de embarcação*: resíduos de escritório, resíduos de operação, resíduos de ambulatório.

O Quadro 3 está organizado em função da distribuição dos resíduos conforme a sua origem.

Quadro 3 - Distribuição dos resíduos prioritários gerados

SETOR	ATIVIDADE
Pátio Sul	Operação
Pátio Norte	Operação
Pátio Central	Operação
Galpão 01	Operação
Galpão 02	Operação
Armazém 01	Operação
Armazém 02	Operação
Armazém 03	Operação
Armazém Frigorífico	Operação
Berço 01	Embarcação
Berço 02	Embarcação
Berço 03	Embarcação
Retro-Área - Berço 01	Embarcação
Retro-Área - Berço 02	Embarcação
Gerência de Infraestrutura e Operação GEOPER	Administração
Sede Administrativa	Administração
Centro de Apoio Operacional - CAO	Administração

Fonte: CODERN, (2010).

Segundo a Resolução RDC nº 56/2008 da ANVISA, 2008, os resíduos são classificados em função de suas características físico-químicas.

O Quadro 4 agrupa de forma concisa os resíduos gerados no Porto de Natal e os caracteriza segundo a Resolução RDC nº 56/2008 da ANVISA.

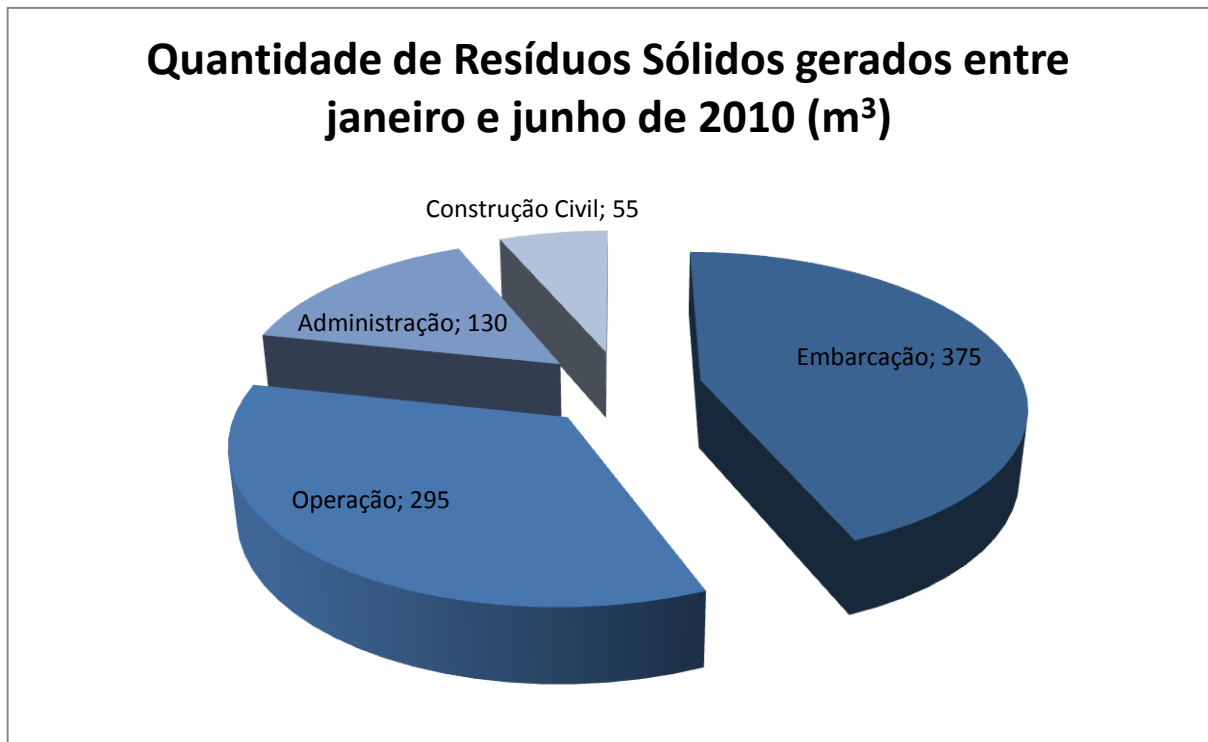
Quadro 4 - Identificação dos grupos de resíduos sólidos gerados no Porto de Natal

Grupo	Subgrupo	Caracterização	Risco	Resíduo	Origem
A	A1	Agentes biológicos com risco de infecção, Classes 4 e 5.	Perigoso	Resíduos de ambulatórios e sanitários de embarcações e área de estocagem.	Administração/Operação (sanitários)/Embarcação
	A2	Agentes biológicos com risco de infecção, Classes 1, 2 e 3.			
	A3	Agentes biológicos sem risco de infecção.	Não Perigoso		
B	B1	Resíduos com substâncias químicas de risco, em estado sólido.	Perigoso	Lâmpadas, saneantes, baterias, óleos, graxas, reagentes, etc.	Administração/Operação Embarcação
	B2	Resíduos com substâncias químicas de risco, em estado líquido.			
	B3	Resíduos com substâncias químicas sem risco, em estado sólido.	Não Perigoso	Pneumáticos, etc.	
	B4	Resíduos com substâncias químicas sem risco, em estado líquido.			
D		Resíduos sem risco biológico, químico ou radiológico a saúde e ao meio ambiente.	Não Perigoso	Papéis, embalagens de produtos inertes, resíduos de informática, copos descartáveis, varrição, podas, resíduos orgânicos em geral (restos de alimentos, sanitários de áreas administrativas, etc.).	
E		Resíduo perfurocortantes ou escarificantes sem risco biológico, químico ou radiológico.	Perigoso	Resíduos de manutenção (Lâminas e limas em geral, utensílios de vidro quebrados, etc.).	Operação

Fonte: CODERN (2010).

O Gráfico 12 a seguir mostra a quantidade de resíduos sólidos gerada nas dependências portuárias no período entre Janeiro e Junho de 2010.

Gráfico 12 - Composição da geração de resíduos entre janeiro e junho de 2010 no Porto de Natal



Fonte: CODERN, (2010).

Observação: * Resíduos gerados em função de reformas ocorridas nas edificações e pátios.

Os dois próximos gráficos retratam o volume de resíduos sólidos gerados através das embarcações, da operação, da administração e da construção civil e também classificam esses resíduos com a correspondência aos Grupos A, B, C, D e E conforme a Resolução RDC nº 56/2008 da ANVISA.

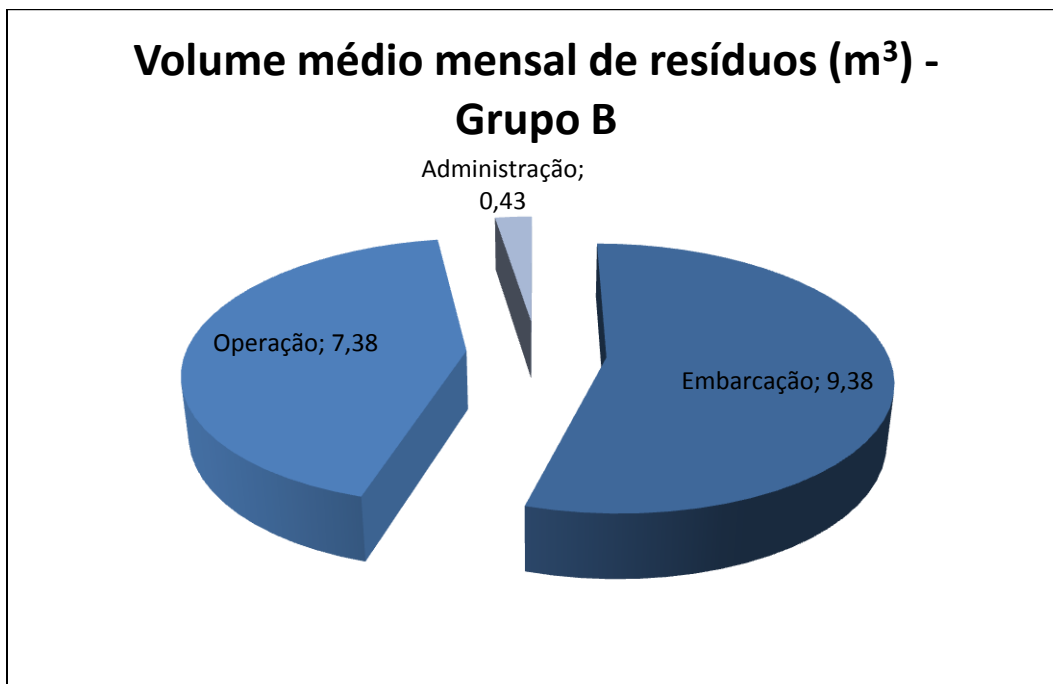
No ano de 2010 não houve geração de resíduos sólidos com classificação nos grupos A e C.

Os Gráficos 13 e 14 apresentam os volumes médios de resíduos no ano de 2010 - Grupos B e D, respectivamente.

Os Gráficos 15 e 16 apresentam os volumes médios de resíduos no ano de 2010 - Grupos E e B, respectivamente.

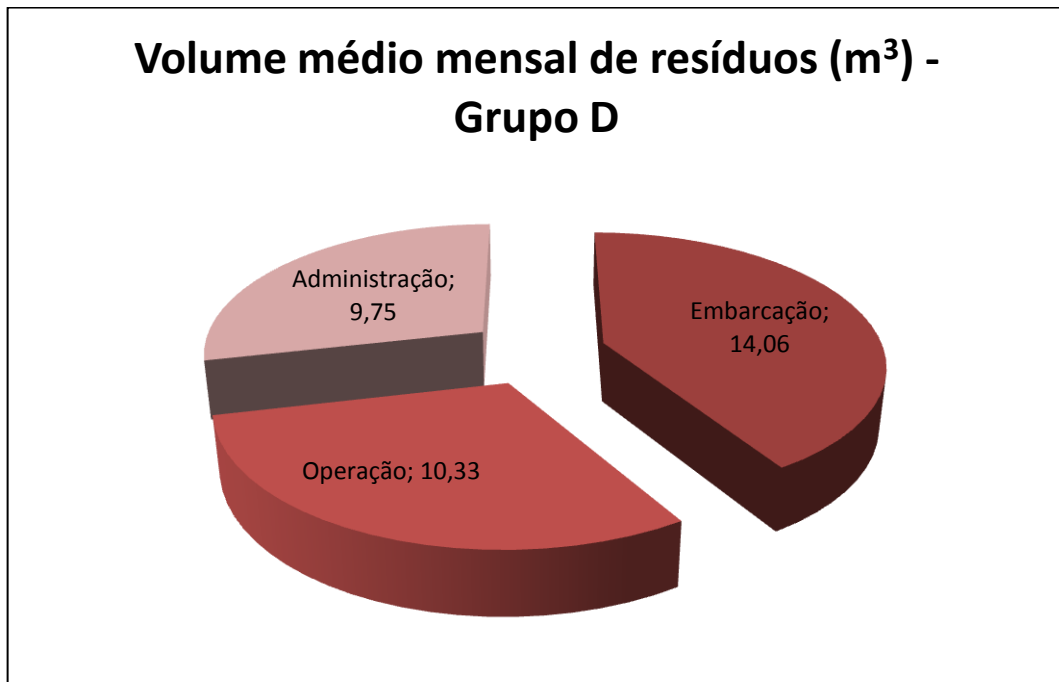
Os Gráficos 17 e 18 apresentam os volumes médios de resíduos no ano de 2010 - Grupos D e E, respectivamente.

Gráfico 13 - Volume médio de resíduos no ano de 2010 - Grupo B



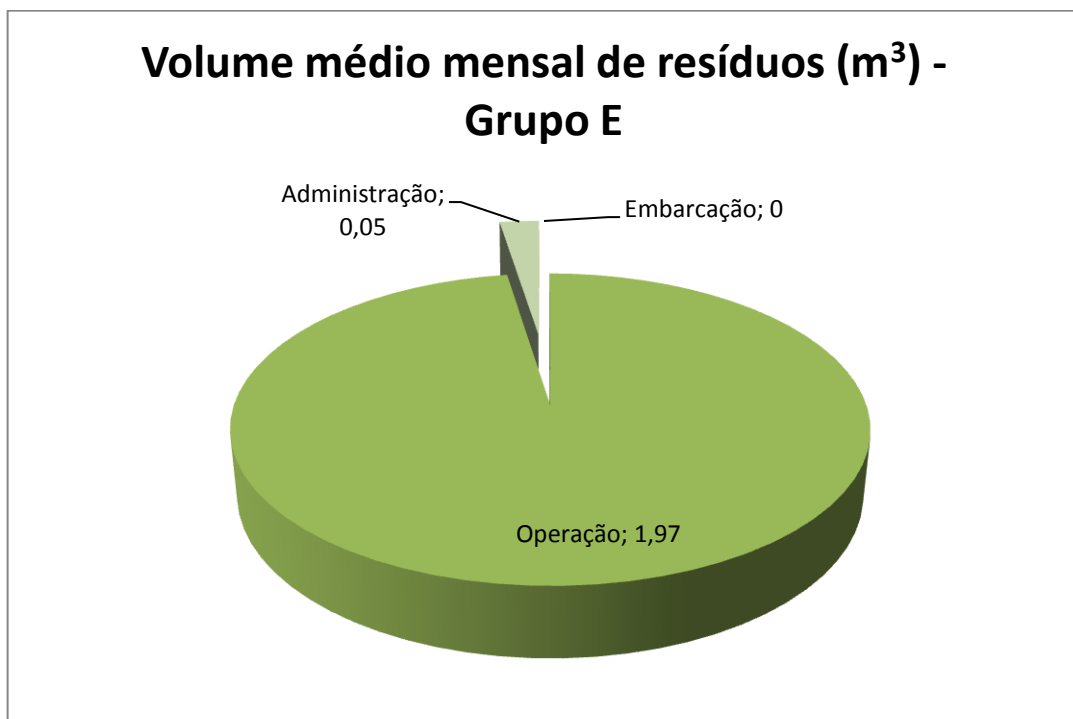
Fonte: CODERN, (2010).

Gráfico 14 - Volume médio de resíduos no ano de 2010 - Grupo D



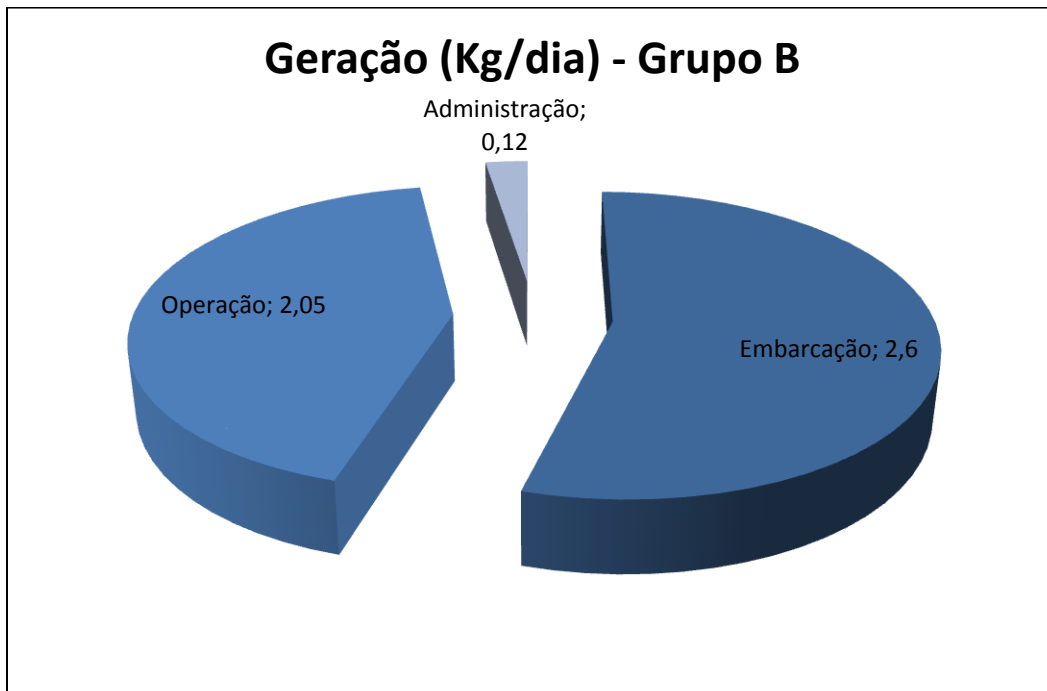
Fonte: CODERN, (2010).

Gráfico 15 - Volume médio mensal de resíduos em 2010 - Grupo E



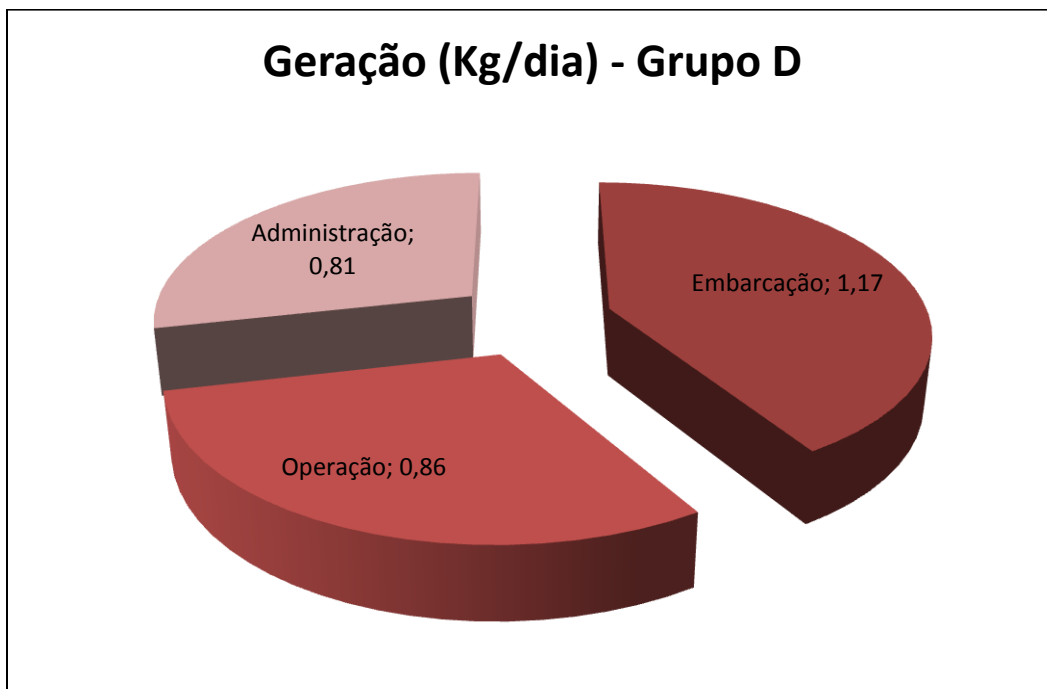
Fonte: CODERN, (2010).

Gráfico 16 - Geração de Resíduos kg/dia - Grupos B



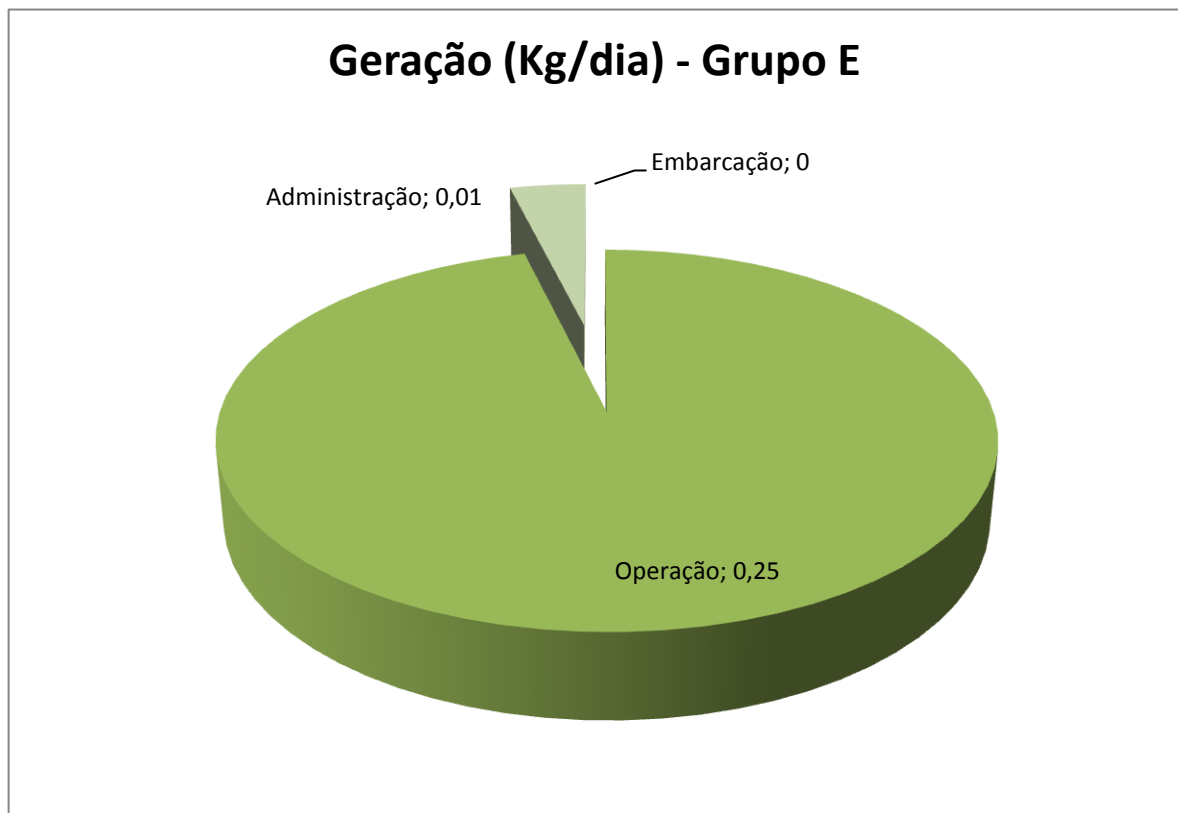
Fonte: CODERN (2010).

Gráfico 17 - Geração de Resíduos kg/dia - Grupos D



Fonte: CODERN (2010).

Gráfico 18 - Geração de Resíduos kg/dia - Grupo E



Fonte: CODERN (2010).

Com a análise dos dados e a caracterização dos resíduos gerados no Porto de Natal, é possível verificar que a classificação atende as características dos Grupos B e D. Os resíduos do Grupo E correspondem às embalagens de vidro danificadas e afins, e os resíduos do Grupo A, gerados na administração portuária, pertencem ao ambulatório, porém este está desativado.

O Quadro 5 resume os tipos de resíduos gerados no Porto de Natal.

Quadro 5 - Classificação simplificada dos tipos de resíduos gerados no Porto de Natal

TIPO	GRUPO
Resíduo Comum - rejeito	D
Resíduo Comum - reciclável (papel/papelão/plástico)	D
Resíduo Comum - reciclável (plástico)	D
Resíduo Comum - reciclável (metal)	D/E

TIPO	GRUPO
Resíduo Comum - vidro	D
Resíduo infectante	A
Resíduo Químico - pilhas/baterias/fluorescentes	B
Resíduo Químico pneumáticos/resíduos de construção D	B

Fonte: CODERN, (2010).

Em Nota Técnica, datada e 25 de abril de 2014, o IDEMA solicitou alteração na localização dos coletores de papel locados próximo ao hidrante. Em atendimento a CODERN promoveu a remoção e redistribuição dos coletores conforme planta de Distribuição de Acondicionadores de Resíduos Sólidos na Sede da CODERN e na GEOPER – Porto de Natal/RN. (Anexo 6, caderno de Plantas, Páginas 13 a 15).

Ainda em atendimento a mesa Nota Técnica a CODERN solicitou uma vistoria técnica para indicação da área para construção da Central de Resíduos Sólidos (Anexo 7, caderno de Plantas, Páginas 17 e 28), que havia sido embargada pela ANVISA por se encontrar em local inadequado para construção.

Ressalta-se que durante a vistoria os técnicos analisaram a disposição dos resíduos/coletores para adequação do PGRS, o que não necessitaria, pois o Projeto de Resíduos Portuários com a Equipe IVIG/COPPE/UFRJ já se encontrava em execução e levantando os dados que resultou no Manual de Boas Práticas Portuárias.

2.5.3 Características do sistema de controle e procedimentos adotados associados às fontes identificadas indicando as formas e locais de disposição final dos resíduos, incluindo os perigosos

No ano de 2010 o Porto de Natal passou a trabalhar com a coleta seletiva de resíduos dentro da área administrativa. Nesta coleta os resíduos gerados são os de expediente administrativo tais como papel, plástico e papelão e são destinados à cooperativa de catadores, conforme Termo de Compromisso firmado entre a

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Companhia Docas do Rio Grande do Norte e a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte - COOCAMAR (Anexo “V”). As lâmpadas fluorescentes e baterias são encaminhadas a empresa Brasóleo Transportes e Tratamento de Resíduos LTDA CNPJ 07.224.3000/300-01, que a cada coleta de resíduos efetuada gera um manifesto descrevendo o tipo de resíduo recebido e os volumes, a empresa Brasóleo também é a responsável pelo destino final desses resíduos em seu próprio aterro industrial, com a licença de operação N°2014-076581/TEC/LO-0200, validade até 04/08/2016, empresa essa especializada na reciclagem desse tipo de material, apoiados pelo programa de Coleta Seletiva Solidária do Governo Federal.

Todo o trabalho de coleta, acondicionamento e armazenamento dos resíduos é realizado por uma empresa particular, que os acondiciona em sacos plásticos apropriados e os armazenados temporariamente em contentores com capacidade de 5m³, dispostos em cinco pontos nas dependências do prédio da administração do porto.

Os serviços de coleta de resíduos nas embarcações funcionam através de solicitação prévia, com antecedência de 48h à administração do Porto de Natal que disponibiliza contentores que acondicionam os sacos plásticos com os resíduos, sem separação e que são recolhidos através de uma empresa que os encaminham ao aterro sanitário localizado no município de Ceará-Mirim. Em 15 de dezembro de 2011 o Diretor-Presidente da CODERN aprova a Instrução de Serviço n. 07/2011 que dispõe sobre os procedimentos operacionais e de emergência para a coleta de resíduos de embarcações. Esta Instrução de Serviço foi elaborada tomando como referência os seguintes dispositivos:

- I. Política Ambiental da CODERN, de 16 de maio de 2011;
- II. Resolução ANTAQ n. 2.190, 28 de julho de 2011;
- III. Resolução RDC ANVISA n. 56, de 06 de agosto de 2008;
- IV. Resolução RDC ANVISA n. 72, de 29 de dezembro de 2009;
- V. *Normas Ambientales Del Puerto de Santander*, de 19 de dezembro de 2003; e
- VI. Norma Técnica n. 01/2011 do Porto de São Sebastião.

A íntegra da Instrução de Serviço n. 07/11 - CODERN encontra-se no Anexo “III”.

2.5.4 Identificação do estágio de implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS

A fim de providenciar medidas que visem à segurança ambiental, a redução de resíduos e a reutilização e reciclagem de material, foi elaborado pela CODERN, em outubro de 2010, o PGRS do Porto de Natal - 2011/2015, sua meta principal é a segregação dos resíduos gerados na fonte para diminuição de impactos relacionados à saúde pública e ambientais.

O conteúdo do PGRS foi desenvolvido conforme as Instruções contidas no documento “Técnicas para Apresentação de Projetos de Manejo de Resíduos Sólidos Industriais” do IDEMA, emitido em 25 de agosto de 2006.

O PGRS descreve as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos no Porto de Natal e contempla os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte e disposição, de forma a atender aos requisitos legais, ambientais e de saúde pública. O documento em questão foi encaminhado ao IDEMA, do Estado do RN, em 24/02/2011.

Em 2011 o controle de resíduos gerados na operação portuária alavancou através da publicação da Resolução Nº. 2.190/2011 da ANTAQ e com a implantação do Programa de Conformidade do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Marítimos Brasileiros - RESPORTOS.

Esta Resolução rege sobre a prestação de serviço de retirada de resíduos das embarcações, e ainda prevê a adoção de procedimentos específicos para o credenciamento e contratação de empresas de coleta de resíduos e o controle de incidentes no procedimento.

O RESPORTOS é um programa da SEP/PR, executado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Este programa tem como objetivo avaliar a

geração de resíduos e efluentes do setor portuário, com o propósito de estabelecer ações que diminuam ou extingam o impacto gerado.

Com isso a CODERN tem o papel de credenciar as empresas prestadoras de serviços de coleta de resíduos para embarcações com o objetivo de implantar os procedimentos para a solicitação, execução, finalização e registro de coleta de resíduos de embarcações.

Atualmente os resíduos são disponibilizados em sacos pretos próprios para o acondicionamento e dispostos em *containers* (Figuras 48 e 49), a seguir, que são recolhidos por uma empresa contratada (Figura 50) pela CODERN.

Figura 48- Contentores para resíduos



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Figura 49 - Contentor de resíduo



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Figura 50 - Transporte de contenedor de resíduo



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Segundo o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Porto de Natal em agosto de 2010 a CODERN firmou com a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte - COOCAMAR, o termo de compromisso (Anexo “V”), que tem por objeto a destinação de materiais recicláveis descartados (papel, plástico, papelão, pilhas e baterias) às associações cooperativas de catadores de materias recicláveis, para fins de reciclagem, com avaliação trimestral, onde está previsto as responsabilidades de ambas as partes, desde a sua geração até o seu destino final.

Conforme o Termo de Compromisso a adoção das instruções propostas no Manual de Boas Práticas Portuárias vem sendo adotadas quanto a aplicação de Medição dos Resíduos Sólidos.

Com referência ao termo estabelecido:

Compete á Destinadora CODERN:

a) Efetuar a coleta seletiva interna dos materiais recicláveis, evitando a sua destinação como lixo;

b) Armazandar o material em local seguro, protegido contra interpéries e ações de degradação, até que se tenha acumulado um volume que justifique a coleta pela equipe da Destinatária;

e) Normatizar, controlar e fiscalizar a execução deste Termo de Compromisso, inclusive, se for o caso, reorientando as ações, assumindo e/ou resposabilizando-se pelo mesmo, em virtude de paralisação das atividades ou de qualquer outro fator relevante que venha a ocorrer, de modo a evitar a descontinuidade das ações pactuadas.

Compete a DESTINATÁRIA COOCAMAR:

a) Executar as atividades previstas neste Termo de Compromisso (Anexo “V”) com rigorosa observância ao objetivo pactuado, visando à promoção social dos catadores de materiais recicláveis;

b) Indicar a DESTINADORA a equipe, (composta exclusivamente por cooperados), que realizará a coleta do material destinado, no intuito de facilitar o acesso dos catadores às dependências do órgão;

e) Transportar os volumes coletados diretamente da sede da DESTINADORA até o galpão de triagem bem como registrar o peso dos materiais doados e posteriormente os valores recebidos ela sua venda, em planilha específica;

f) Zelar pela limpeza e higienização durante a coleta e o trsnporte dos materiais reciclavéis, desde a fonte geradora até o galpão de triagem;

j) Apresentar relatório, com frequência a ser estipulada pelo programa de acompanhamento e controle da coleta seletiva solidária, explicitando os resultados e benefícios obtidos por meio de coleta seletiva soliária, explicitando os resultados e benefícios obtidos por meio da coleta seletiva solidária, bem como fornecer informações a DESTINADORA, sempre que solicitado;

m) Fornecer (gratuitamente) a DESTINADORA, sempre que acordado amostras de produtos derivados de reciclagem, que possa ser utilizados para promover o programa de coleta seletiva solidária.

O Termo de Compromisso completo compõem o Anexo "V" deste documento.

Segundo a CODERN, a empresa responsável para a retirada e destinação final dos resíduos de pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, é a BRASÓLEO TRANSPORTES E TRATAMENTO DE RESÍDUOS LTDA, com endereço na Rua Romualdo do Galvão 1703 Ed. TRADE CENTER 309 NATAL RN, inscrita com CNPJ 07.224.300/0001-01. Essa empresa possui um aterro sanitário próprio na qual destina os resíduos por ela recebidos.

O aterro possui licença número 2014026581TEC 10 0200 e está localizado na Rua José Pessoa de Melo nº 10, Carnaubas RN. A empresa ainda é a responsável pela retirada, pelo transporte e destino final para resíduos oleosos, águas oleosas, resíduos de soldas e big bags do Porto de Natal. (No Anexo "VI" são apresentadas cópias de manifestos de retirada dos resíduos, com identificação e destinos finais dos mesmos).

Conforme a CODERN, as empresas envolvidas no gerenciamento dos resíduos sólidos (cópias das licenças das empresas no Anexo "VII") no Porto de Natal são:

- a) LUNC TRANSPORTES DE ENTULHOS E LIXO LTDA, inscrita sob o CNPJ nº 01.488.023/0001-50, endereço Rua Raniere Mazzile, nº 2850, Felipe Camarão, no município de NATAL, RN, sendo responsável pelo transporte de resíduos da construção civil, definidos conforme resolução do CONAMA nº 07/2002 como classe A e classe B, para a ECOBRIT usina de reciclagem, bem como transporte de lixo urbano (doméstico, hoteleiro e de restaurantes), enquadrados como classe II-A, conforme a NBR nº 10.004/2004 para o aterro metropolitano da cidade de Natal. A empresa LUNC TRANSPORTES DE ENTULHOS E LIXO LTDA possui a

licença simplificada emitida pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA Nº 2013 - 061861/TEC/LS-0429 com validade até 27 de janeiro de 2020.

- b) BRASÓLEO TRASPORTE E TRATAMENTO DE RESÍDUOS LTDA, inscrita sob CNPJ nº 07.224.300/0001-01 e Insc Est. 20.257.559-4, endereço AV. Romualdo Galvão, Nº 1703 ED. TRADE CENTER, 3º andar salas 309 e 310, LAGOA NOVA, NATAL, RN, sendo responsável pela coleta e transporte de resíduos (classe I) e não perigosos (classe II-A e II-B) e serviços de reciclagem de lâmpadas fluorescentes através de papa-lâmpadas separando o vidro e o alumínio do mercúrio, gerados por empresas dos segmentos industriais, comerciais e serviços, situadas no Estado do Rio Grande do Norte. O armazenamento temporário é na unidade de apoio para recebimento, triagem e acondicionamento, situada no município de Carnaubais, RN. A empresa também tem é responsável pela unidade de apoio para o recebimento, triagem, acondicionamento e armazenamento temporário de resíduos, Classe I e Classe II, incluindo, tancagem para 30 mil litros. A BRASÓLEO possui a licença de operação emitida pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA Nº 2013-061333/TEC/RLO-1127 com validade até 3 de julho de 2016.

Com relação à disposição final dos resíduos sólidos a CODERN disponibilizou os dados dos aterros sanitários que os recebem.

Dependendo da classe dos resíduos, estes são encaminhados para um aterro específico, conforme a classificação da NBR nº 10004/2004. As empresas receptoras (Tabela 25) são as seguintes:

Tabela 25 - Relação das Empresas e Aterros Sanitários recebedores dos resíduos gerados no Porto de Natal

Empresa	CNPJ	IE	Endereço	Localização do Aterro	Classificação segundo a NBR 10004/2004	Característica dos resíduos recebidos	Licença de Operação	Órgão Expedidor	Validade
BRASECO S/A	01.487.456/0001-90		AV. Romualdo Galvão, nº 1703 - sala 303, Lagoa Seca, NATAL, RN.	BR406 km 159, Distrito de Maçaranduba, CEARÁ-MIRIM, RN.	Classe II	Urbanos	2013-063452/TEC/RLO-1422	IDEMA	30 de Janeiro de 2016
COSTA E FILHO RECICLAGEM E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS LTDA-ME	02.863.360/0001-42	20.081.464-8	Rua Tereza Campos, 2067, Lagoa Nova, NATAL, RN.	Rua Projetada, s/n, Villa São Jorge, Q. 34 lote 1350, Guajiru, SÃO GONÇALO DO AMARANTE, RN.		Usina de britagem de resíduos da construção civil e separação de resíduos recicláveis	2011-045341/TEC/LS-0193	IDEMA	20 de setembro de 2016
BRASÓLEO TRANSPORTE E TRATAMENTO DE RESÍDUOS LTDA	07.224.300/0001-01	20.257.559-4	AV. Romualdo Galvão, nº 1703 Ed. TRADE CENTER, 3º andar salas 309 e 310, Lagoa Nova, NATAL, RN.		Classe I	Aterro Industrial Operando inicialmente com três células, sendo duas destinadas a resíduos líquidos oleosos e uma célula para resíduos sólidos	LI - 2011050357/TEC/LI-0072 LO - 2014-076581/TEC/LO-0200	IDEMA	04 de agosto de 2016

As declarações das Empresas: COOCAMAR, BRASÓLEO e LUNC encontram-se no Anexo “VIII” deste documento.

A Declaração do Aterro Metropolitano de Ceará-Mirim, informando o tipo e volume de Resíduo encaminhado pelo Porto, será encaminhada diretamente pela Gestora do Porto de Natal.

2.5.5 Medidas para o correto gerenciamento de cargas em perdimento no PGRS

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Porto de Natal, e o Manual de Boas Práticas, desenvolvido pela COPPE/UFRJ, 2014, não contemplam cargas em perdimento.

2.5.6 Identificação do Responsável Técnico pela execução do Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Conforme solicitação do Órgão Ambiental a CODERN informou que o responsável pela execução do correto gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em decorrência das atividades do Porto é o Biólogo Gustavo Girão Braga, CRBio n. 85.803/05-D. A Anotação de Responsabilidade Técnica encontra-se no Anexo “IX”.

2.6 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

2.6.1 Caracterização das emissões atmosféricas

Os navios, os caminhões, os guindastes, os automóveis, os geradores de energia elétrica e todos os equipamentos que, em seus motores há combustão, se utilizam de combustíveis fósseis que contribuem para a degradação ambiental, afetando a qualidade de vida tanto dos trabalhadores portuários como de toda a comunidade do seu entorno.

No Porto de Natal, são fontes de emissões de poluentes atmosféricos os maquinários mostrados na Tabela 26, a seguir.

Tabela 26 - Emissores de poluição atmosférica

Fonte	Combustível	Fixa	Móvel
Navios	Óleo Diesel		X
Caminhões	Óleo Diesel		X
Geradores de energia elétrica	Óleo Diesel	X	
Guindaste Portalino	Óleo Diesel		X
Guindaste Top Loader	Óleo Diesel		X
Guindaste <i>Reach Staker</i>	Óleo Diesel		X
Automóveis	Gasolina/Etanol		X
Gerador de energia elétrica para contêiner	Óleo Diesel	X	
Motocicletas	Gasolina		X
Monta Carga	GNV		X

Fonte: Equipe técnica. 2010.

As emissões de poluentes na atmosfera podem causar danos à saúde das pessoas e também prejudicar o meio ambiente, além disso, podem igualmente reduzir a visibilidade, diminuir a intensidade da luz ou provocar odores desagradáveis. Com relação à saúde, a poluição atmosférica pode afetar o sistema respiratório com capacidade de agravar ou mesmo provocar várias doenças crônicas relacionadas aos pulmões e ao coração.

No âmbito ambiental a poluição atmosférica provoca a alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas normais da atmosfera, podendo causar danos potenciais à flora, à fauna e aos ecossistemas em geral.

Assim tem-se relacionados os poluentes atmosféricos que são causadores tanto da degradação da qualidade do ar, como os que contribuem para a formação de efeito estufa além da diminuição da camada de ozônio e diretamente os que prejudicam a saúde dos trabalhadores e contaminam o meio ambiente. Com esta preocupação foram relacionados os principais compostos formados a partir da queima de combustíveis fósseis: Óxidos de Nitrogênio, Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono, Ozônio, Material Particulado, e Composto Orgânico Volátil.

O Quadro 6 apresenta fontes e características de alguns poluentes atmosféricos, e o Quadro 7 apresenta os efeitos dos principais poluentes na atmosfera.

Quadro 6 - Fontes e características de alguns poluentes atmosféricos

FONTES E CARACTERÍSTICAS DE ALGUNS POLUENTES NA ATMOSFERA			
POLUENTE	CARACTERÍSTICAS	PRINCIPAIS FONTES ANTROPOGÊNICAS	PRINCIPAIS FONTES NATURAIS
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Tamanho < 100 micra	Processos industriais, veículos automotores (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa.	Pólen, aerossol marinho e solo.
Partículas Inaláveis (PM10)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Tamanho < 10 micra	Processos de combustão (indústrias e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Pólen, aerossol marinho e solo.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, altamente solúvel. Na presença de vapor d'água pode ser transformado a SO ₃ passando rapidamente a H ₂ SO ₄ , sendo um dos principais constituintes da chuva ácida. É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis. No verão, através dos processos fotoquímicos, as reações do SO ₂ são mais rápidas.	Combustão de combustíveis fósseis (carvão), queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel.	Vulcões, emissões de reações biológicas.
Óxidos de Nitrogênio (NOx)	Podem levar a formação de HNO ₃ , nitratos e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, indústrias, usinas termoelétricas (óleo, gás, carvão) e incineração.	Processos biológicos no solo e relâmpagos
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em geral, principalmente em veículos automotores.	Queimadas e reações fotoquímicas.
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica, mais conhecido como <i>smog</i> . Composto muito ativo quimicamente.	Não é emitido diretamente à atmosfera, sendo produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os NOx e compostos orgânicos voláteis (VOCs).	

Fonte: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz - FEPAM, (2011).

Quadro 7 - Efeitos dos principais poluentes na atmosfera

EFEITOS DOS PRINCIPAIS POLUENTES NA ATMOSFERA		
Poluente	Efeitos sobre a Saúde	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Causam efeitos significativos em pessoas com doenças pulmonares, como asma e bronquite.	Danos à vegetação, redução da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas Inaláveis (PM10)	Aumento de atendimentos hospitalares e mortes prematuras. Insuficiências respiratórias pela deposição deste poluente nos pulmões.	Danos à vegetação, redução da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO ₂ . Irritação ocular.	Pode levar a formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação.
Óxidos de Nitrogênio (NOx)	Aumento da sensibilidade à asma e à bronquite.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos a vegetação.
Monóxido de Carbono (CO)	Causa efeito danoso no sistema nervoso central, com perda de consciência e visão. Exposições mais curtas podem também provocar dores de cabeça e tonturas.	
Ozônio (O ₃)	Irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição a altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração. O O ₃ tem sido associado ao aumento de admissões hospitalares.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais. Pode danificar materiais devido ao seu alto poder oxidante.

Fonte: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz - FEPAM, (2011).

De acordo com o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar das populações e melhoria da qualidade de vida, são as limitações dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica.

Considerando os efeitos que os poluentes atmosféricos causam na saúde foram descritas as relações dos principais poluentes veiculares e seus efeitos:

Monóxido de Carbono - CO: Tem um elevado poder de intoxicar o sistema respiratório dos seres humanos e dos animais, os sentidos não o percebem, pois não possui cheiro, não tem cor e não causa irritação. Devido ao grande consumo de combustíveis ele é encontrado nos centros urbanos e os veículos são os maiores causadores deste tipo de poluição lançando o gás à altura do sistema respiratório.

O monóxido de carbono produz efeitos nocivos ao sistema nervoso central, cardiovascular, pulmonar e outros.

Hidrocarbonetos: São gases e vapores com odor desagradável, irritante aos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior, resultam da queima incompleta e da evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis. São capazes de causar danos celulares inclusive podem causar mutações genéticas e até câncer. Participam ainda na formação dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera juntamente com os Óxidos de Nitrogênio - NO_x.

Óxidos de Nitrogênio: São compostos por 90% de Monóxido de Nitrogênio - NO, incolor, insípido e inodoro e 10% de Dióxido de Nitrogênio - NO₂. São formados principalmente nas câmaras de combustão de motores de veículos que em presença de nitrogênio e oxigênio, em alta temperatura, combinam-se e formam Óxido Nítrico - NO, NO₂ e outros NO_x. Esses compostos são extremamente reativos. O NO na presença de Oxigênio - O₂, Ozônio - O₃ e Hidrocarbonetos - HC se transforma em NO₂. Por sua vez, NO₂ na presença de luz do sol, reage com hidrocarbonetos e Oxigênio formando O₃. O NO₂ é, portanto, um dos principais precursores do ozônio na troposfera.

O NO_2 apresenta alta toxicidade, e irrita os olhos e os tecidos. Reage com a água presente no ar e forma o Ácido Nítrico - HNO_3 . Esse gás irrita as mucosas nasais e provoca enfisema pulmonar.

Oxidantes Fotoquímicos: Surgem das reações entre os hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio, que ocorrem na atmosfera, principalmente quando ativados pela luz solar. Dentre eles, o ozônio é o mais importante, pois é utilizado como indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera.

O ozônio nas camadas superiores da atmosfera exerce importante função ecológica, absorvendo as radiações ultravioletas do sol e reduzindo assim a sua quantidade na superfície da Terra, nas camadas inferiores tem ação nociva sobre os vegetais, animais, materiais e sobre o homem, mesmo em concentrações relativamente baixas.

Óxidos de Enxofre: O enxofre é considerado uma impureza contida nos derivados de petróleo (gasolina, óleo diesel) e no carvão mineral. Na utilização desses combustíveis, a queima do enxofre produz o Dióxido de Enxofre - SO_2 . Quando lançado na atmosfera, dependendo do tempo de permanência no ar, da presença de luz, temperatura, umidade e absorção do gás o SO_2 é oxidado formando Ácido Sulfúrico - H_2SO_4 .

A inalação do SO_2 , mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares, em concentrações maiores, causa o aumento da secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório. Pode aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite.

Material Particulado: Também conhecido por fuligem, é a principal responsável pela cor escura da fumaça que sai do escapamento de alguns automóveis, caminhões e ônibus e também das chaminés das fábricas. Sob a denominação geral de Material Particulado se encontra uma classe de poluentes constituída de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que, devido ao seu pequeno tamanho, se mantém suspenso na atmosfera. As fontes emissoras desse poluente são as mais variadas, desde veículos, chaminés e até mesmo a

própria poeira depositada nas ruas, levantada pelo vento e pelo movimento dos veículos.







Partículas de dimensões superiores a 10 μm são retidas pelas vias respiratórias. Entre 2,5 e 10 μm atingem os brônquios e bronquíolos, e os alvéolos, serão atingidos por partículas inferiores a 2,5 μm .

Para que seja possível a análise de dados de coleta de amostras de emissões atmosféricas necessitamos calcular o Índice de Qualidade do Ar - IQAr, que é uma ferramenta matemática utilizada para transformar as concentrações medidas dos diversos poluentes em um único valor adimensional possibilitando a comparação com os limites legais de concentração para os diversos poluentes. Padrões de Qualidade do Ar - PQAr. (FEPAM, 2010).

Os índices obtidos a partir dos resultados em cada ponto de amostragem são comparados aos valores de referência estabelecidos pela legislação para os poluentes monitorados.

O Quadro 8 apresenta os valores do IQAr e o Quadro 09 mostra os padrões e a classificação da qualidade do ar conforme o estabelecido na Resolução CONAMA nº 03/90. Ressalta-se aqui que até a classificação de qualidade "REGULAR", os Padrões de Qualidade do AR são atendidos conforme a resolução.

Quadro 8 - Índice da Qualidade do Ar (IQA)

ÍNDICE DA QUALIDADE DO AR (IQA)								
Qualidade	Índice	Níveis de Cautela sobre a Saúde	PTS($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PI10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO(PPm)	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Boa	0-50		0-80	0-50	0-80	0-100	0-4,5	0-80
 Regular	51-100		81-240	51-150	81-365	101-320	4,6-9,0	81-160
 Inadequada	101-199	* Insalubre para Grupos Sensíveis	* 241-375	* 151-250	* 366-586 587-800	* 321-1130	* 9,1-12,4 12,5-15,0	* 161-322 323-400
 Má	200-299	Muito Insalubre	376-625	251-350 * 351-420	801-1600	1131-2260	15,1-30	401-800
 Péssima	300-399	Perigoso	626-875	421-500	1601-2100	2261-3000	30,1-40	801-1000
 Crítica	Acima de 400	Muito Perigoso	> 876	> 500	> 2100	> 3000	> 40	> 1001

Os índices, até a classificação REGULAR, atendem aos Padrões de Qualidade do Ar, estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 03 de 28/06/1990.







Fonte: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz - FEPAM (2011).

Segundo a resolução CONAMA Nº 03/90 a classificação:

- a) > 1 atende ao padrão primário anual,
- b) > 2 atende aos padrões primários de qualidade.

Entende-se por padrões primários os níveis máximos toleráveis de poluentes atmosféricos, e se esses níveis forem ultrapassados, são capazes de afetar a saúde da população. Os padrões secundários são os níveis que se deseja de concentrações de poluentes.

Quadro 9 - Padrões e Classificação da Qualidade do Ar

PADRÕES E CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO AR		
Qualidade	Índice	Padrões de Qualidade do Ar* - CONAMA
 Boa	0-50	Abaixo dos Padrões de Qualidade > 1
 Regular	51-100	Abaixo dos Padrões de Qualidade > 2
 Inadequada	101-200	Acima dos Padrões de Qualidade
 Má	201-300	Acima do Nível de Atenção
 Péssima	301-400	Acima do Nível de Alerta
 Crítica	Acima de 400	Acima do Nível de Emergência

* Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/1990.
 > 1 Atende ao padrão primário anual.
 > 2 Atende aos padrões primários de qualidade.

Fonte: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz - FEPAM (2011).

Para a avaliação da qualidade do ar em locais de tráfego intenso, tais como as áreas portuárias, é necessário levar em consideração os benefícios econômicos, os quais podem ser acompanhados por problemas significativos na saúde pública e ambiental (BAILEY et al, 2004).

Considerando os danos ambientais causados pela poluição em portos, um muito significativo é o *smog*¹ na região, capaz de contaminar os corpos hídricos, introdução de espécies invasoras, aumento de casos de câncer, além de outros problemas de saúde dos que habitam a área portuária (BAILEY et al, 2004).

Segundo Bailey et al (2004), as fontes específicas de danos ambientais em portos são muitas, entre elas:

- a) O tráfego, diário dos caminhões movidos a óleo diesel e os carros, movidos à gasolina/álcool;
- b) A movimentação dos navios;
- c) Os equipamentos para movimentação das cargas, movidos a combustíveis fósseis;
- d) Canais de dragagem;
- e) Poluição do ar de operações portuárias e atividades de construção, incluindo o smog e a poluição causados por partículas tóxicas;
- f) Contaminação por efluentes;
- g) Congestionamento no tráfego;
- h) Liberação na atmosfera de poluentes químicos;
- i) Outros.

No Porto de Natal foram observadas diariamente a movimentação de *containers* tanto na carga como na descarga. Para isso são utilizados equipamentos que usam combustíveis fósseis nos seus motores.

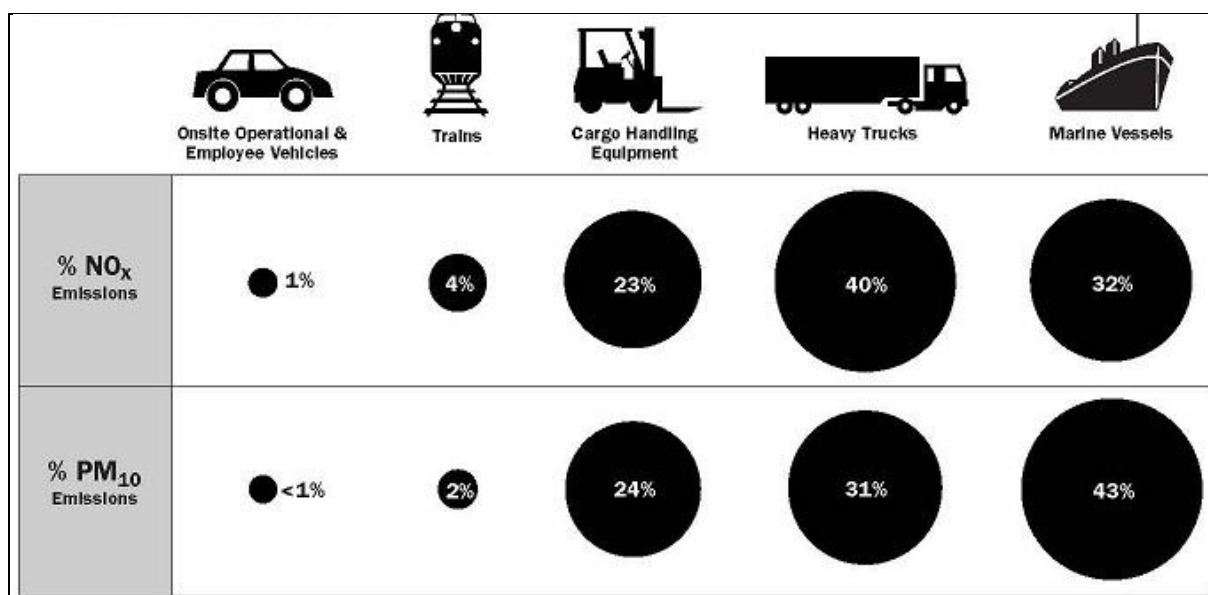
¹ Smog = ["*smoke*" (fumaça) + "*fog*" (nevoeiro)]. É um tipo de poluição atmosférica que deriva das emissões de motores a combustão interna e de fumos industriais que ao reagir na atmosfera com a luz solar, resultam na formação de dióxido de enxofre e outros compostos.

Uma vez em terra firme, os *containers* são movimentados para os caminhões, ou manobrados através de “empilhadeiras” nos pátios da área portuária, bem como o uso de guindastes que os transferem para os navios ou vice-versa.

No mundo, as embarcações marinhas lançam cerca de 14% do NO_x, e 5% do SO_x de todas as fontes de combustível fóssil (BAILEY; SALOMON, 2004).

Como exemplo tem-se o percentual de emissões de NO_x, e Material Particulado (Figura 51), dos equipamentos que utilizam combustível fóssil, nos Portos de Los Angeles e Long Beach, U.S.

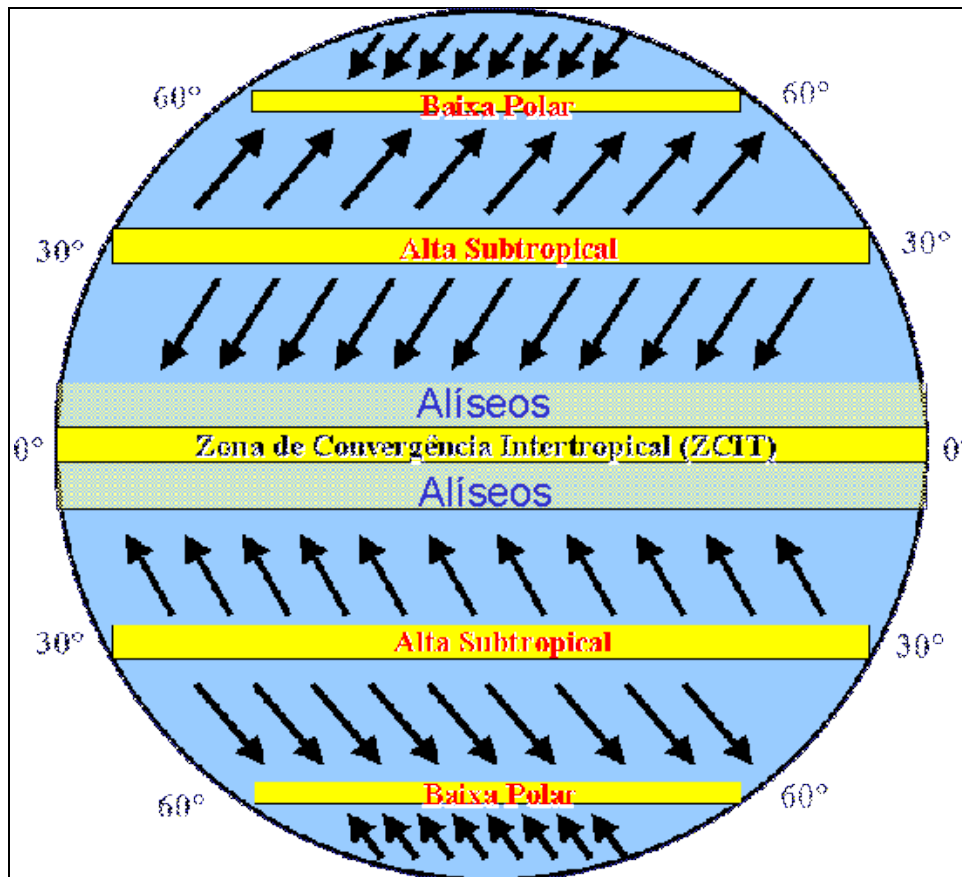
Figura 51 - Porcentagem de emissão de NO_x e PM₁₀ nos Portos de Los Angeles e Long Beach, U.S.



Fonte: Bailey et al, (2004).

Segundo dados obtidos na estação climatológica da Universidade Federal do RN, o regime de ventos está associado à variação sazonal da posição da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (Figura 52), uma estreita faixa de nuvens sobre a região equatorial.

Figura 52 - Zona de Convergência Intertropical - ZCIT

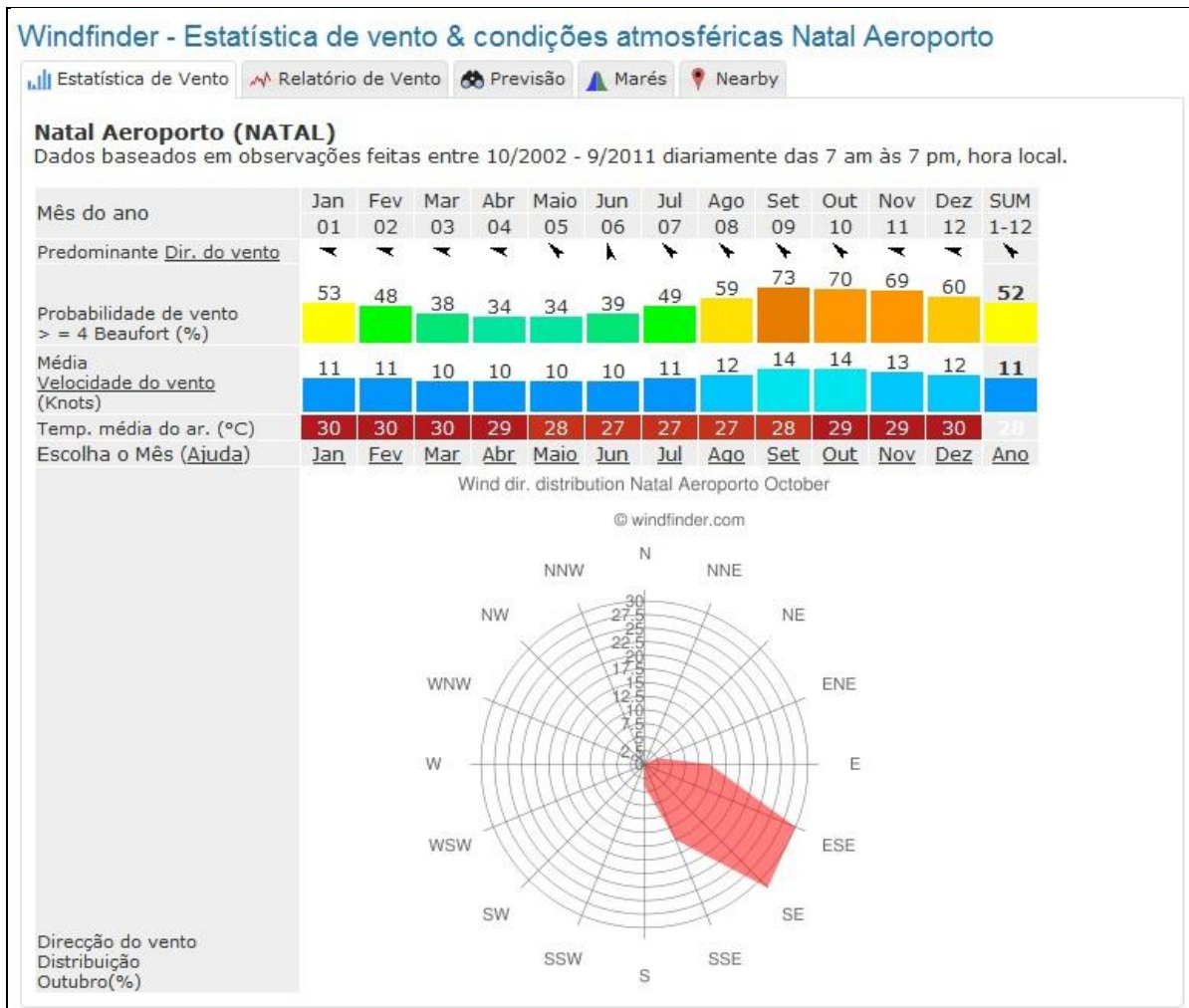


Fonte: UEMA, (2011).

Os dados meteorológicos obtidos indicam que os ventos predominantes são provenientes dos quadrantes E e SSE.

A Figura 53, a seguir, mostra estatísticas de vento e condições atmosféricas em Natal - Aeroporto.

Figura 53 - Estatística de vento e condições atmosféricas. Natal - Aeroporto



Fonte: *Windfinder*, (2011).

Através de dados estatísticos do clima, principalmente da direção e velocidade dos ventos pode-se identificar quais os locais que tem mais interferências devido às emissões atmosféricas advindas da queima de combustíveis fósseis pelos motores a combustão interna dos veículos e maquinários no porto de Natal bem como a movimentação na descarga de minério de ferro nos pátios de armazenagem e transbordo.

Nas imagens a seguir é possível observar o aguardo e a movimentação de caminhões de cargas e de transporte de contentores de resíduos na região do Porto de Natal. A Figura 54 mostra o aguardo de caminhões para a passagem pelo portão sul ($5^{\circ}46'28.70S \therefore 35^{\circ}12',19.41''O$), para a movimentação de *containers* no Porto de Natal.

Figura 54 - Aguardo de caminhões no Portão Sul



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Na Figura 55 observa-se a movimentação de caminhões e de empilhadeiras para o manejo de *containers* nos pátios da área portuária. Ambos os veículos se utilizam de energia proveniente de combustíveis fósseis.

Figura 55 - Movimentação de caminhões no Portão Sul e guindaste Reach Stacker nas dependências do Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

As Figuras 56 e 57 registram uma empilhadeira movida a GNV e um rebocador que fazem uso de combustível fóssil.

Figura 56 - Monta Carga - Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Figura 57 - Rebocador



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Dois tipos distintos de navios, um navio militar, conforme a Figura 58 e um navio de movimentação de passageiros (Figura 59) também utilizam óleo diesel marítimo para a geração de energia com a finalidade de movimentação das hélices propulsoras.

Figura 58 - Navio da Marinha Brasileira - Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 59 - Navio de Passageiro - Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

As Figuras 60 e 61 mostram duas situações distintas: o minério de ferro depositado no pátio de transbordo, localizado no pátio norte, e a movimentação de guindaste tipo *Reach Stacker*, movimentando *containers* de uma posição para outra.

Atualmente as atividades com minério de ferro estão suspensas. (CODERN, 2015).

Figura 60 - Pátio de Transbordo de Minério de Ferro - Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Figura 61 - Guindaste Top Loader - Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

As edificações recebem influência da movimentação de carga desse tipo de minério e também estão expostas as emissões atmosféricas provenientes dos caminhões que transportam e manobram no pátio para a descarga.

Em entrevista com os moradores da região fomos informados que a movimentação de caminhões (Figuras 65 e 66) para a descarga do minério ocorre durante todo o período noturno, e que além dos ruídos a ação do vento consegue carrear material particulado para o interior de suas residências.

Na área existe uma barreira com telas especiais implantadas pela CODERN na área de depósito.

As Figuras 62 a 64 mostram “atores urbanos” vizinhos à área portuária. Assim como os moradores no entorno da área de depósito de minério de ferro, estes também estão sujeitos a deposição do material particulado proveniente do minério de ferro em suspensão na atmosfera.

Atualmente a movimentação de minério de ferro, exercida pela CODERN, está suspensa. (CODERN, 2015) e o Plano de Remoção encontra-se no (Anexo “I”).

Figura 62 - Comunidade do Maruim vizinha ao Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 63 - Hospital dos Pescadores



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Figura 64 - Escola São José



Fonte: Equipe técnica , (28/10/2011).

Figura 65 - Movimentação de caminhões para descarga de Minério de Ferro no Pátio de Estocagem da CODERN



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Figura 66 - Descarga de Minério de Ferro no Pátio de Estocagem da CODERN



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

A Figura 67 mostra o abastecimento de óleo diesel nos tanques de combustível dos geradores para obtenção de energia elétrica nas subestações elétricas, o gerador de energia movido a óleo combustível (Figura 68 e 71) para uso em contêiner quando não existe disponível uma tomada elétrica para fornecimento contínuo de energia destinada à manutenção da temperatura dentro do contêiner quando carregado com frutas e outros tipos de cargas que necessitem de refrigeração constante, o uso de guindastes para movimentação de contêiner e a movimentação de empilhadeiras (Figuras 69 e 70), com o pátio de depósito de geradores movidos a óleo combustível, além da movimentação de veículos utilitários (Figura 72) no cais do porto.

Figura 67 - Acompanhamento do abastecimento de óleo combustível nos geradores da Subestação



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 68 - motor de geração de energia elétrica movido a óleo combustível para *containers*



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Figura 69 - Movimentação de cargas nas dependências do Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Figura 70 - Movimentação de cargas nas dependências do Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Figura 71 - Movimentação de carros utilitários nas dependências do Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Figura 72 - Movimentação de carros utilitários nas dependências do Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

2.6.2 Cálculos

A emissão de materiais particulados nos pátios de armazenamento e do Porto de Natal foi estimada segundo os modelos de emissão e características operacionais das fontes.

A Equação I descreve o total das emissões de Material Particulado - MP (fuligem) e Material Particulado - MP₁₀ (Poeiras).

Equação I:

$$TEi = TTi + TPi$$

Onde:

i = índice do poluente; $i = [Mp, MP_{10}]$.

TEi = é a taxa de emissão do poluente i [Kg/h].

TTi = é a taxa de emissão do poluente i decorrente das transferências [Kg/h].

TPi = é a taxa de emissão do poluente i decorrente do arraste eólico no pátio de estocagem [Kg/h].

Para o cálculo das emissões, com referência a transferência de material, utilizou-se o modelo de emissão 13.2.4 - *Aggregate Handling And Storage Piles*, do AP-42 (EPA, 2011), conforme descrito na Equação II.

Equação II:

$$TTi = FEi \times Q \times \frac{(100-ER)}{100}, \quad \text{com} \quad FEi = ki \times 0,0016 \times \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Onde:

i = índice do poluente; $i = [MP, MP_{10}]$.

TTi = é a taxa de emissão do poluente i decorrente das transferências [Kg/h].

FEi = é o fator de emissão do poluente i [Kg/Mg] = [Kg/t].

U = é a velocidade do vento [m/s].

M = é a umidade do material [%].

ER = é a eficiência de controle de emissão [%].

Q = é a quantidade de material movimentado [Mg/h] = [t/h].

K_i = é o fator do tamanho da partícula ($k = 0,74$ para MP e $k = 0,48$ para MP_{10} com a seguinte consideração: $MP_{10} = 65\%$ do MP) [adimensional].

Algumas considerações foram realizadas para a efetivação do cálculo de MP e MP_{10} no porto de Natal. (Quadro 10).

Quadro 10 - Dados para a realização de cálculos

VARIÁVEIS	FONTE - ORIGEM
Velocidade do vento (U)	Mínima = 3.3 ∴ Máxima = 5.6. Dados obtidos em 26/10/2011 - INMET.
Umidade do material (M)	Devido às características do minério extraído (<i>pellet feed</i> ² úmido), foi considerado o valor de 11,4%.
Eficiência de controle de emissões para as transferências (ER)	Considerada nula (0%), mas o potencial de emissão é baixo nesta etapa devido à alta umidade do material.
Quantidade de Material movimentada (Q)	23.000 toneladas no pátio de transbordo. 31.450 toneladas no pátio de depósito. 1000t/h
Área do pátio suscetível ao arraste eólico (A)	Área de Transbordo = 1.840 m ² Área de Depósito = 7.000 m ²
Eficiência de controle de emissão para pátios de estocagem (ER)	90% considerando elevada umidade do material e a aspersão de água como controle.

Fonte: INMET, (2011).

As emissões relacionadas ao arraste eólico, nos pátios de transbordo e depósito, foram calculadas com o uso da Equação III, que usa a potência do vento para o cálculo das emissões do particulado.

² - Na região de exploração, nas cidades de Jucurutu e/ou Cruzeta no estado do RN, o minério disponibilizado possui as seguintes características: tipo ITABIRITO, essencialmente magnético que, depois de beneficiado, apresenta teores de ferro entre 67 e 68%, apresentando baixos teores de impurezas, sendo os de fósforo com oscilação de 0,03 a 0,05%, sílica entre 1,5 a 2,0%, alumina entre 0,5 a 1,0%, além de perda ao fogo inferior a 1,5%. O *pellet feed* é o material menor que 0,15mm e geralmente maior que 0,01mm.

Equação III:

$$TPi = 10^{-3} \times A \times FEi \times \frac{(100-ER)}{100}, \quad \text{com} \quad FEi = A \times (ai \times U^{bi})$$

Onde:

i = índice do poluente; $i = [MP, MP_{10}]$.

TPi = é a taxa de emissão do poluente i decorrente do arraste eólico no pátio de estocagem [Kg/h].

FEi = é o fator de emissão do poluente i [g/m^2].

U = é a velocidade do vento - média horária [m/s].

ER = é a eficiência de controle de emissão [%].

A = é área do pátio susceptível ao arraste eólico [m^2].

ai = é o fator de multiplicação, constante experimental que relaciona a velocidade do vento ao potencial de arraste eólico ($ai = 0,51$ para MP e $ai = 0,31$ para MP_{10}).

bi = é o expoente, constante experimental, que relaciona a velocidade do vento ao potencial de arraste eólico ($bi = 1,40$ para MP e $bi = 1,46$ para MP_{10}).

10^{-3} = é o fator de conversão de unidade de massa [g/Kg].

As constantes a e b são obtidas através de experimentos. Esses experimentos são obtidos através do método de emissões difusas denominado de perfil de exposição (*exposure-profiling method*), recomendado pelo *Midwest Research Institute - MRI*, descrito no documento (*Western Regional Air Partnership's - WRAP*).

As publicações do MRI são as principais referências utilizadas pela EPA na compilação dos dados, nas seções do AP-42, com relação às emissões difusas de partículas.

Todas essas equações estão intimamente relacionadas e dependentes das condições do vento na área de estudo.

Os dados do projeto e os resultados estão relacionados no Quadro 11, a seguir.

Quadro 11 - Taxas de emissão de poluentes atmosféricos referente à movimentação de minério de ferro no Porto de Natal

VOLUME MOVIMENTADO [MG/H] = [T/H]	ÁREA [M ²]	VELOCIDADE DO VENTO [M/S]	MATERIAL PARTICULADO	RESULTADOS OBTIDOS [KG/H]	
1000	Área de transbordo 1.840	Vento mínimo 3.3	MP	20,32	
	Área de depósito 7.000			144,02	
1000	Área de Transbordo 1.840	Vento máximo 5.6		41,27	
	Área de depósito 7.000			300,77	
1000	Área de transbordo 1.840	Vento mínimo 3.3		MP ₁₀	13,18
	Área de depósito 7.000				93,99
1000	Área de transbordo 1.840	Vento máximo 5.6			27,26
	Área de depósito 7.000				202,17

Fonte: Equipe técnica, (2011).

2.6.3 Descrição dos sistemas de controle das emissões atmosféricas

Para a escolha dos monitores de poluição, devemos considerar os padrões legais, além da disponibilidade de recursos para a aquisição, manutenção e operação dos equipamentos.

Após a escolha deve-se respeitar a sensibilidade da precisão do equipamento, bem como a sua calibração, e a operação do aparelho por técnico qualificado, resultando na confiabilidade dos valores obtidos.

Considerando que o controle da emissão de materiais particulados pode ser feito de modo simplificado ou através de sistemas complexos, podem-se relacionar medidas que diminuem a emissão, juntamente com o monitoramento contínuo, enquadrando as emissões nos padrões aceitáveis descritos nas normas vigentes.

Assim as emissões visíveis deverão:

- a) Umidificar o minério de ferro, antes da transferência para a área de depósito;
- b) Correias Transportadoras fechadas;
- c) Implantar bicos aspersores em todos os pontos de transferência;
- d) Pavimentar as vias de tráfego interno;
- e) Acionar os sistemas de controle de poluição antes do início das operações com os equipamentos;
- f) Efetuar a manutenção adequada dos sistemas de controle de poluição;
- g) Instalar e manter em operação no perímetro da atividade uma rede de medição de partículas em suspensão, aprovada pelo Órgão Ambiental do Estado. A metodologia de análise deverá estar em conformidade com a resolução do CONAMA 003/90.

2.6.4 Caracterização das emissões atmosféricas - Granéis líquidos

A movimentação de cargas de granéis líquidos, no Porto de Natal, acontece quando da circulação de navios, rebocadores, caminhões, guindastes, automóveis, motocicletas, geradores de energia elétrica e demais equipamentos que se utilizam de combustíveis fósseis para a movimentação.

Além disso, existe o transporte de óleo diesel para o abastecimento dos geradores das subestações de energia e também para a alimentação dos geradores acoplados aos *containers*, que precisam se manter refrigerados.

A modelagem matemática aqui apresentada baseou-se em dados secundários fornecidos pela autoridade portuária, dados de fontes secundárias e informações obtidas junto a órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Serve apenas de subsídio para tomada de decisões junto à escolha de pontos de monitoramento da qualidade do ar nas dependências do Porto de Natal como no seu entorno.

Esclarece-se ainda que a área do entorno do Porto é amplamente povoada, sendo influenciada por ações antrópicas inerentes ou não as atividades portuárias. Para tanto estudos com amostragens primárias de emissões atmosféricas serão propostas nos programas ambientais, parte integrante do Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal.

2.7 NÍVEIS DE RUÍDOS E VIBRAÇÃO

Com o monitoramento de ruídos na área do Porto de Natal e seu entorno, informações foram levantadas no período compreendido entre os dias 26/10/2011 e 27/10/2011.

2.7.1 Justificativa

Como as atividades que envolvem a movimentação de cargas implicam em utilização de máquinas e equipamentos, que são, inerentemente, geradores de ruídos, justifica-se a aplicação deste monitoramento com a finalidade de garantir uma qualidade sonora, dentro de padrões aceitáveis, necessária ao ecossistema influenciado pelo empreendimento, aos trabalhadores vinculados ao porto e à comunidade do entorno do complexo portuário.

Essa qualidade se mantém com o monitoramento da emissão de ruídos, nas áreas de entorno do empreendimento, em dispositivos como guindastes, caminhões, máquinas, *containers*, depósitos, entre outros, com a finalidade de atender as exigências normativas e ambientais para empreendimento.

2.7.2 Objetivo Geral

Apresentar as ações desenvolvidas no período compreendido entre os dias 26/10/2011 e 27/10/2011, com o monitoramento de pressões sonoras em pontos escolhidos dentro e fora do complexo portuário de Natal, permitindo, assim, avaliar os impactos das operações executadas e suas influências.

2.7.3 Objetivos Específicos

Realizar levantamento dos tipos e intensidades de ruídos gerados e apresentar os potenciais pontos críticos passíveis de sofrerem influência da operação do porto, tais como unidades básicas de saúde, escolas, e áreas residenciais, de modo a atender à Resolução CONAMA 001/90, que estabelece critérios e padrões para emissão de ruídos por atividades industriais, e que considera como aceitáveis os níveis de ruído previstos pela norma ABNT NBR 10.151/00.

2.7.4 Indicadores

Níveis de emissão de ruídos consubstanciados na norma ABNT NBR 10.151/00.

2.7.5 Público-Alvo

Trabalhadores e comunidades do entorno.

2.7.6 Metodologia e Descrição

Escolha dos pontos de medição

A qualidade sonora do ambiente será mantida com o monitoramento da emissão de ruídos emitidos pela movimentação de cargas, pelo fluxo de maquinários e pelos veículos do complexo portuário, incluindo a área do depósito de minério de ferro, no entorno do Porto de Natal, inserida em área residencial.

As medições foram realizadas prioritariamente nos seguintes locais:

1. Próximo ao armazém 3;
2. Fundos do Moinho Potiguar;
3. Área de transbordo do minério de Ferro;
4. Comunidade Maruim;
5. Escola situada no entorno;
6. Depósito de minério de ferro;
7. Portão sul da área do porto;
8. Rua Chile;
9. Rua Hildebrando de Góis;
10. Área de movimentação de *containers*.

2.7.7 Equipamentos utilizados

Foi utilizado um medidor de nível de pressão (Figura 73) sonora com as seguintes especificações:

Equipamento: Decibelímetro Digital MSL-1354

Marca: Minipa

Referência Normativa:

IEC 61672-1 Classe 2

ANSI S1.4 Tipo 2

Número de Série: MB 1354000008

Figura 73 - Decibelímetro digital, MSL-1354



Foi utilizada uma máquina fotográfica digital da marca SONY (Figura 74), modelo DSC-HX9V.

Figura 74 - Máquina fotográfica SONY - DSC-HX9V



2.7.8 Condições de medição

As medições foram realizadas a 1,2m acima do solo, com, no mínimo, 1,5m de distância entre paredes e construções e com uso da curva de compensação “A”, em circuito de resposta rápida “fast”, do medidor de nível sonoro “decibelímetro”.

Condições do tempo nos dias e nos locais de medição

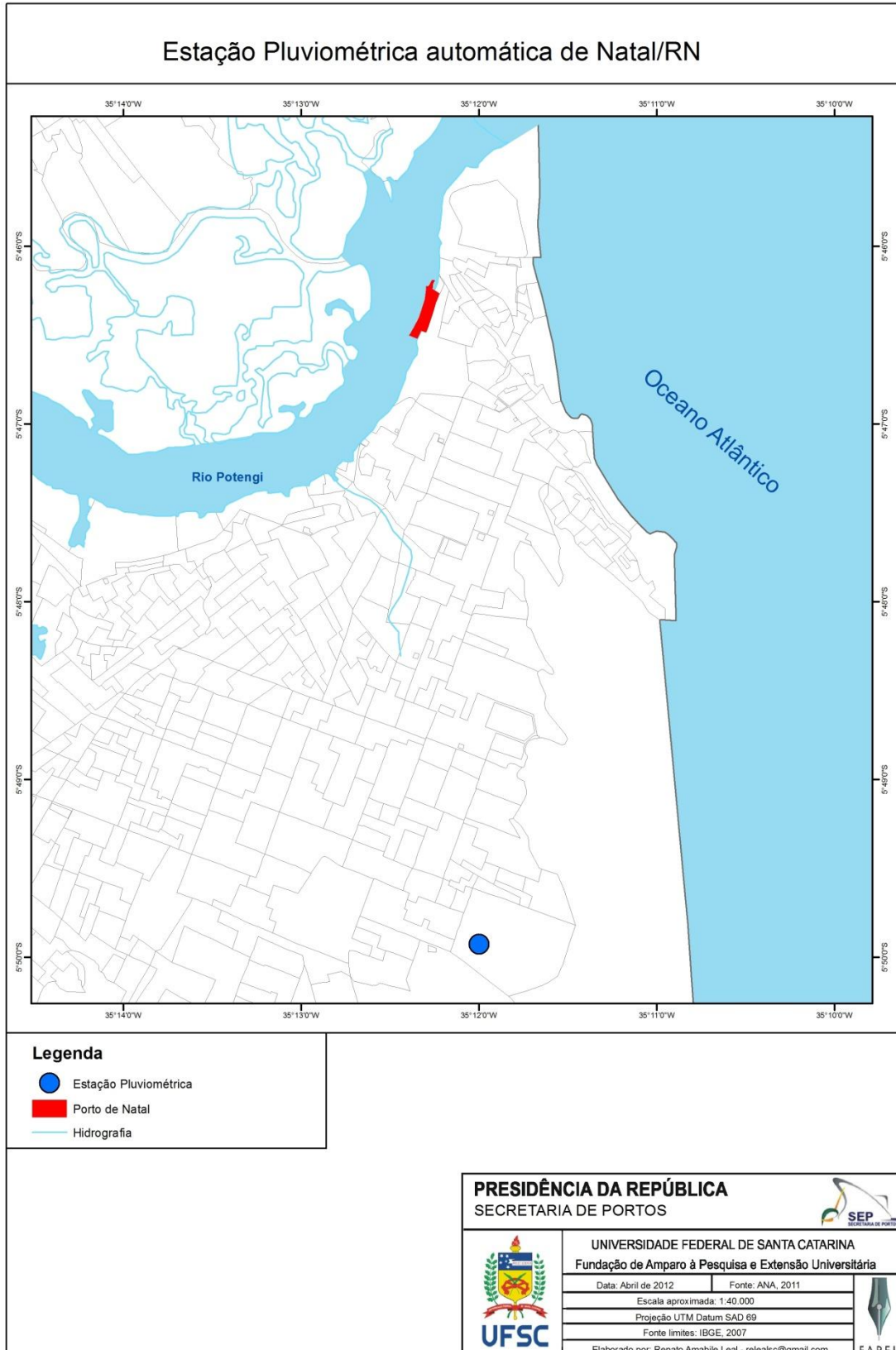
Como o som propagado ao ar livre sofre atenuação devido a diversos fatores, como a vegetação, a variação de temperatura e o efeito do vento, as condições do tempo nos dias e nos locais das medições foram consideradas.

As medições foram realizadas entre os dias 26 e 27 de outubro, de 2011, em períodos diurnos e noturnos, longe de interferências elétricas;

Nos dias de avaliação do nível da pressão sonora no porto, os dados de temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar foram obtidos através das informações disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Metrologia - INMET, através da estação meteorológica automática de Natal/RN, situada nas coordenadas (5°49'59.99"S .. 35°12'0.00"O).

O mapa da Figura 75, a seguir, mostra a localização da Estação Pluviométrica de Natal. E as Figuras 76 e 77 expõem as condições climáticas nos dias em que foram realizadas as medições.

Figura 75 - Estação Pluviométrica de Natal



Fonte: Equipe técnica, 2011.
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 25, Página 26).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 76 - Condições climáticas no dia 26 de outubro de 2011

Agricultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

INMET 100 anos de meteorologia no Brasil
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Consulta Dados da Estação Automática: NATAL (RN) Fechar

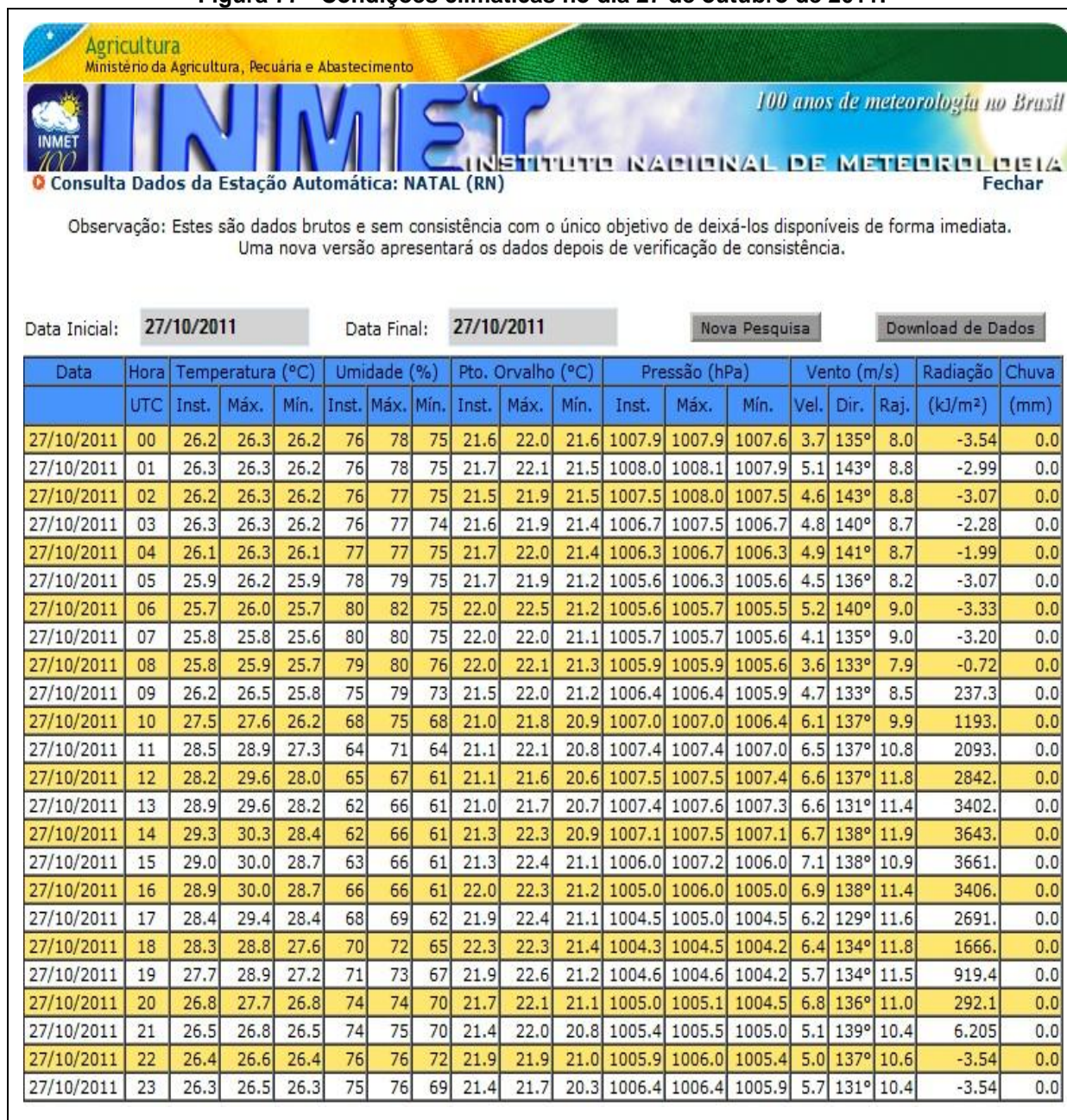
Observação: Estes são dados brutos e sem consistência com o único objetivo de deixá-los disponíveis de forma imediata. Uma nova versão apresentará os dados depois de verificação de consistência.

Data Inicial: **26/10/2011** Data Final: **26/10/2011** Nova Pesquisa Download de Dados

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação (kJ/m ²)	Chuva (mm)
		UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.		
26/10/2011	00	26.2	26.3	26.2	70	71	68	20.4	20.5	19.9	1008.1	1008.1	1007.8	4.2	128°	7.2	-3.54	0.0
26/10/2011	01	26.1	26.2	26.0	72	73	70	20.7	20.7	20.3	1008.0	1008.2	1008.0	4.3	126°	7.7	-3.54	0.0
26/10/2011	02	25.9	26.1	25.9	73	74	72	20.8	21.1	20.6	1007.4	1008.0	1007.4	3.6	125°	7.5	-3.54	0.0
26/10/2011	03	25.9	26.1	25.8	74	75	71	20.9	21.1	20.4	1006.7	1007.4	1006.7	3.5	107°	7.8	-3.54	0.0
26/10/2011	04	25.8	26.0	25.7	71	75	69	20.1	21.1	19.7	1006.0	1006.7	1006.0	4.3	113°	10.1	-3.50	0.0
26/10/2011	05	25.6	25.8	25.6	71	73	69	20.0	20.4	19.6	1005.5	1006.0	1005.5	3.9	119°	8.7	-3.54	0.0
26/10/2011	06	25.6	25.7	25.5	70	72	68	19.7	20.1	19.4	1005.3	1005.5	1005.3	4.1	111°	7.4	-3.54	0.0
26/10/2011	07	25.4	25.7	25.3	72	72	70	19.9	20.0	19.6	1005.6	1005.7	1005.3	3.7	109°	7.5	-3.54	0.0
26/10/2011	08	25.5	25.6	25.4	73	73	70	20.2	20.2	19.6	1005.7	1005.7	1005.6	3.1	121°	6.7	-2.24	0.0
26/10/2011	09	26.2	26.4	25.5	70	73	67	20.2	20.7	19.6	1006.8	1006.8	1005.7	3.3	110°	7.0	320.9	0.0
26/10/2011	10	27.5	27.5	26.2	65	71	65	20.3	21.2	20.3	1007.8	1007.8	1006.9	3.9	115°	6.7	1033.	0.0
26/10/2011	11	27.9	28.2	26.8	64	69	63	20.5	21.2	19.8	1008.2	1008.2	1007.8	3.4	118°	7.0	1808.	0.0
26/10/2011	12	28.2	29.1	27.4	64	69	62	20.7	21.7	20.4	1008.4	1008.4	1008.2	4.1	102°	8.0	2858.	0.0
26/10/2011	13	28.6	29.5	27.9	62	65	60	20.4	21.4	20.3	1007.9	1008.4	1007.9	4.3	125°	8.0	3424.	0.0
26/10/2011	14	29.0	29.7	28.1	61	65	59	20.7	21.6	20.3	1007.4	1007.9	1007.3	4.3	119°	8.7	3577.	0.0
26/10/2011	15	29.0	29.6	28.1	61	64	58	20.6	21.6	20.1	1006.3	1007.4	1006.2	5.3	146°	9.4	3645.	0.0
26/10/2011	16	28.8	29.7	28.2	64	65	59	21.3	21.5	20.3	1005.5	1006.3	1005.5	5.2	126°	9.4	3394.	0.0
26/10/2011	17	28.9	29.4	28.1	64	66	62	21.3	21.7	20.8	1005.1	1005.6	1005.1	5.6	131°	9.1	2814.	0.0
26/10/2011	18	28.0	29.1	27.8	68	68	62	21.5	21.9	20.7	1004.8	1005.1	1004.7	5.4	132°	8.6	2117.	0.0
26/10/2011	19	27.5	28.5	27.4	70	71	66	21.5	22.3	21.0	1005.1	1005.1	1004.8	5.3	140°	8.9	1215.	0.0
26/10/2011	20	26.9	27.7	26.8	72	72	69	21.4	21.8	21.2	1005.7	1005.7	1005.1	4.9	131°	8.8	330.2	0.0
26/10/2011	21	26.5	27.0	26.5	74	74	72	21.5	21.5	21.2	1006.2	1006.2	1005.7	4.1	130°	8.4	6.974	0.0
26/10/2011	22	26.6	26.6	26.5	76	76	74	22.1	22.1	21.4	1006.7	1006.7	1006.2	4.1	135°	8.3	-3.32	0.0
26/10/2011	23	26.3	26.6	26.3	76	76	71	21.6	22.0	20.8	1007.6	1007.6	1006.7	4.2	132°	8.8	-3.51	0.0

Fonte: INMET, (2011).

Figura 77 - Condições climáticas no dia 27 de outubro de 2011.



Fonte: INMET, (2011).

Com esses dados, foi possível fazer a avaliação da velocidade do vento no momento das medições, a fim de identificar sua interferência durante a coleta.

Os dados obtidos para a velocidade do vento, através do INMET, foram comparados segundo a Escala de Beaufort (Quadro 12), a qual quantifica os ventos e indica suas consequências.

Os ventos ocorrentes no exato momento das medições foram classificados e identificados, de acordo com essa escala.

Quadro 12 - Escala Beaufort.

Grau	Designação	nós	km/h	m/s	Aspecto do mar	Efeitos em terra
0	<i>Calmaria</i>	<1	<2	<1	Espelhado	Fumaça sobe na vertical
1	<i>Bafagem</i>	1 a 3	2 a 6	1 a 2	Pequenas rugas na superfície do mar	Fumaça indica direcção do vento
2	<i>Aragem</i>	4 a 6	7 a 11	2 a 3	Ligeira ondulação sem rebentação	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	<i>Fraço</i>	7 a 10	13 a 19	4 a 5	Ondulação até 60 cm, com alguns <i>carneiros</i>	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	<i>Moderado</i>	11 a 16	20 a 30	6 a 8	Ondulação até 1.5 m, <i>carneiros</i> frequentes	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	<i>Fresco</i>	17 a 21	31 a 39	9 a 11	Ondulação até 2.5 m, muitos <i>carneiros</i>	Movimentação de árvores pequenas; superfície dos lagos ondula
6	<i>Muito Fresco</i>	22 a 27	41 a 50	11 a 14	Ondas grandes até 3.5 m; borrifos	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda chuva aberto
7	<i>Forte</i>	28 a 33	52 a 61	14 a 17	Mar revoltado até 4.5 m com espuma e borrifos	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	<i>Muito Forte</i>	34 a 40	63 a 74	17 a 21	Mar revoltado até 7.5 m com rebentação e faixas de espuma	Quebram-se galhos de árvores; circulação de pessoas difícil
9	<i>Duro</i>	41 a 47	76 a 87	21 a 24	Mar revoltado até 9 m; borrifos afectam visibilidade	Danos em árvores; impossível andar contra o vento
10	<i>Muito Duro</i>	48 a 55	89 a 102	25 a 28	Mar revoltado até 12 m; superfície do mar branca	Árvores arrancadas; danos na estrutura de construções
11	<i>Tempestade</i>	56 a 63	104 a 117	29 a 32	Mar revoltado até 14 m; pequenos navios sobem nas vagas	Estragos abundantes em telhados e árvores
12	<i>Furacão</i>	>64	>119	>33	Mar todo de espuma; visibilidade nula	Grandes estragos

Fonte: Guia da Urca, (2011).

Quadro de interferência do vento no momento da medição.

O Quadro 13, a seguir, demonstra que não houve interferências significativas de rajadas de vento durante as coletas dos dados.

Quadro 13 - Resultado da interferência de ventos na coleta de dados

Ponto	Data	Hora	Vento (m/s)	Grau	Designação
1	26/10/2011	15:50h às 16:00h	5.2 a 5.3	3 - 4	Fraco - Moderado
2	26/10/2011	16:15h às 18:20h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
3	26/10/2011	16:21h às 16:26h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
4	26/10/2011	16:28h às 16:33h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
5	26/10/2011	16:38h às 16:44h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
6	26/10/2011	16:54h às 17:06h	5.2 a 5.6	3 - 4	Fraco - Moderado
7	26/10/2011	17:18h às 17:23h	5.6	3 - 4	Fraco - Moderado
8	26/10/2011	17:27h às 17:34h	5.6	3 - 4	Fraco - Moderado
9	26/10/2011	17:36h às 17:41h	5.6	3 - 4	Fraco - Moderado
10	27/10/2011	09:01h às 09:06h	4.7	3	Fraco
11	27/10/2011	09:09h às 09:15h	4.7	3	Fraco
12	27/10/2011	09:16h às 09:28h	4.7	3	Fraco
13	27/10/2011	09:44h às 09:50h	4.7	3	Fraco
14	27/10/2011	09:54h às 10:06h	4.7 a 6.1	3 - 4	Fraco - Moderado
15	27/10/2011	10:12h às 10:20h	6.1	4	Moderado
16	27/10/2011	10:23h às 10:31h	6.1	4	Moderado
17	27/10/2011	10:43h às 10:47h	6.1	4	Moderado
18	27/10/2011	10:50h às 10:55h	6.1	4	Moderado
19	27/10/2011	11:03h às 11:08h	6.5	4	Moderado
20	27/10/2011	11:11h às 11:16h	6.5	4	Moderado
21	27/10/2011	11:20h às 11:25h	6.5	4	Moderado
22	27/10/2011	21:42h às 21:49h	5.1	3	Fraco
23	27/10/2011	21:54h às 22:20h	5.0 a 5.1	3	Fraco
24	27/10/2011	22:30h às 22:40h	5.0	3	Fraco

Fonte: Equipe técnica, (2011).

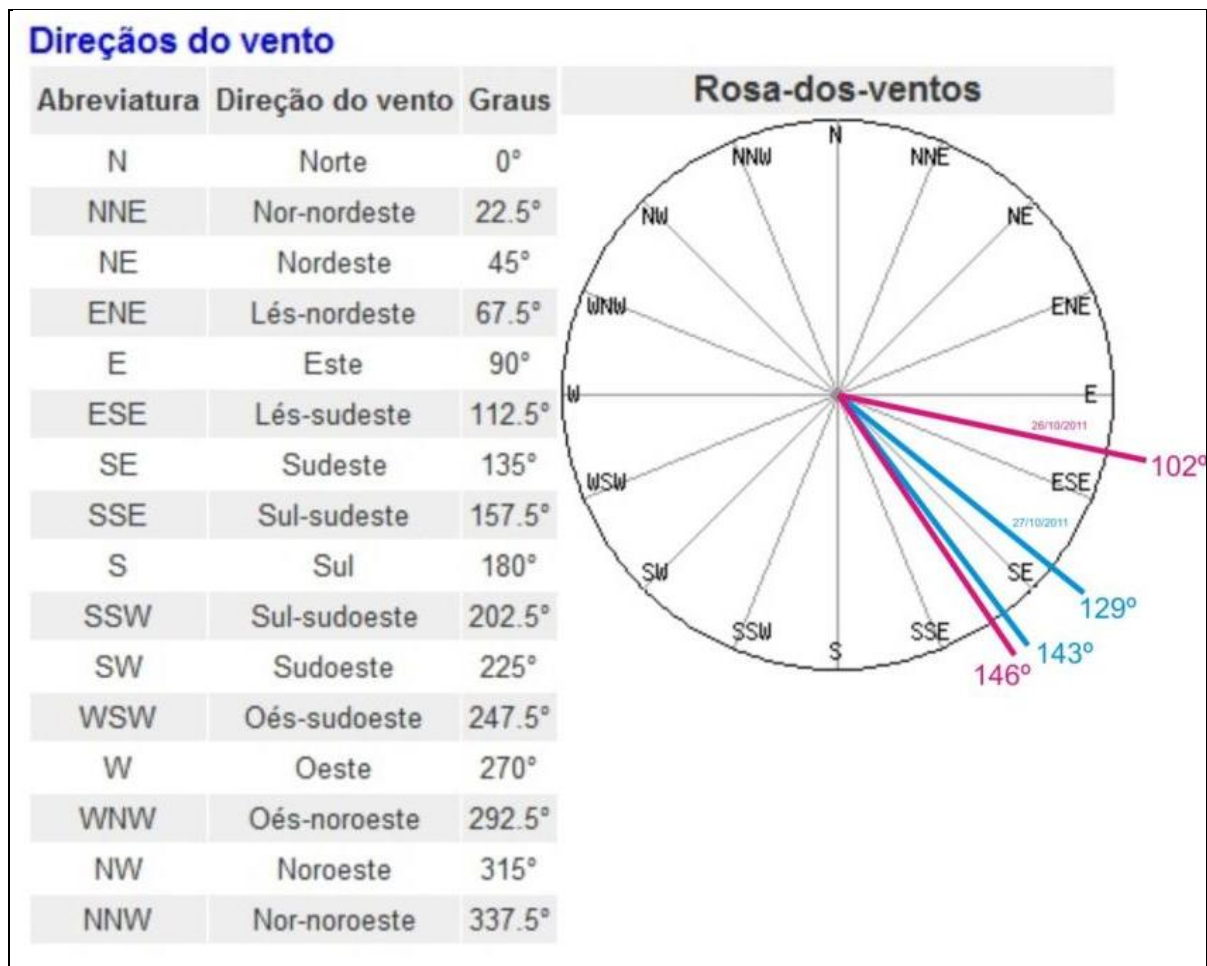
Direção dos Ventos no momento das medições.

A Figura 78 posiciona a direção dos ventos nos dois dias de medições. Os dados foram obtidos através da estação meteorológica de Natal, pertencente ao INMET.

No dia 26/10/2011, a variação da direção dos ventos estabeleceu-se entre as coordenadas (Este (E) - Sul-sudeste (SSE)).

A variação na direção dos ventos observada no dia 27/10/2011 foi entre as coordenadas (Lés-sudeste (ESE) - Sul-sudeste (SSE)).

Figura 78 - Resultado da direção dos ventos de acordo com a Rosa dos Ventos

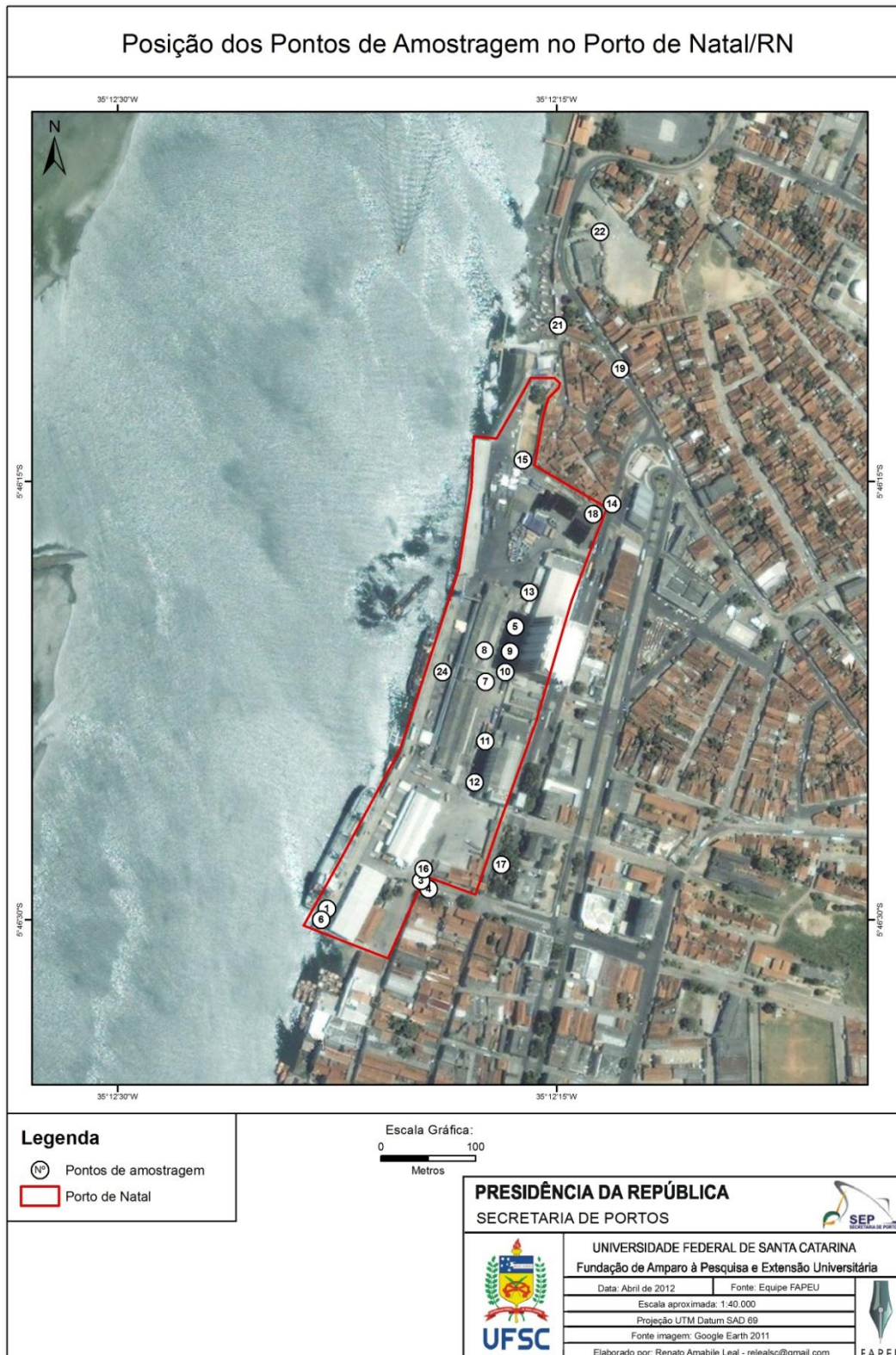


Fonte: INMET, (2011).

Foram adotados 24 (vinte e quatro) pontos de amostragem para as medições de pressão sonora, sendo esses alocados na área interna do porto, no depósito de minério de ferro e na comunidade de Maruim, conforme a Figura 79, a seguir.

1 - Armazém 3	5°46'27.82"S .. 35°12'21.47"O
2 - Frigorífico	5°46'27.82"S .. 35°12'21.47"O
3 - Guarita sul	5°46'28.58"S .. 35°12'19.49"O
4 - Guarita sul - EXTERNO	5°46'29.06"S .. 35°12'19.77"O
5 - Movimentação de cargas	5°46'20.03"S .. 35°12'16.07"O
6 - Rebocador + Transatlântico	5°46'29.94"S .. 35°12'22.89"O
7 - Movimentação de cargas	5°46'15.63"S .. 35°12'17.20"O
8 - Movimentação de cargas	5°46'21.82"S .. 35°12'18.78"O
9 - Fundos do Moinho Potiguar	5°46'20.93"S .. 35°12'16.19"O
10 - Movimentação de cargas	5°46'15.79"S .. 35°12'14.98"O
11 - Contêiner no pátio ENERGIZADO	5°46'24.19"S .. 35°12'17.18"O
12 - Movimentação de cargas	5°46'25.60"S .. 35°12'17.54"O
13 - Contêiner + Subestação de energia	5°46'18.58"S .. 35°12'15.67"O
14 - Extrema com a comunidade de Maruim	5°46'16.35"S .. 35°12'13.71"O
15 - Transbordo de minério de ferro	5°46'14.58"S .. 35°12'15.93"O
16 - Rua Chile - Guarita sul	5°46'28.88"S .. 35°12'19.58"O
17 - Entrada CODERN	5°46'28.12"S .. 35°12'16.71"O
18 - Comunidade Maruim	5°46'16.00"S .. 35°12'13.01"O
19 - Escola São José	5°46'11.51"S .. 35°12'12.60"O
20 - Praça Pôr do Sol	5°46'10.08"S .. 35°12'14.74"O
21 - Praça Pôr do Sol	5°46'10.08"S .. 35°12'14.74"O
22 - Depósito de minério de ferro	5°46'07.04"S .. 35°12'13.28"O
23 - Depósito minério de ferro	5°46'07.04"S .. 35°12'13.28"O
24 - Fundos do Moinho Potiguar	5°46'21.20"S .. 35°12'17.19"O

Figura 79 - Posição dos pontos de amostragem de ruídos no Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, 2012.

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 26, Página 27).

Através desses pontos, buscou-se verificar as condições de “conforto” acústico dos funcionários da área portuária, nas mais diversas funções desempenhadas, e das populações do entorno.

Esses dados foram obtidos, predominantemente, no período diurno, em horários distintos, apenas três exceções, no dia 27/10/2011, foram realizadas no período noturno.

Análise dos Dados conforme a NBR 10.151/00

As leituras foram realizadas conforme a NBR 10151 (Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento).

- a) Essa norma fixa, em termos gerais:
 - i. As condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente de reclamações;
 - ii. Um método para a medição do ruído e a consequente aplicação de correções.

- b) Essa norma envolve, em termos gerais:
 - i. O método de avaliação das medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), em *decibels* ponderados em “A”.

- c) Essa norma visa, em termos gerais:
 - i. O conforto da comunidade.
 - ii. Nível de Critério de Avaliação - NCA

O NCA para ambientes exteriores está indicado no Quadro 14 a seguir.

Quadro 14 - Nível de critério de avaliação - NCA para ambientes externos [dB(A)]

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas.	40	35

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Vizinhanças de hospitais (200 m além divisa).	45	40
Área estritamente residencial urbana.	50	45
Área mista, predominantemente residencial, sem corredores de trânsito.	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa, sem corredores de trânsito.	60	55
Área mista, com vocação recreacional, sem corredores de trânsito.	65	55
Área mista situada até 40 m ao longo das laterais de um corredor de trânsito.	70	55
Área predominantemente industrial.	70	60

Fonte: Equipe técnica, (2011).

2.7.9 Pontos de Amostragem

A caracterização dos pontos de amostragem encontra-se no Quadro 15, a seguir:

Quadro 15 - Caracterização dos pontos de amostragem

dB(A)									
Pto	Descrição Local	Data	Hora	Mín	Máx	Média	NCA	Caracterização NCA	Coordenadas
1	Armazém 3	26/10/11	15:50 - 16:00h	63,4	76,7	65,6	70	Área predominantemente industrial	5°46'30.33"S 35°12'22.92"O
2	Frigorífico	26/10/11	16:15 - 16:20h	67,2	70,7	68,6	70	Área predominantemente industrial	5°46'27.82"S 35°12'21.47"O
3	Guarita sul	26/10/11	16:21 - 16:26h	64,9	79,4	68,1	70	Área predominantemente industrial	5°46'28.58"S 35°12'19.49"O
4	Guarita sul - EXTERNO	26/10/11	16:28 - 16:33h	70,4	79,7	72,8	70	Área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito	5°46'29.06"S 35°12'19.77"O
5	Movimentação de cargas	26/10/11	16:38 - 16:44h	70,8	82,8	74,2	70	Área predominantemente industrial	5°46'20.03"S 35°12'16.07"O
6	Rebocador + Transatlântico	26/10/11	16:54 - 17:06h	52,6	79,7	65,2	70	Área predominantemente industrial	5°46'29.94"S 35°12'22.89"O
7	Movimentação de cargas	26/10/11	17:18 - 17:23h	65,3	79,5	70,2	70	Área predominantemente industrial	5°46'15.63"S 35°12'17.20"O
8	Movimentação de cargas	26/10/11	17:27 - 17:34h	73,7	81,3	76,0	70	Área predominantemente industrial	5°46'21.82"S 35°12'18.78"O
9	Fundos do Moinho Potiguar	26/10/11	17:36 - 17:41h	88,7	97,9	93,2	70	Área predominantemente industrial	5°46'20.93"S 35°12'16.19"O
10	Movimentação de cargas	27/10/11	09:01 - 09:06h	68,4	83,8	72,7	70	Área predominantemente industrial	5°46'15.79"S 35°12'14.98"O
11	Contêiner no pátio ENERGIZADO	27/10/11	09:09 - 09:15h	77,9	85,3	78,7	70	Área predominantemente industrial	5°46'24.19"S 35°12'17.18"O
12	Movimentação de cargas	27/10/11	09:16 - 09:28h	57,8	85,8	70,3	70	Área predominantemente industrial	5°46'25.60"S 35°12'17.54"O
13	Contêiner + Subestação de energia	27/10/11	09:44 - 09:50h	85,0	88,3	86,0	70	Área predominantemente industrial	5°46'18.58"S 35°12'15.67"O

dB(A)									
Pto	Descrição Local	Data	Hora	Mín	Máx	Média	NCA	Caracterização NCA	Coordenadas
14	Extrema com a comunidade Maruim	27/10/11	09:54 - 10:06h	62,5	78,3	66,4	70	Área predominantemente industrial	5°46'16.35"S 35°12'13.71"O
15	Transbordo minério de ferro	27/10/11	10:12 - 10:20h	60,1	79,8	63,8	70	Área predominantemente industrial	5°46'14.58"S 35°12'15.93"O
16	Rua Chile - Guarita sul	27/10/11	10:23 - 10:31h	59,7	79,3	64,1	70	Área predominantemente industrial	5°46'28.88"S 35°12'19.58"O
17	Entrada CODERN	27/10/11	10:43 - 10:47h	56,8	75,0	63,1	70	Área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito	5°46'28.12"S 35°12'16.71"O
18	Comunidade Maruim	27/10/11	10:50 - 10:55h	53,6	77,1	60,4	70	Área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito	5°46'16.00"S 35°12'13.01"O
19	Escola São José	27/10/11	11:03 - 11:08h	57,0	81,8	65,1	70	Área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito	5°46'11.51"S 35°12'12.60"O
20	Praça Pôr do Sol	27/10/11	11:11 - 11:16h	54,0	84,7	65,0	70	Área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito	5°46'10.08"S 35°12'14.74"O
21	Praça Pôr do Sol	27/10/11	11:20 - 11:25h	58,5	68,7	62,1	70	Área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito	5°46'10.08"S 35°12'14.74"O
22	Depósito minério de ferro	27/10/11	21:42 - 21:49h	61,5	84,6	67,6	50	Área estritamente residencial urbana	5°46'07.04"S 35°12'13.28"O
23	Depósito minério de ferro	27/10/11	21:54 - 22:20h	52,8	91,5	65,5	45	Área estritamente residencial urbana	5°46'07.04"S 35°12'13.28"O
24	Fundos do Moinho Potiguar	27/10/11	22:30 - 22:40h	90,3	96,6	93,7	60	Área predominantemente industrial	5°46'21.20"S 35°12'17.19"O

Fonte: Equipe técnica, (2011).

2.7.10 Resultados

Ponto de monitoramento 1 - Armazém 3

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 80), observou-se que os ruídos eram provenientes, em sua maioria, da movimentação de rebocadores. Pouca atividade foi observada no momento da coleta de dados nesse ponto. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Durante o período de medição, foram observados momentos pontuais de máximos que extrapolavam o limite máximo determinado pelo padrão, porém, na média, verificou-se um nível de pressão sonora abaixo do estabelecido.

Figura 80 - Coleta de dados no Ponto 1



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 1 - Armazém 3

Data da medição: 26/10/2011

Início: 15h50min

Término: 16h00

Intervalo de medição: 1,0s

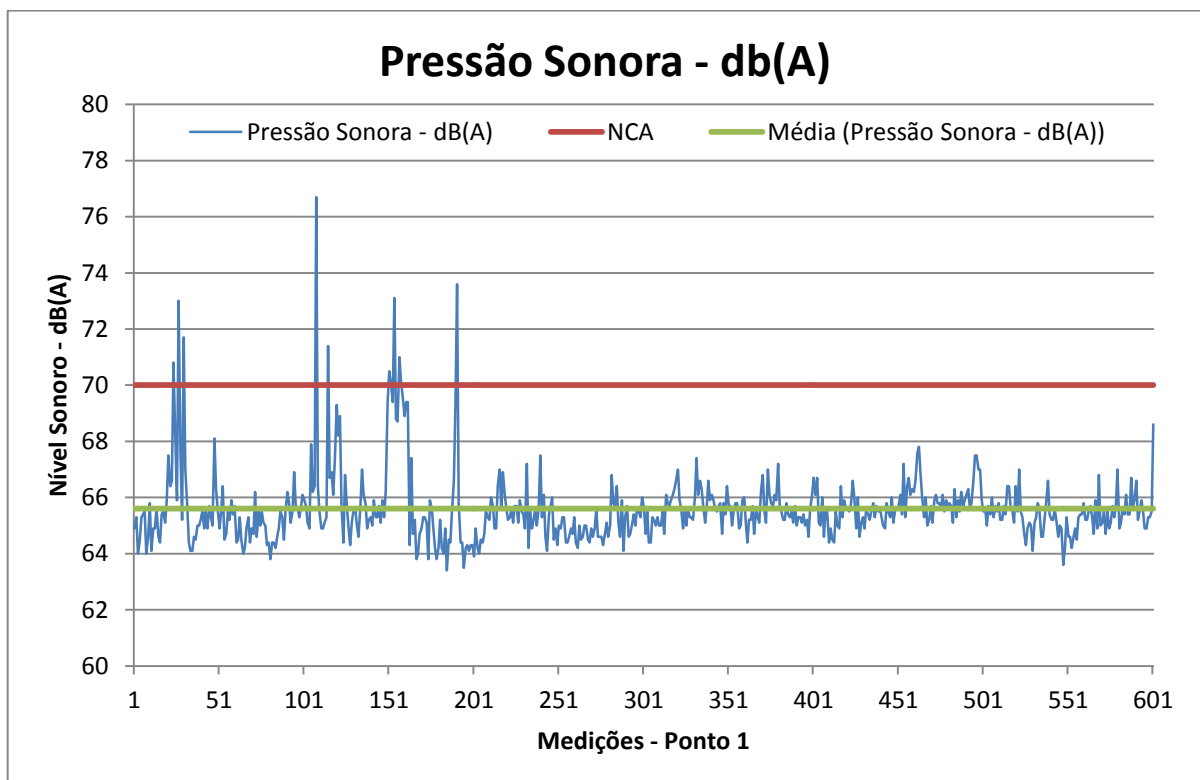
Média : 65,6 dB(A)

Máximo: 76,7 dB(A) - 15h51min

Mínimo: 63,4 dB(A) - 15h53min

Gráfico 19 - Ponto 1 - Armazém 3

Gráfico 19 - Nível de pressão sonora - Ponto 1 - Armazém 3



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 2 - Frigorífico

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 81), observou-se que os ruídos eram provenientes dos compressores, localizados na casa de máquinas, nos fundos do prédio do frigorífico, e do trânsito de caminhões ao lado do mesmo.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e 60 dB(A) para noturno.

Durante o período de medição, foram observados momentos pontuais de máximos que extrapolavam o limite máximo determinado pelo padrão, porém, na média, verificou-se um nível de pressão sonora abaixo do estabelecido.

Figura 81 - Coleta de dados no Ponto 2



Fonte: Equipe Técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 2 - Frigorífico

Data da medição: 26/10/2011

Início: 16h15min

Término: 16h20

Intervalo de medição: 1,0s

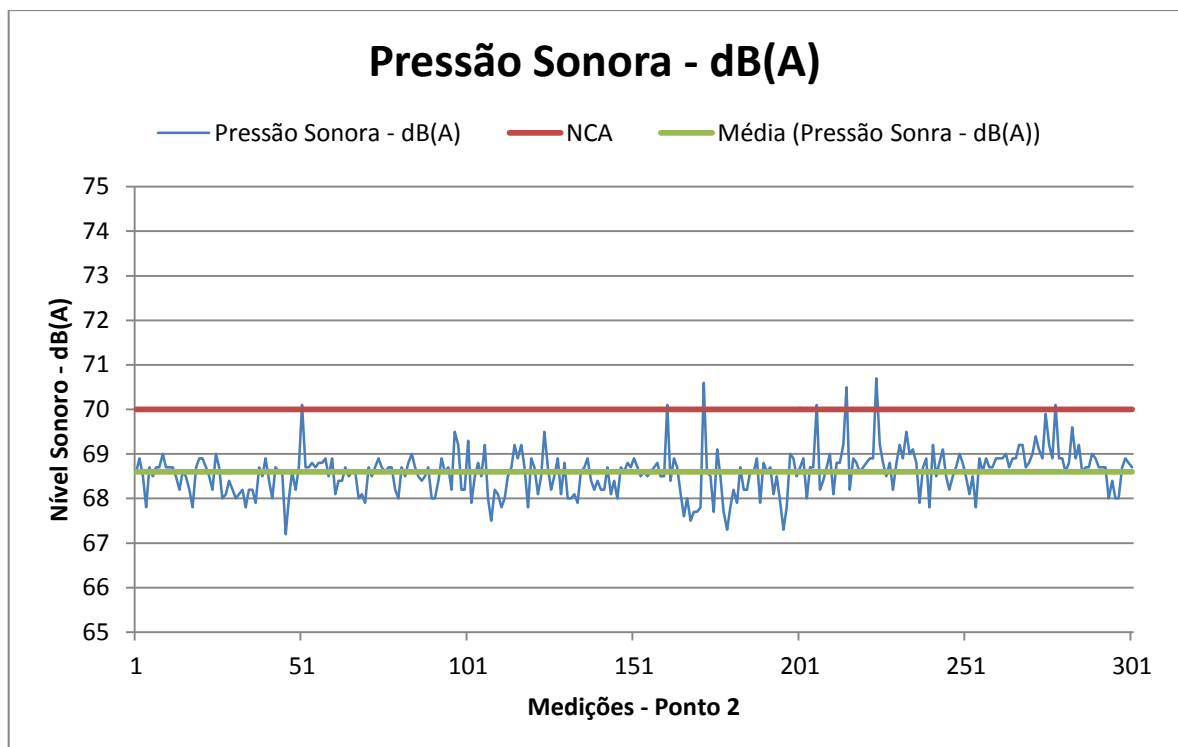
Média : 68,6 dB(A)

Máximo: 70,7 dB(A) - 18h44min

Mínimo: 67,2 dB(A) - 16h15min

Gráfico 20 - Ponto 2 - Frigorífico

Gráfico 20 - Nível de pressão sonora - Ponto 2 - Frigorífico



Fonte: Equipe técnica. (2011).

Ponto de monitoramento 3 - Guarita sul

Este acompanhamento foi realizado na área interna do pátio.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 82), observou-se que os ruídos eram provenientes, em sua maioria, da movimentação de caminhões que entravam e saíam da área portuária. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno. Durante o período de medição, foram observados momentos pontuais de máximos no momento em que os caminhões ficavam aguardando a liberação da documentação, em frente à guarita.

Nesses momentos, o limite máximo determinado pelo padrão foi superado, expondo os funcionários a doses excessivas de pressão sonora. Porém, na média, verificou-se um nível de ruído abaixo do estabelecido.

Figura 82 - Coleta de dados no Ponto 3



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 3 - Guarita Sul

Data da medição: 26/10/2011

Início: 16h21min

Término: 16h26min

Intervalo de medição: 1,0s

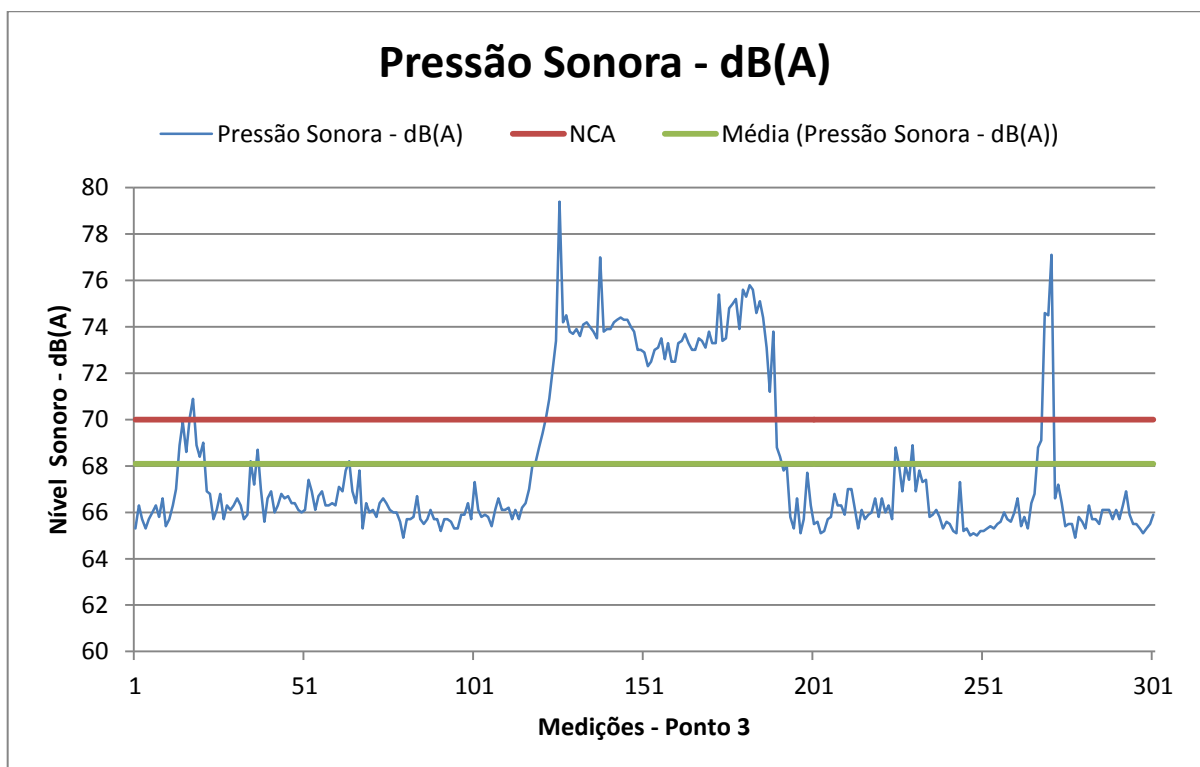
Média : 64,9 dB(A)

Máximo: 79,4 dB(A) - 16h23min

Mínimo: 64,9 dB(A) - 16h22min

Gráfico 21 - Ponto 3 - Guarita Sul

Gráfico 21 - Nível de pressão sonora - Ponto 3 - Guarita Sul



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 4 - Guarita sul - EXTERNO

Este acompanhamento foi realizado na área externa ao perímetro do porto.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 83), observou-se que os ruídos eram provenientes, na sua maioria, da movimentação de caminhões que entravam e saíam da área portuária. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 55 dB(A) para noturno. Durante o período de coleta de dados, observou-se que toda a leitura de dados ultrapassou o limite estabelecido pela norma, fazendo, assim, com que os funcionários ficassem expostos a doses excessivas de pressão sonora durante toda a movimentação de veículos pesados no portão de entrada e saída.

Figura 83 - Coleta de dados no Ponto 4



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 4 - Guarita Sul - EXTERNO

Data da medição: 26/10/2011

Início: 16h28min

Término: 16h33min

Intervalo de medição: 1,0s

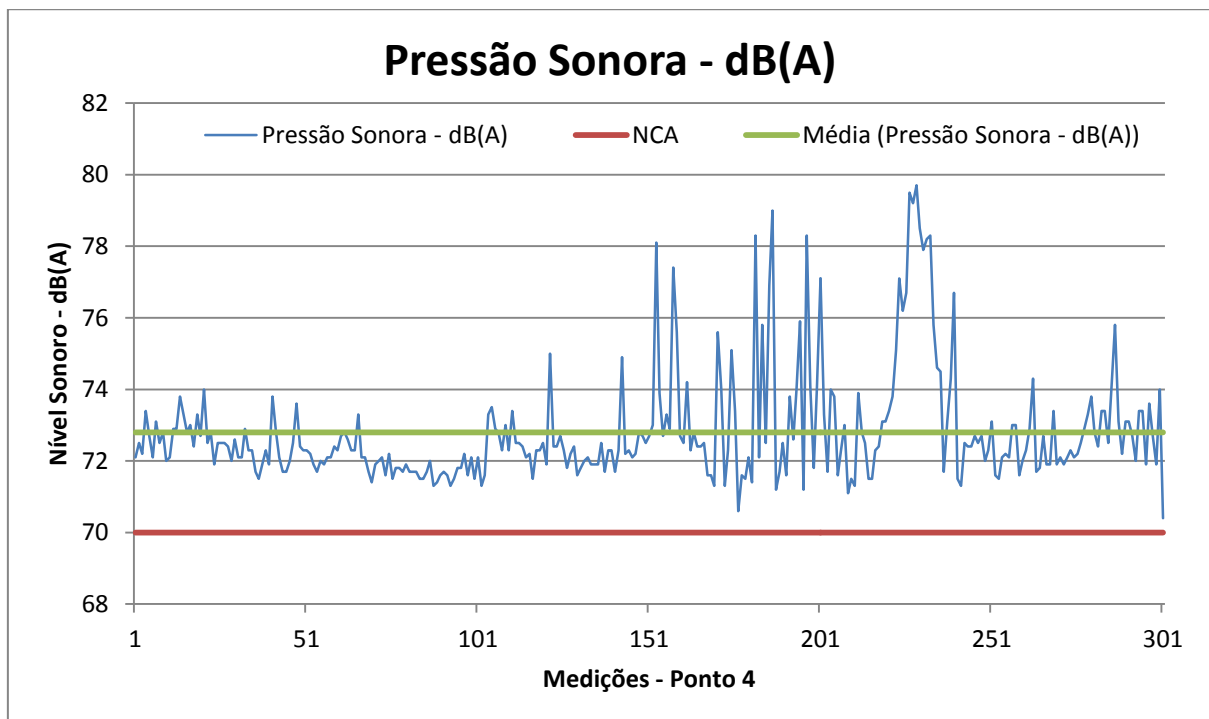
Média : 72,8 dB(A)

Máximo: 79,7 dB(A) - 16h31min

Mínimo: 70,4 dB(A) - 16h33min

Gráfico 22 - Ponto 4 - Guarita sul - EXTERNO

Gráfico 22 - Nível de pressão sonora - Ponto 4 - Guarita sul - EXTERNO



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 5 - Movimentação de Cargas

Este acompanhamento foi realizado no pátio interno do porto.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 84), observou-se que os ruídos eram provenientes de caminhões e empilhadeiras que movimentavam os *containers*.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Durante todo o período de medição, foi constatado um elevado nível de pressão sonora, o qual ultrapassou o limite, definido em norma, para a exposição contínua durante a movimentação de cargas.

Figura 84 - Coleta de dados no Ponto 5



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 5 - Movimentação de cargas

Data da medição: 26/10/2011

Início: 16h28min

Término: 16h33min

Intervalo de medição: 1,0s

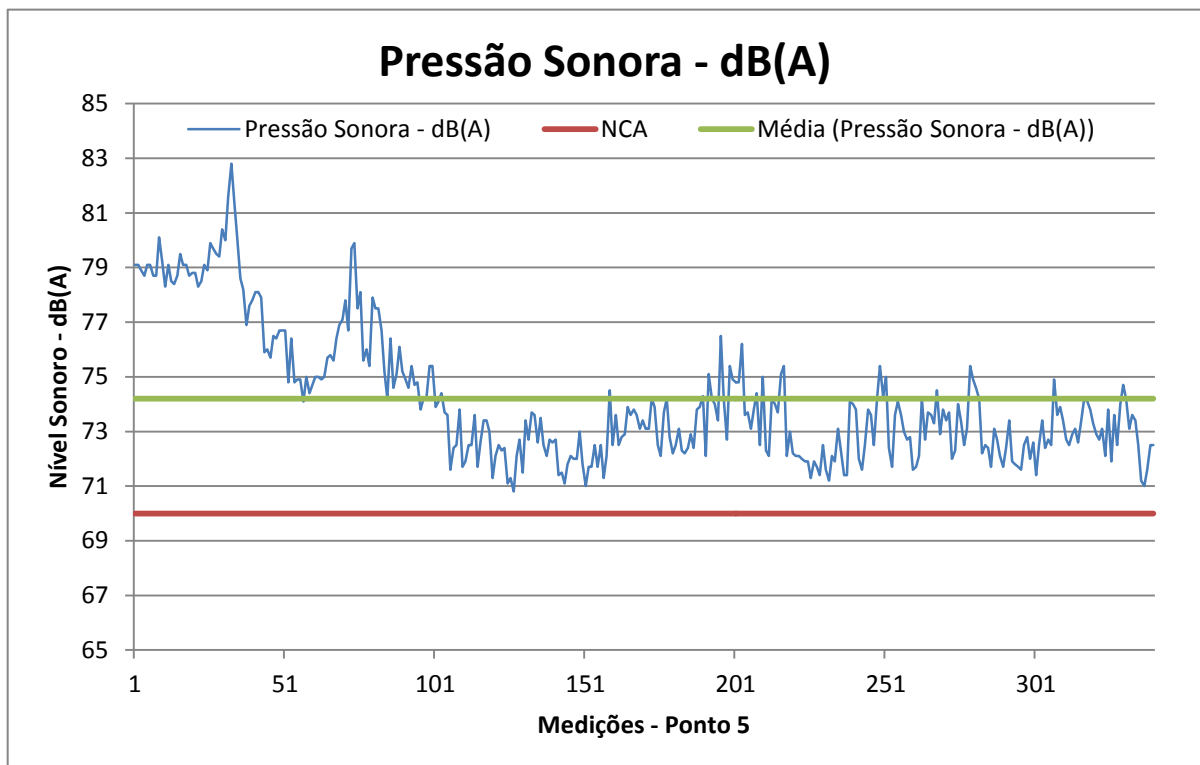
Média : 74,2 dB(A)

Máximo: 82,8 dB(A) - 16h39min

Mínimo: 70,8 dB(A) - 16h40min

Gráfico 23 - Ponto 5 - Movimentação de cargas.

Gráfico 23 - Nível de pressão sonora - Ponto 5 - Movimentação de cargas



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 6 - Movimentação de Cargas

A manobra realizada pelo conjunto rebocador (Figura 85) e transatlântico gera níveis de pressão sonora compatíveis com o permitido em norma.

Os picos de ruídos que são verificados no gráfico são pontuais, ou seja, não expõe doses contínuas, e possuem relação direta com a movimentação dos motores do navio.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Figura 85 - Coleta de dados no Ponto 6



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 6 - Rebocador + Transatlântico

Data da medição: 26/10/2011

Início: 16h54min

Término: 17h06min

Intervalo de medição: 1,0s

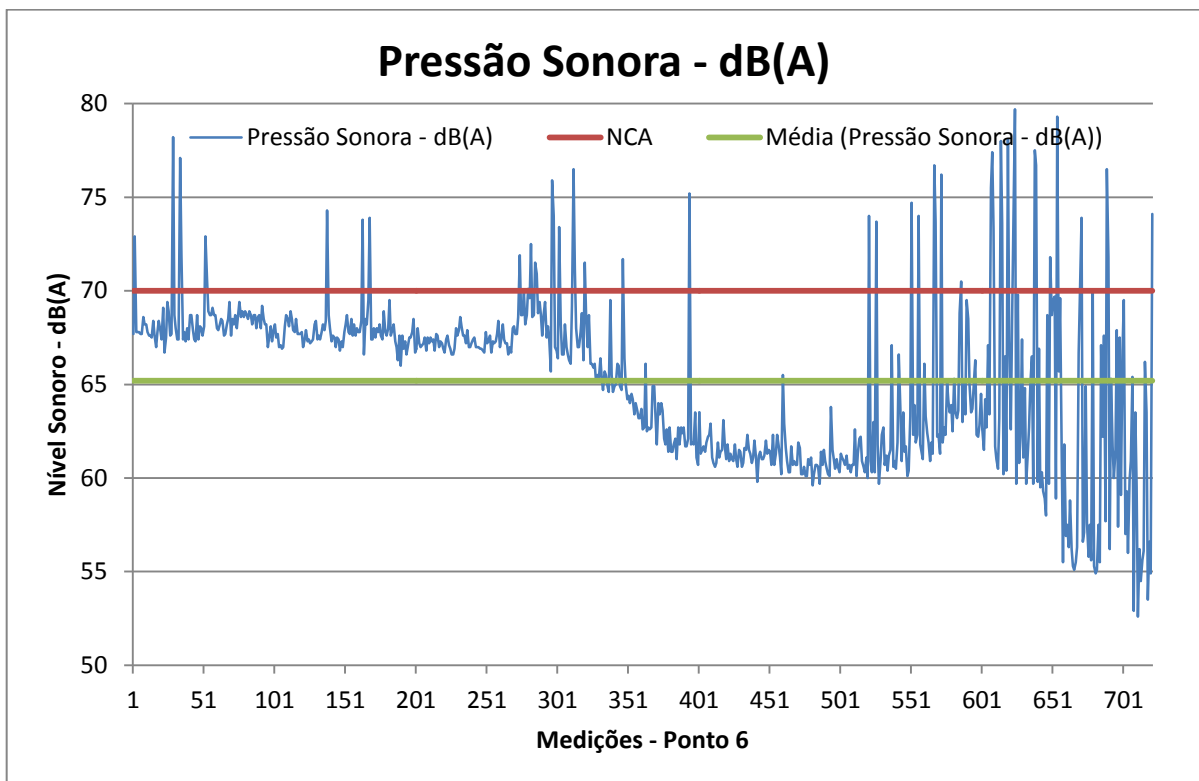
Média : 65,2 dB(A)

Máximo: 79,7 dB(A) - 17h04min

Mínimo: 52,6 dB(A) - 17h05min

Gráfico 24 - Ponto 6 - Rebocador + Transatlântico.

Gráfico 24 - Nível de pressão sonora - Ponto 6 - Rebocador + Transatlântico



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 7 - Movimentação de Cargas

Este acompanhamento foi realizado no pátio interno do porto.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 86), observou-se que os ruídos eram provenientes de caminhões e empilhadeiras que movimentavam *containers*. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno. Durante todo o período de medição, foi constatado um elevado nível de pressão sonora, o qual ultrapassou o limite, definido em norma, para a exposição contínua durante a movimentação de cargas no porto.

É importante destacar, também, que a movimentação de cargas, nesse ponto, foi menor do que no Ponto 5.

Figura 86 - Coleta de dados no Ponto 7



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 7 - Movimentação de cargas

Data da medição: 26/10/2011

Início: 17h18min

Término: 17h23min

Intervalo de medição: 1,0s

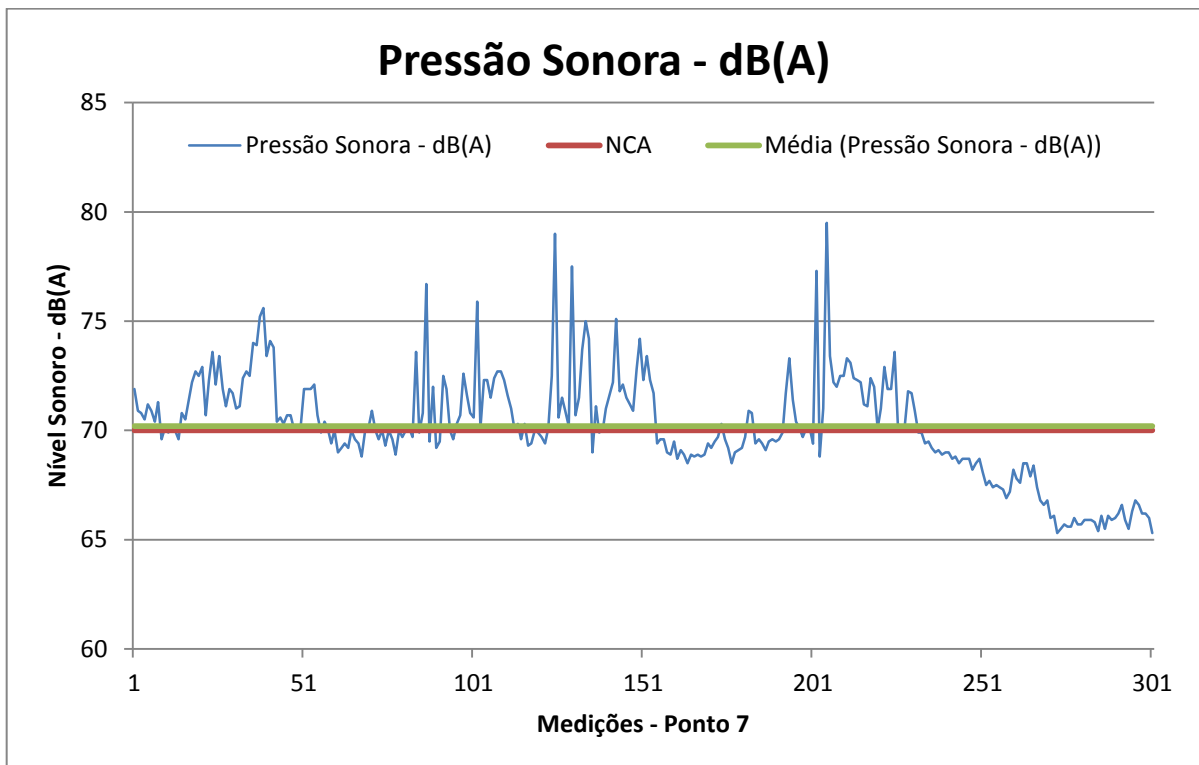
Média : 70,2 dB(A)

Máximo: 79,5 dB(A) - 17h22min

Mínimo: 65,3 dB(A) - 17h23min

Gráfico 25 - Ponto 7 - Movimentação de cargas

Gráfico 25 - Nível de pressão sonora - Ponto 7 - Movimentação de cargas



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 8 - Movimentação de cargas

Este acompanhamento foi realizado no pátio interno do porto.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 87), observou-se que os ruídos eram provenientes de caminhões e guindastes que movimentavam equipamentos de geradores eólicos.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Durante todo o período de medição, foi constatado o elevado nível de pressão sonora, ultrapassando o limite, definido em norma, para a exposição contínua durante a movimentação de cargas.

Figura 87 - Coleta de dados no Ponto 8



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 8 - Movimentação de cargas

Data da medição: 26/10/2011

Início: 17h27min

Término: 17h34min

Intervalo de medição: 1,0s

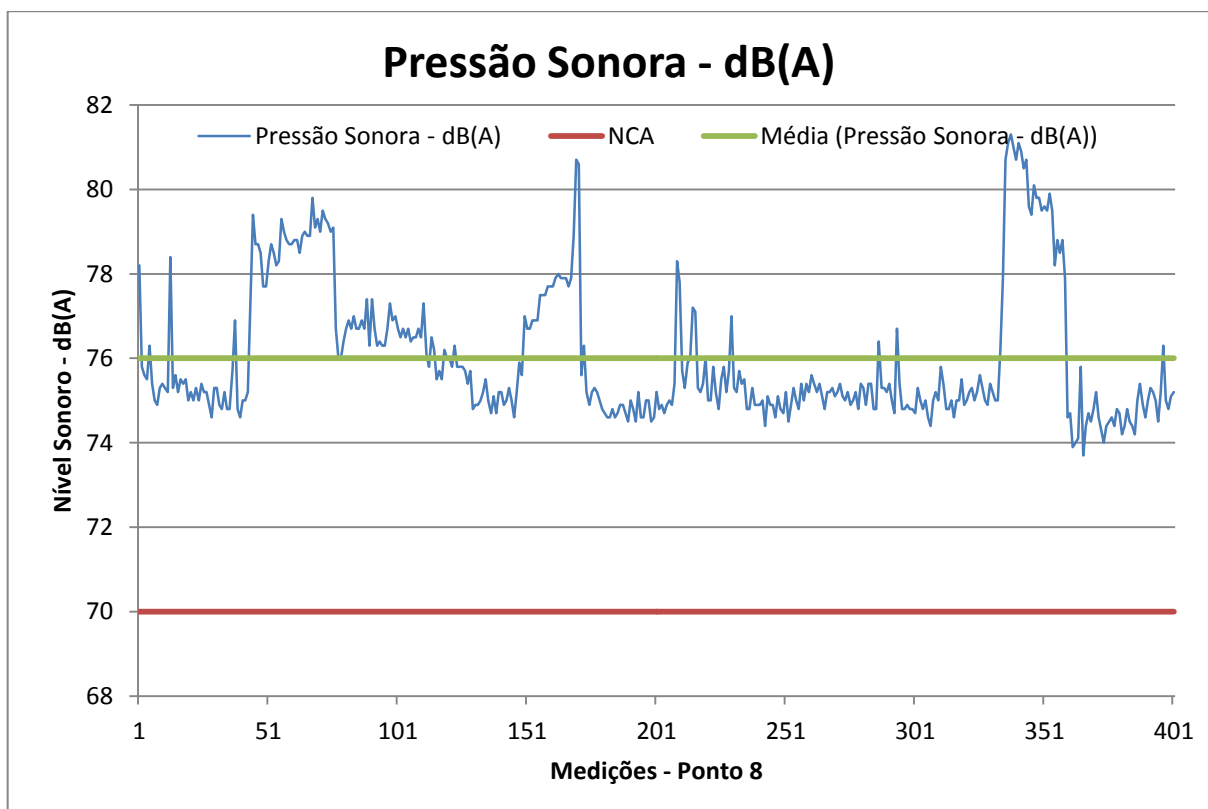
Média : 76,0 dB(A)

Máximo: 81,3 dB(A) - 17h32min

Mínimo: 73,7 dB(A) - 17h33min

Gráfico 26 - Ponto 8 - Movimentação de cargas

Gráfico 26 - Nível de pressão sonora - Ponto 8 - Movimentação de cargas



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 9 - Fundos do Moinho Potiguar

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 88), observou-se que os ruídos eram provenientes da casa de máquinas do Grande Moinho Potiguar.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Durante todo o período de medição foi constatado o elevado nível de pressão sonora, o qual ultrapassou o limite, definido em norma, para a exposição contínua.

Figura 88 - Coleta de dados no Ponto 8



Fonte: Equipe técnica, (26/10/2011).

Resultados - Ponto 9 - Fundos do Moinho Potiguar

Data da medição: 26/10/2011

Início: 17h36min

Término: 17h41min

Intervalo de medição: 1,0s

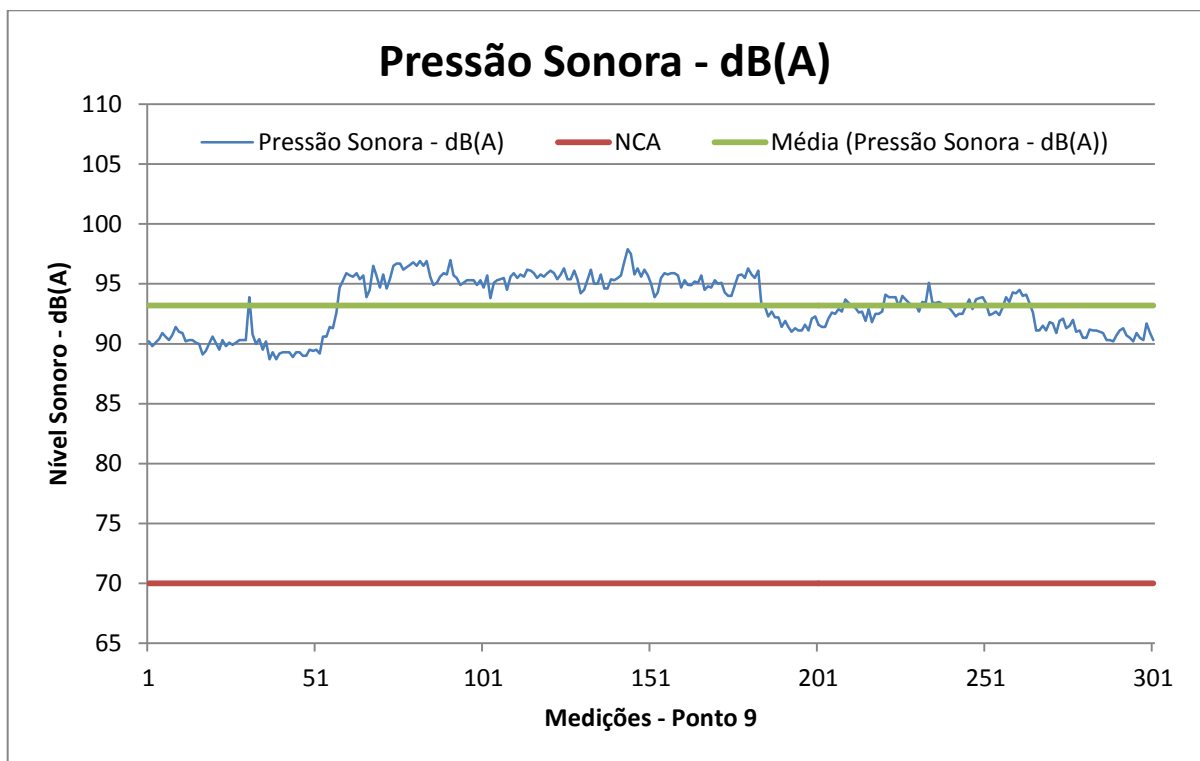
Média : 93,2 dB(A)

Máximo: 97,9 dB(A) - 17h38min

Mínimo: 88,7 dB(A) - 17h37min

Gráfico 27 - Ponto 9 - Fundos do Moinho Potiguar

Gráfico 27 - Nível de pressão sonora - Ponto 9 - Fundos do Moinho Potiguar



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 10 - Movimentação de cargas

Este acompanhamento foi realizado no pátio interno do porto.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 89), observou-se que os ruídos eram provenientes de caminhões e empilhadeiras que movimentavam *containers*.

No gráfico, é possível verificar dois momentos distintos: um momento em que se verifica a movimentação de equipamentos pesados e outro momento em que se verifica somente a presença de ruídos ambientes.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Figura 89 - Coleta de dados no Ponto 10



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 10 - Movimentação de cargas

Data da medição: 27/10/2011

Início: 09h01min

Término: 09h06min

Intervalo de medição: 1,0s

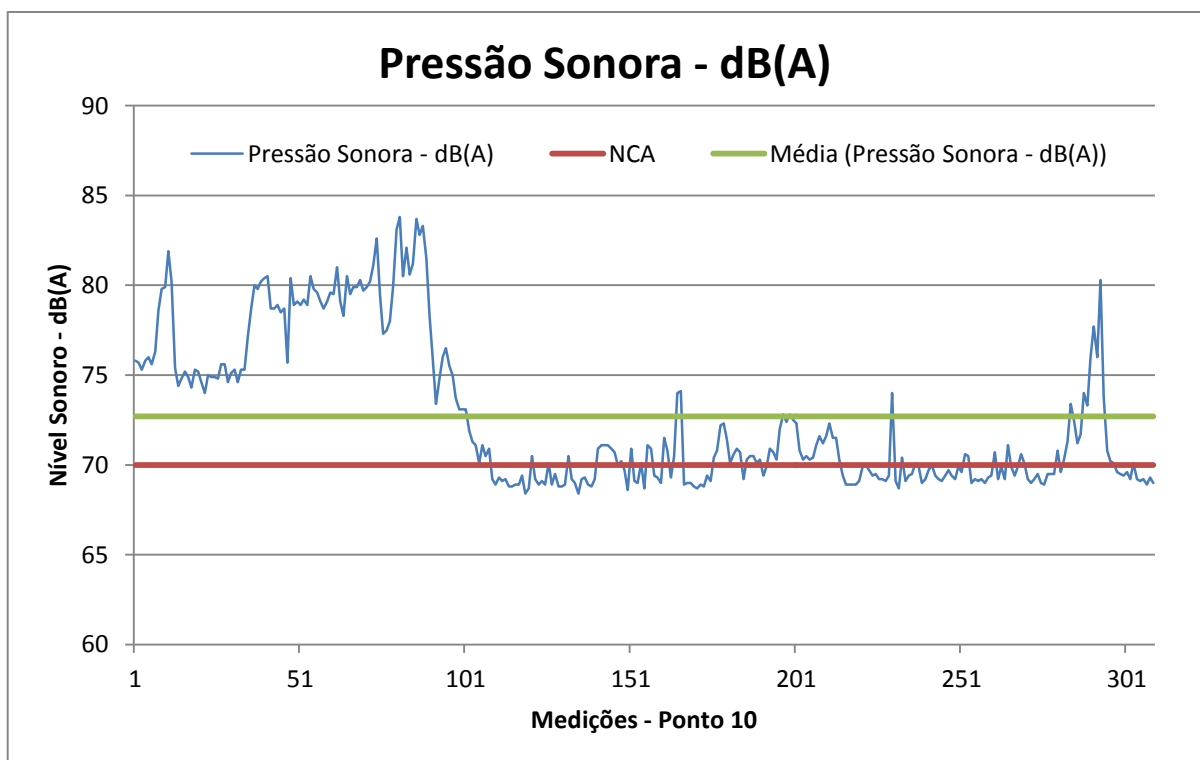
Média : 72,7 dB(A)

Máximo: 83,8 dB(A) - 09h02min

Mínimo: 68,4 dB(A) - 09h03min

Gráfico 28 - Ponto 10 - Movimentação de carga.

Gráfico 28 - Nível de pressão sonora - Ponto 10 - Movimentação de cargas



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 11 - Contêiner no pátio ENERGIZADO

Este acompanhamento foi realizado no pátio interno do porto.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 90), observou-se que os ruídos eram provenientes do conjunto dos geradores de energia dos *containers* refrigerados. Estes podem ser movidos a energia elétrica ou a óleo diesel.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Durante todo o período de medição, foi constatado um elevado nível de pressão sonora, o qual ultrapassou o limite, definido em norma, para a exposição contínua.

Figura 90 - Coleta de dados no Ponto 11



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 11 - Contêiner no pátio ENERGIZADO

Data da medição: 27/10/2011

Início: 09h09min

Término: 09h15

Intervalo de medição: 1,0s

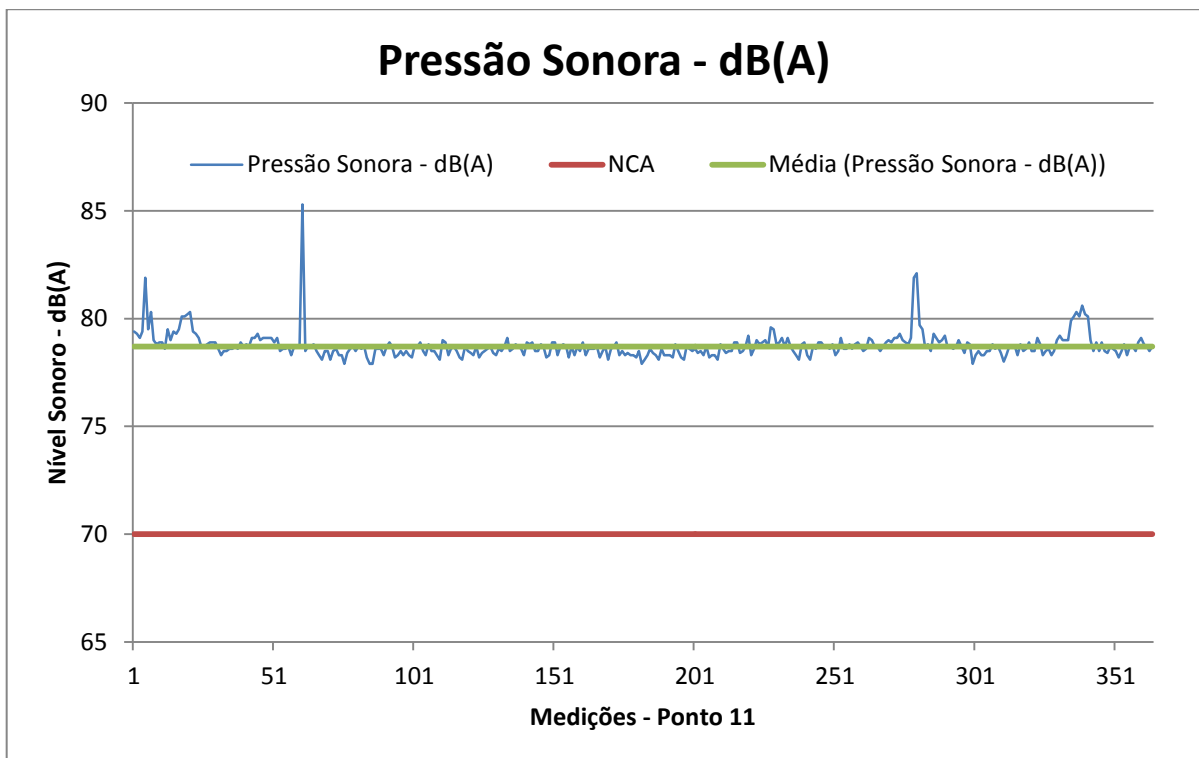
Média : 78,7 dB(A)

Máximo: 85,3 dB(A) - 09h10min

Mínimo: 77,9 dB(A) - 09h10min

Gráfico 29 - Ponto 11 - Contêiner no pátio ENERGIZADO

Gráfico 29 - Nível de pressão sonora - Ponto 11 - Contêiner no pátio ENERGIZADO



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 12 - Movimentação de Cargas

No monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 91), observou-se que os ruídos eram provenientes de caminhões e guindastes que movimentavam equipamentos de geradores eólicos.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e 60 dB(A) para noturno.

Durante todo o período de medição, foi constatado um elevado nível de pressão sonora, o qual ultrapassou o limite, definido em norma, para a exposição contínua durante a movimentação de cargas.

Figura 91 - Coleta de dados no Ponto 12.



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 12 - Movimentação de cargas

Data da medição: 27/10/2011

Início: 09h16min

Término: 09h28min

Intervalo de medição: 1,0s

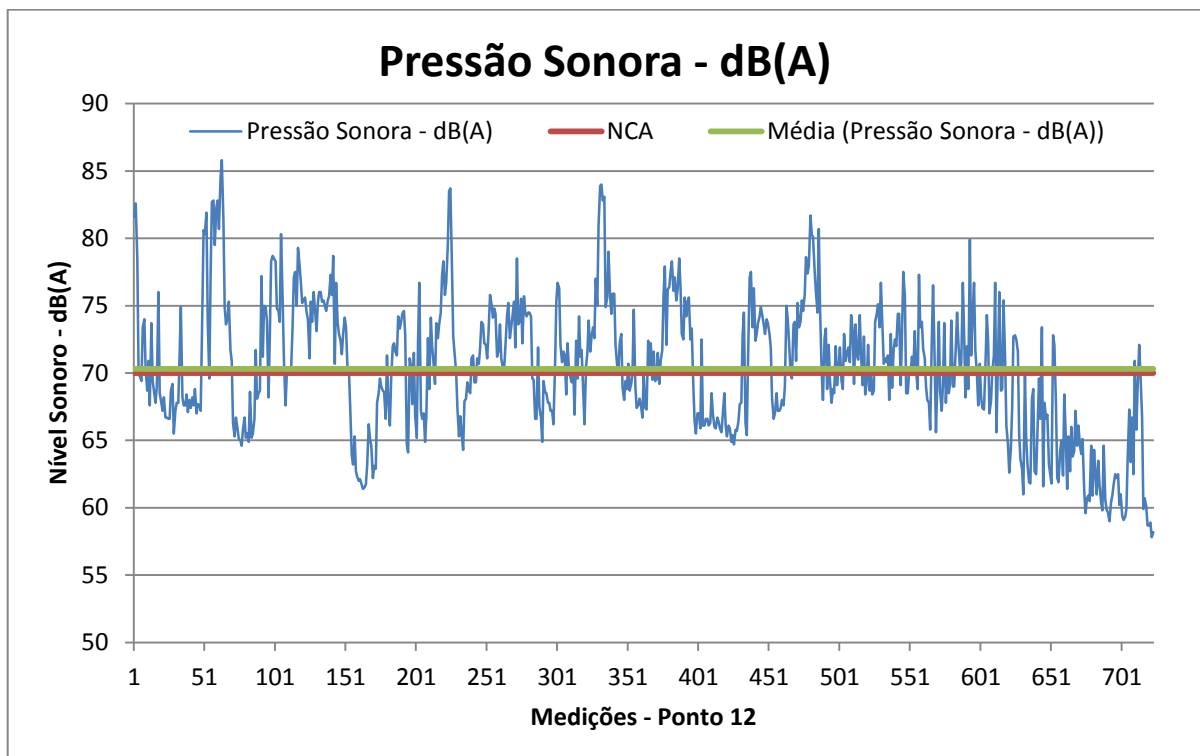
Média : 70,3 dB(A)

Máximo: 85,8 dB(A) - 09h17min

Mínimo: 57,8 dB(A) - 09h28min

Gráfico 30 - Ponto 12 - Movimentação de cargas

Gráfico 30 - Nível de pressão sonora - Ponto 12 - Movimentação de cargas



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 13 - Contêiner + Subestação de energia

Este acompanhamento foi realizado no pátio interno do porto.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 92), observou-se que os ruídos eram provenientes do conjunto dos geradores de energia dos *containers* e da subestação de energia, responsável por fornecer a eletricidade para a refrigeração das cargas.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Durante todo o período de medição foi constatado um elevado nível de pressão sonora, o qual ultrapassou o limite, definido em norma, para a exposição contínua.

Figura 92 - Coleta de dados no Ponto 13



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 13 - Contêiner + Subestação de energia

Data da medição: 27/10/2011

Início: 09h44min

Término: 09h50min

Intervalo de medição: 1,0s

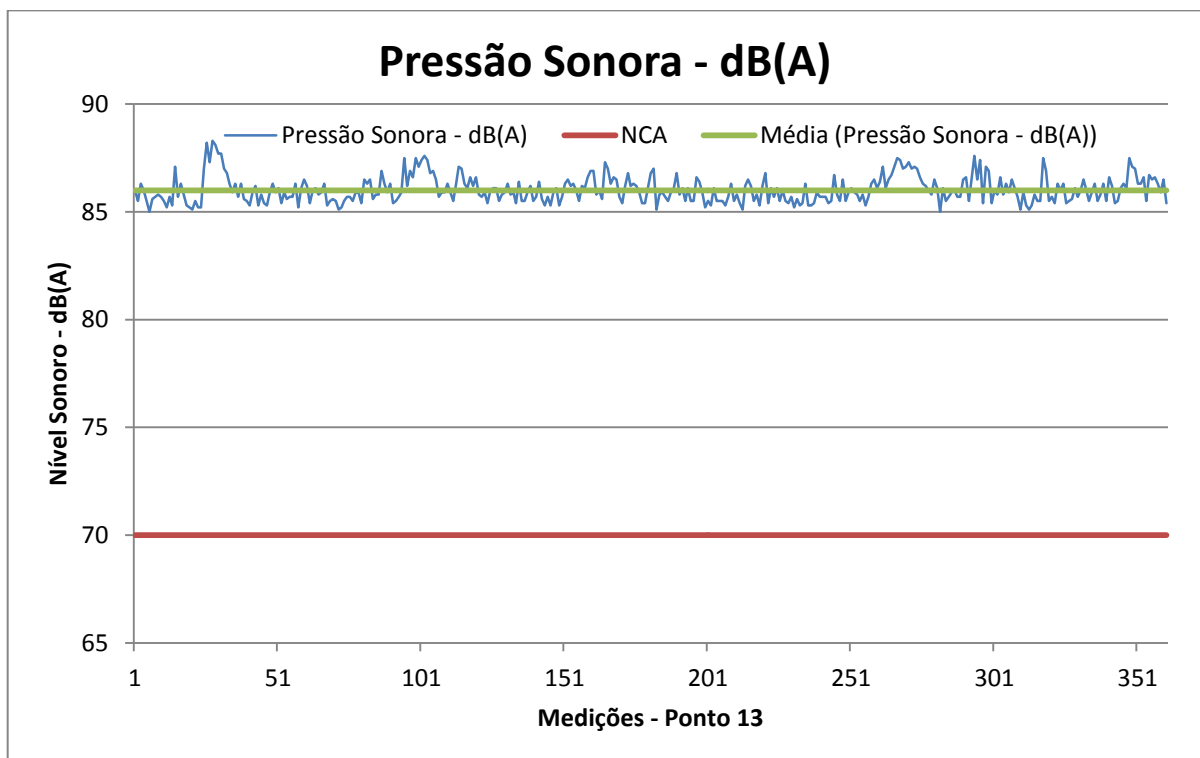
Média : 86,0 dB(A)

Máximo: 88,3 dB(A) - 09h44min28seg

Mínimo: 85,0 dB(A) - 09h44min06seg

Gráfico 31 - Ponto 13 - Contêiner + Subestação de energia

Gráfico 31 - Nível de pressão sonora - Ponto 13 - Contêiner + Subestação de energia



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 14 - Extrema com a comunidade de Maruim

Este acompanhamento foi realizado na região do pátio onde a movimentação de cargas é pequena. Nesse ponto (Figura 93), existem almoxarifados e oficinas mecânicas, as quais são responsáveis pela manutenção dos equipamentos.

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora, observou-se que os ruídos eram provenientes de alguns veículos leves circulando no entorno das unidades de manutenção e do almoxarifado. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno. Durante todo o período de medição não foi constatado níveis elevados contínuos de pressão sonora.

Figura 93 - Coleta de dados no Ponto 14



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 14 - Extrema com a comunidade de Maruim

Data da medição: 27/10/2011

Início: 09h54min

Término: 10h06min

Intervalo de medição: 1,0s

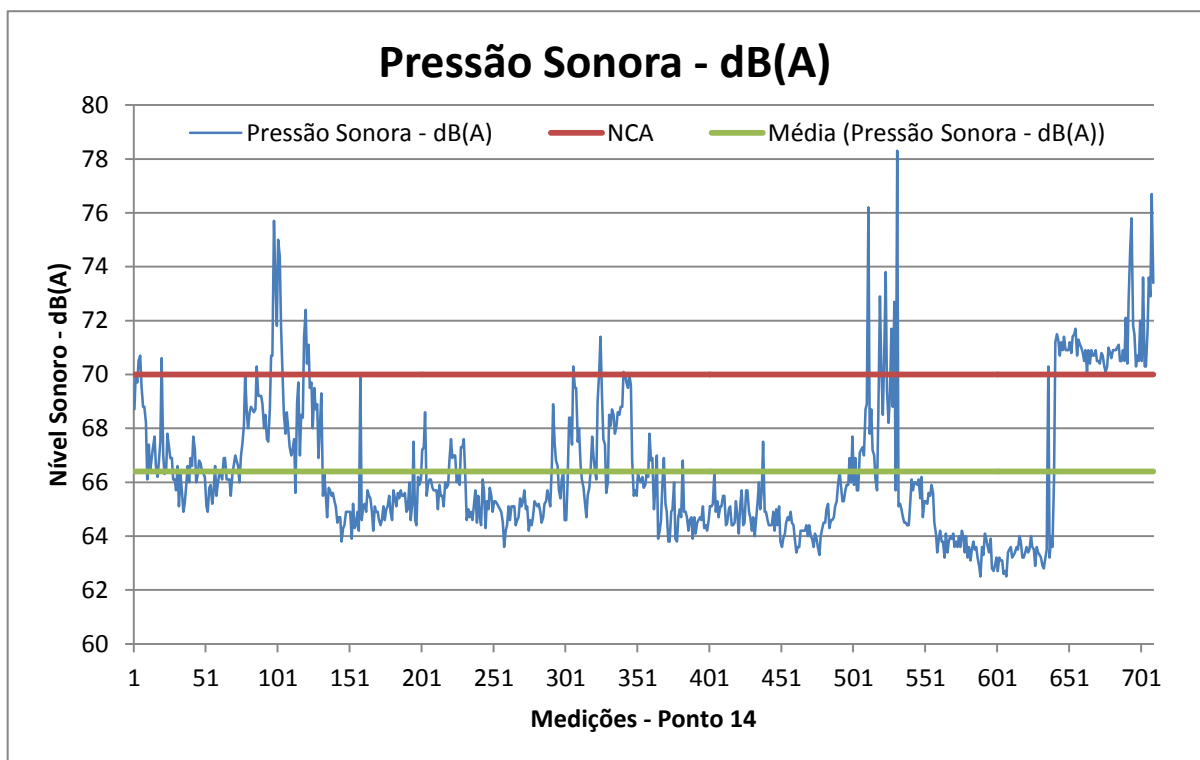
Média : 66,4 dB(A)

Máximo: 78,3 dB(A) - 10h03min

Mínimo: 62,5 dB(A) - 10h04min

Gráfico 32 - Ponto 14 - Extrema com a comunidade de Maruim

Gráfico 32 - Nível de pressão sonora - Ponto 14 - Extrema com a comunidade de Maruim



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 15 - Transbordo de minério de ferro

Nessa área não houve movimentação de carga de minério de ferro, pois as esteiras rolantes (Figura 94) que transportarão o minério para dentro dos navios, através do *Ship Loader*, ainda estavam sendo montadas.

Os ruídos monitorados captados eram oriundos dos equipamentos utilizados pelos funcionários na construção das esteiras.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Durante todo o período de medição, não foi constatado níveis elevados contínuos de pressão sonora.

Figura 94 - Coleta de dados no Ponto 15



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 15 - Transbordo de minério de ferro

Data da medição: 27/10/2011

Início: 10h12min

Término: 10h20min

Intervalo de medição: 1,0s

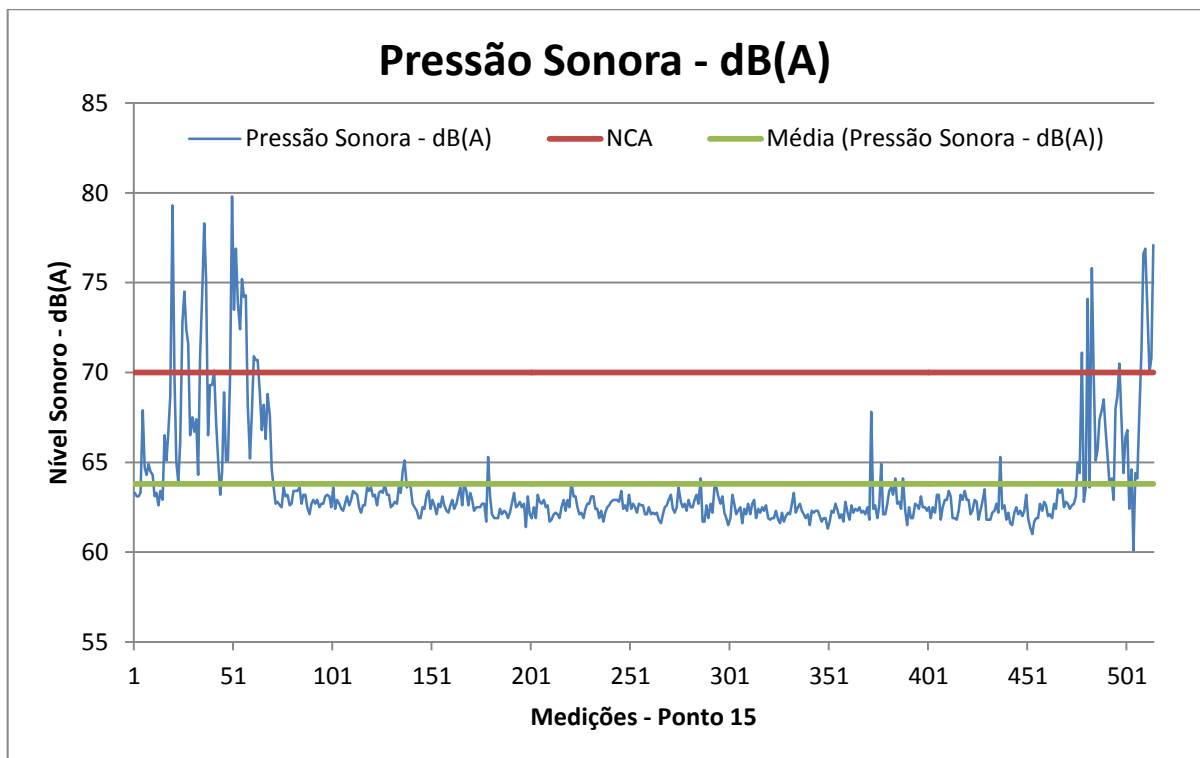
Média : 63,8 dB(A)

Máximo: 79,8 dB(A) - 10h12min

Mínimo: 60,1 dB(A) - 10h19min

Gráfico 33 - Ponto 15 - Transbordo de minério de ferro

Gráfico 33 - Nível de pressão sonora - Ponto 15 - Transbordo de minério de ferro



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 16 - Rua Chile

Este acompanhamento foi realizado na área externa ao perímetro do porto, na Rua Chile. Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 95), observou-se que os ruídos eram provenientes, em sua maioria, da movimentação de veículos leves e de pessoas, ou seja, ruído ambiente. Entretanto, devido à proximidade do ponto de medição com a entrada sul do porto, foi verificado o movimento de alguns caminhões na região. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 60 dB(A) para noturno.

Durante o período de coleta de dados, observou-se que em alguns momentos a leitura dos dados ultrapassou o limite estabelecido pela norma. No entanto, foram situações pontuais, não interferindo, assim, na exposição contínua da pressão sonora.

Figura 95 - Coleta de dados no Ponto 16



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 16 - Rua Chile

Data da medição: 27/10/2011

Início: 10h23min

Término: 10h31min

Intervalo de medição: 1,0s

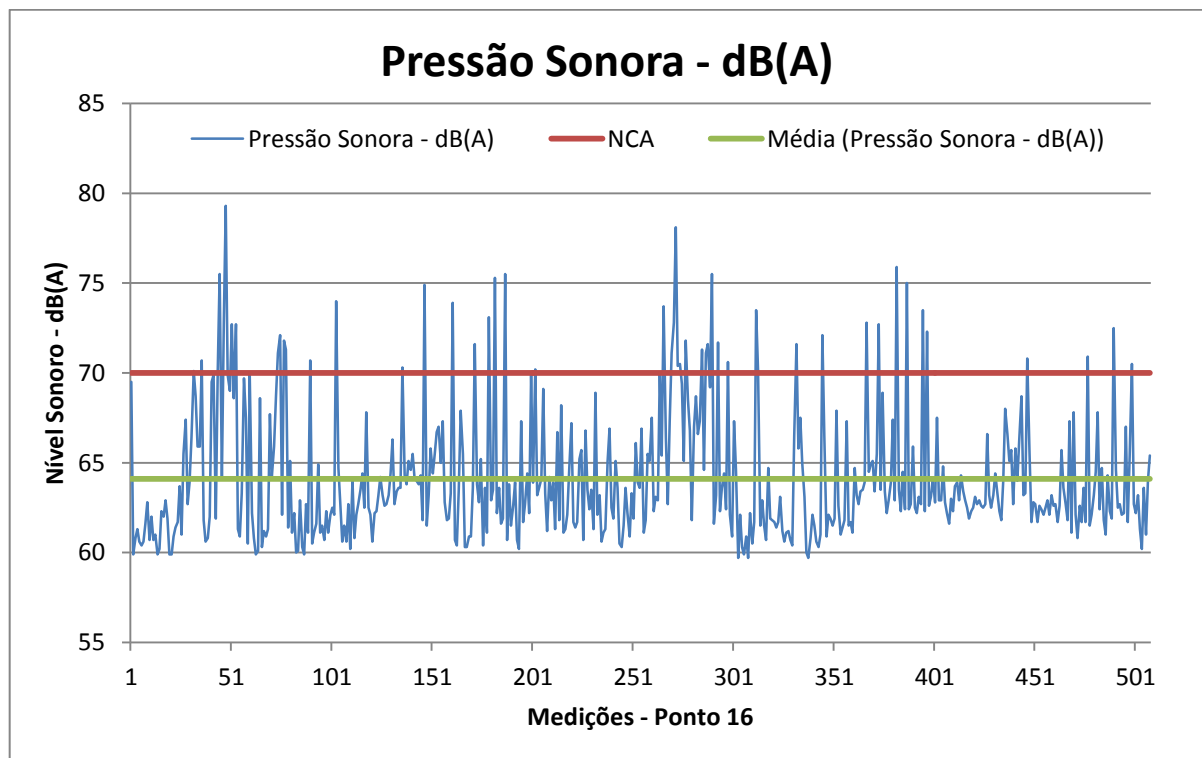
Média : 64,1 dB(A)

Máximo: 79,3 dB(A) - 10h23min

Mínimo: 59,7 dB(A) - 10h28min

Gráfico 34 - Ponto 16 - Rua Chile

Gráfico 34 - Nível de pressão sonora - Ponto 16 - Rua Chile



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 17 - Entrada CODERN

Este acompanhamento foi realizado na área externa ao perímetro do porto, na Av. Hildebrando de Góis. Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 96) observou-se que os ruídos eram provenientes, em sua maioria, da movimentação de veículos leves e de pessoas, ou seja, ruído ambiente. Nenhuma influência de ruídos proveniente do porto foi verificada no momento da coleta de dados.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 55 dB(A) para noturno. Situações pontuais foram captadas na leitura dos dados, como buzinas de veículos. Estas, no entanto, são consideradas ruídos atípicos, não caracterizando, assim, o ruído ambiente da região.

Figura 96 - Coleta de dados no Ponto 17



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 17 - Entrada CODERN

Data da medição: 27/10/2011

Início: 10h43min

Término: 10h47min

Intervalo de medição: 1,0s

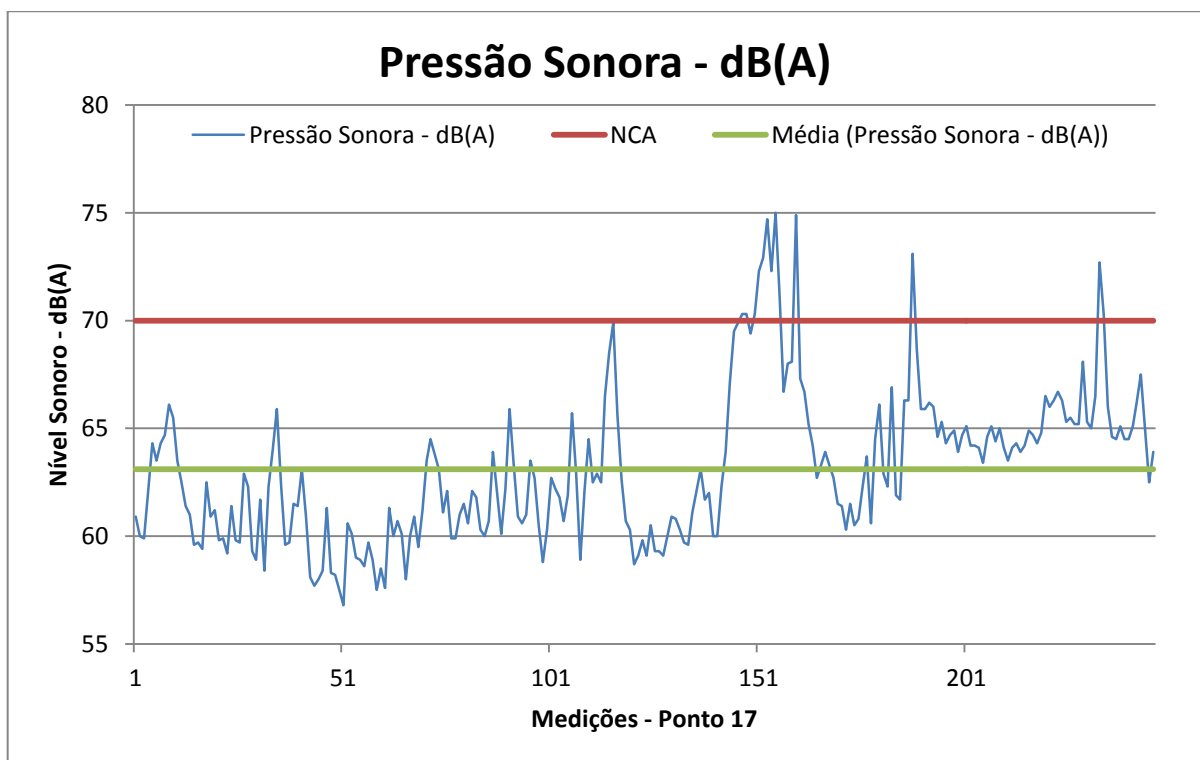
Média : 63,1 dB(A)

Máximo: 75,0 dB(A) - 10h46min

Mínimo: 56,8 dB(A) - 10h44min

Gráfico 35 - Ponto 17 - Entrada CODERN

Gráfico 35 - Nível de pressão sonora - Ponto 17 - Entrada CODERN



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 18 - Comunidade de Maruim

Este acompanhamento foi realizado na área externa ao perímetro do porto, na Av. Hildebrando de Góis, em frente à comunidade de Maruim, que faz divisa com a área portuária. Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 97), observou-se que os ruídos eram provenientes, em sua maioria, da movimentação de veículos leves e de pessoas, ou seja, ruído ambiente. Nenhuma influência de ruídos provenientes do porto foi verificada no momento da coleta. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para *área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito*, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 55 dB(A) para noturno.

Figura 97 - Coleta de dados no Ponto 18



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 18 - Comunidade Maruim

Data da medição: 27/10/2011

Início: 10h50min

Término: 10h55min

Intervalo de medição: 1,0s

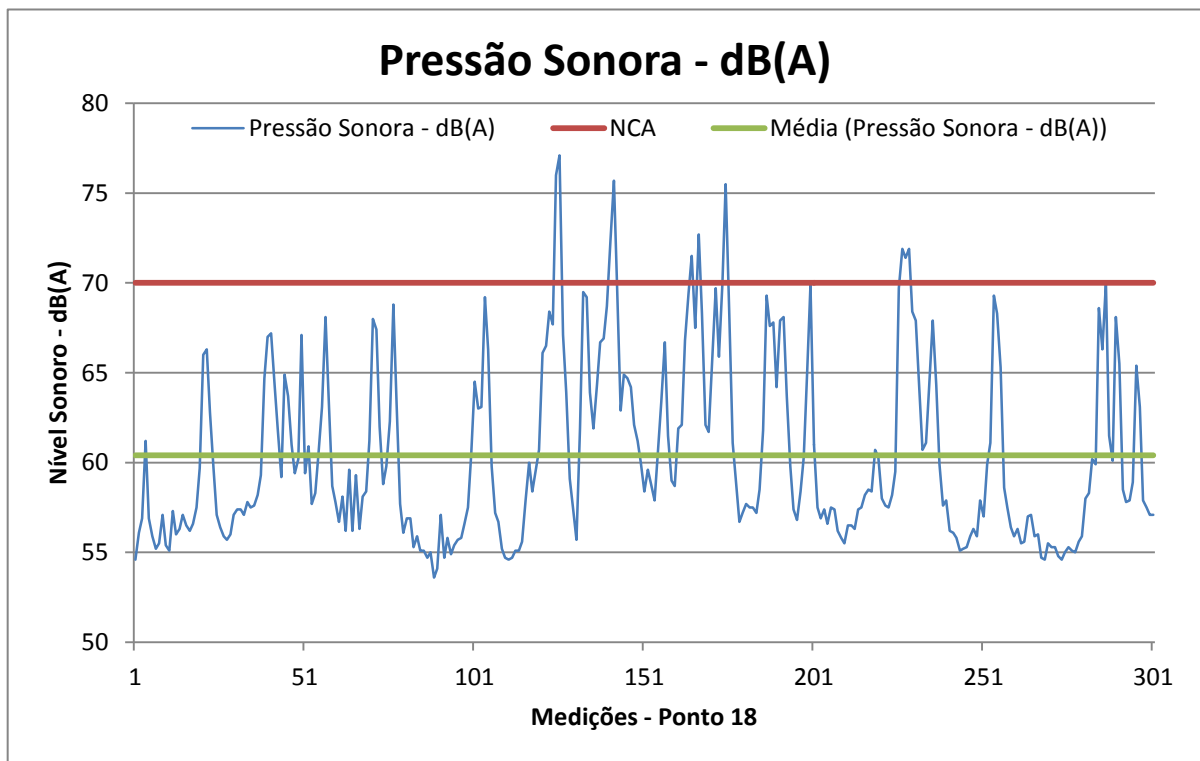
Média : 60,4 dB(A)

Máximo: 77,1 dB(A) - 10h52min

Mínimo: 53,6 dB(A) - 10h51min

Gráfico 35 - Ponto 18 - Comunidade de Maruim

Gráfico 36 - Nível de pressão sonora - Ponto 18 - Comunidade de Maruim



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 19 - Escola São José

Este acompanhamento foi realizado na área externa ao perímetro do porto, na rua São João de Deus. Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 98), observou-se que os ruídos eram provenientes, em sua maioria, da movimentação de veículos leves e de pessoas, ou seja, ruído ambiente. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para *área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito*, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 55 dB(A) para noturno.

Durante o período de coleta de dados observou-se que, em alguns momentos, a leitura de dados ultrapassou o limite estabelecido pela norma. Porém, estas foram situações pontuais, não interferindo assim na exposição contínua da pressão sonora.

Figura 98 - Coleta de dados no Ponto 19



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 19 - Escola São José

Data da medição: 27/10/2011

Início: 11h03min

Término: 11h08min

Intervalo de medição: 1,0s

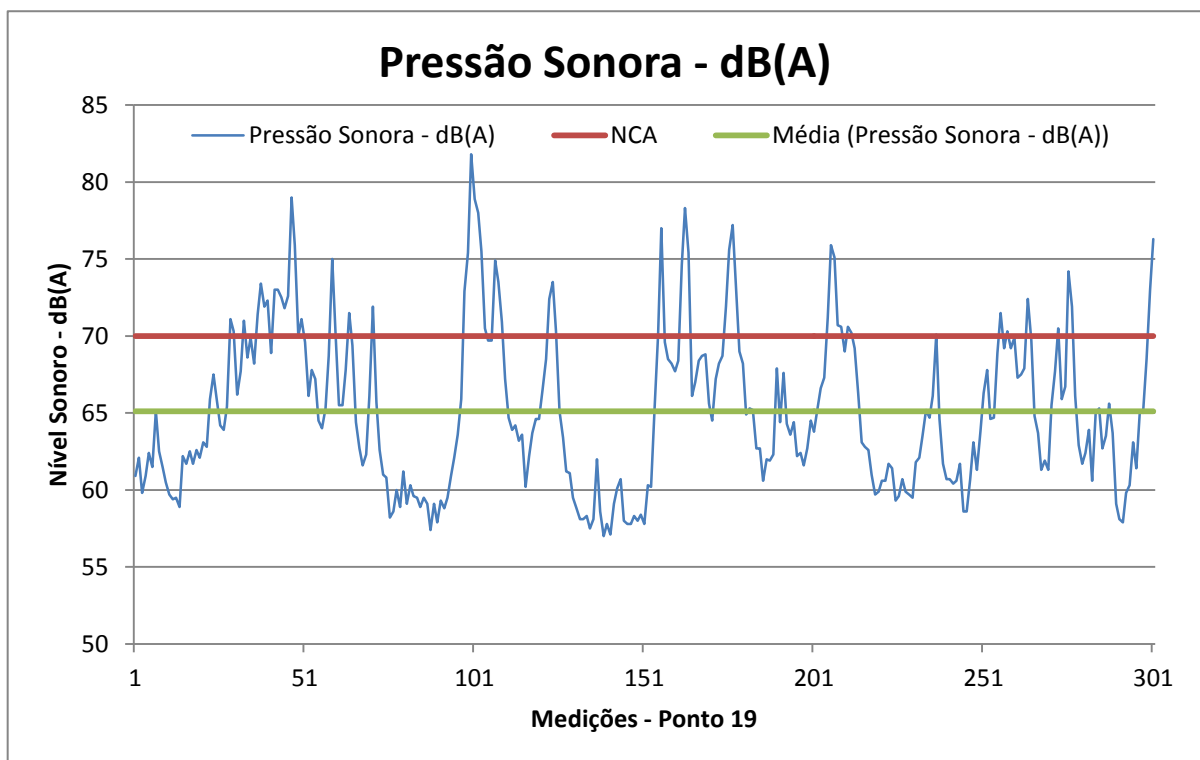
Média : 65,1 dB(A)

Máximo: 81,8 dB(A) - 11h04min

Mínimo: 57,0 dB(A) - 11h05min

Gráfico 37 - Ponto 19 - Escola São José

Gráfico 37 - Nível de pressão sonora - Ponto 19 - Escola São José



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Pontos de monitoramento 20 e 21 - Praça Pôr do Sol

Este acompanhamento foi realizado na área externa ao perímetro do porto, na Praça Pôr do Sol, que faz extrema com a comunidade de Maruim. Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesses pontos (Figura 99), observou-se que os ruídos eram provenientes, em sua maioria, da movimentação de veículos leves e de pessoas, ou seja, ruído ambiente. Em nenhum momento foi constatado ruídos provenientes das instalações do porto. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área mista situada até 40m ao longo das laterais de um corredor de trânsito, com limite máximo de ruído de 70 dB(A) para horário diurno e de 55 dB(A) para noturno. Em um primeiro momento, foi observado ruídos de veículos e trânsito de pessoas que passavam pelo local. Posteriormente, foi feita a caracterização da praça sem atividade antrópica, assinalando, assim, a emissão de pressão sonora somente pelos aspectos naturais do local.

Figura 99 - Coleta de dados nos Pontos 20 e 21



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Pontos 20 e 21 - Praça Pôr do Sol

Data da medição: 27/10/2011

Início: P20 - 11h11min; e P21 - 11h20min

Término: P20 - 11h16min; e P21 - 11h25min

Intervalo de medição: 1,0s

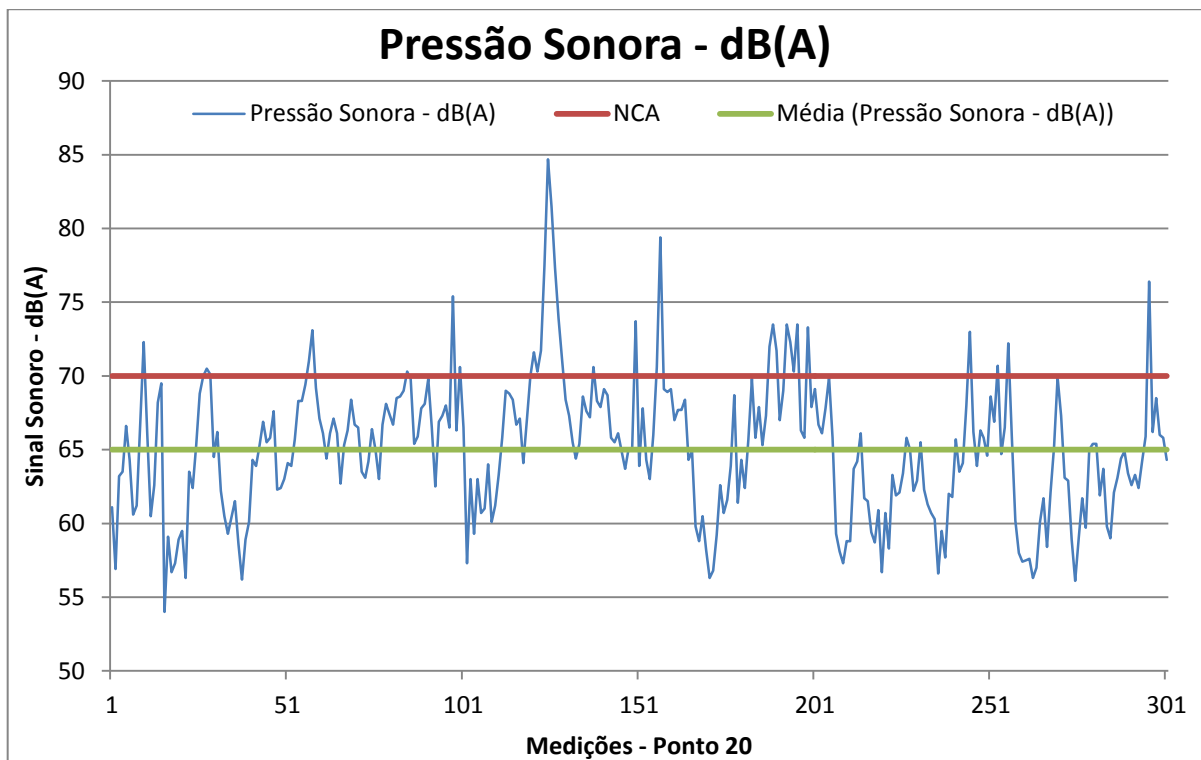
Média : P20 - 65,0 dB(A); e P21 - 62,0 dB(A)

Máximo: P20 - 84,7 dB(A) às 11h13min; P21 - 68,7 dB(A) às 11h22min;

Mínimo: P20 - 54,0 dB(A) às 11h11min; P21 - 58,5 dB(A) às 11h23min

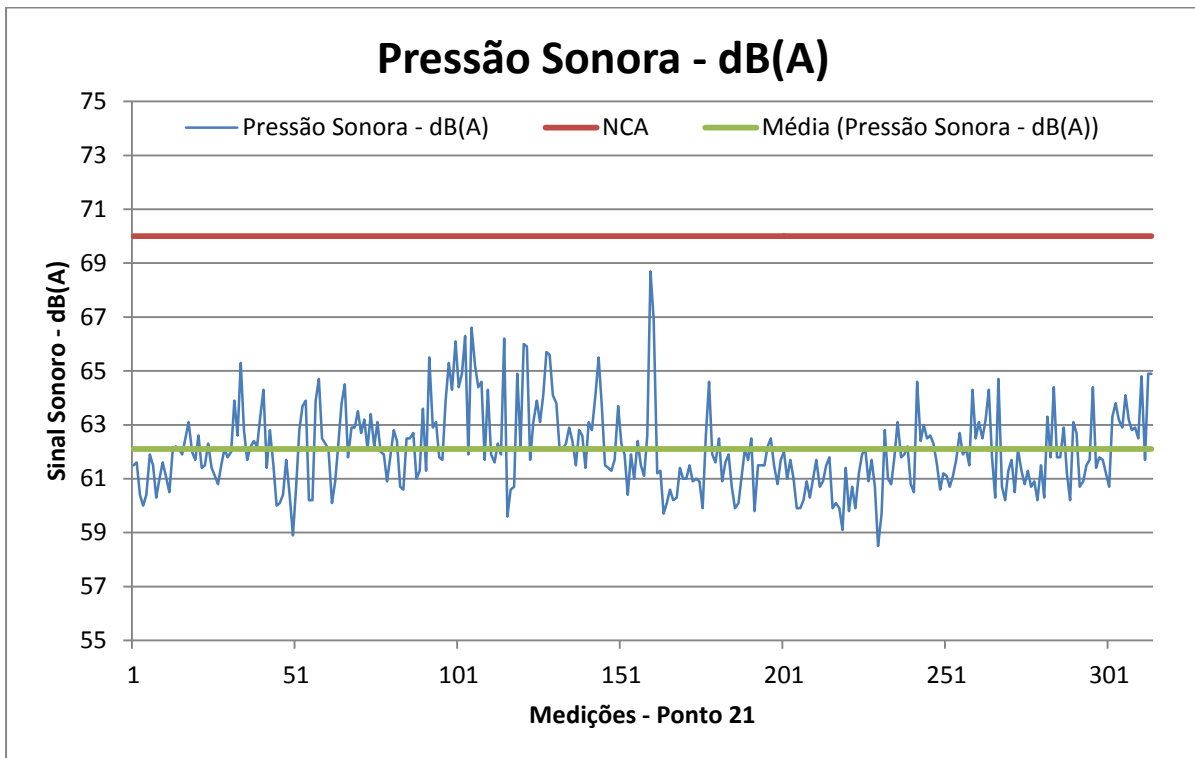
Gráficos 38 e 39 - Ponto 17 - Praça Pôr do Sol

Gráfico 38 - Nível de pressão sonora - Ponto 20 - Praça Pôr do Sol



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Gráfico 39 - Nível de pressão sonora - Ponto 21 - Praça Pôr do Sol



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Pontos de monitoramento 22 e 23 - Depósito do minério de ferro

Este acompanhamento foi realizado na área externa ao perímetro do porto, no depósito de minério de ferro. Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 100), observou-se que os ruídos eram provenientes da movimentação de veículos pesados carregados de minério de ferro, oriundo das minas de extração de município de Currais Novos/RN. Esse depósito encontra-se em área residencial (Figura 101) e, segundo relatos de moradores, a movimentação de cargas ocorre durante todo o período noturno, e esses relatos podem ser confirmados, ainda, pelos motoristas dos caminhões. Considerando toda essa movimentação, o limite tolerável pela legislação, na emissão de ruídos, é ultrapassado durante todo o período de descarga de material. Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área estritamente residencial urbana, com limite máximo de ruído de 50 dB(A) para horário diurno e de 45 dB(A) para noturno.

Figura 100 - Coleta de dados nos Pontos 22 e 23



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Figura 101 - Depósito de minério de ferro



Resultados - Ponto 22 - Depósito de minério de ferro

Data da medição: 27/10/2011

Início: 21h42min

Término: 21h49min

Intervalo de medição: 1,0s

Média : 67,6 dB(A)

Máximo: 84,6 dB(A) - 21h47min

Mínimo: 61,5 dB(A) - 21h43min

Gráficos 40 - Ponto 22 - Depósito de minério de ferro

Resultados - Ponto 23 - Depósito de minério de ferro

Data da medição: 27/10/2011

Início: 21h54min

Término: 22h20min

Intervalo de medição: 1,0s

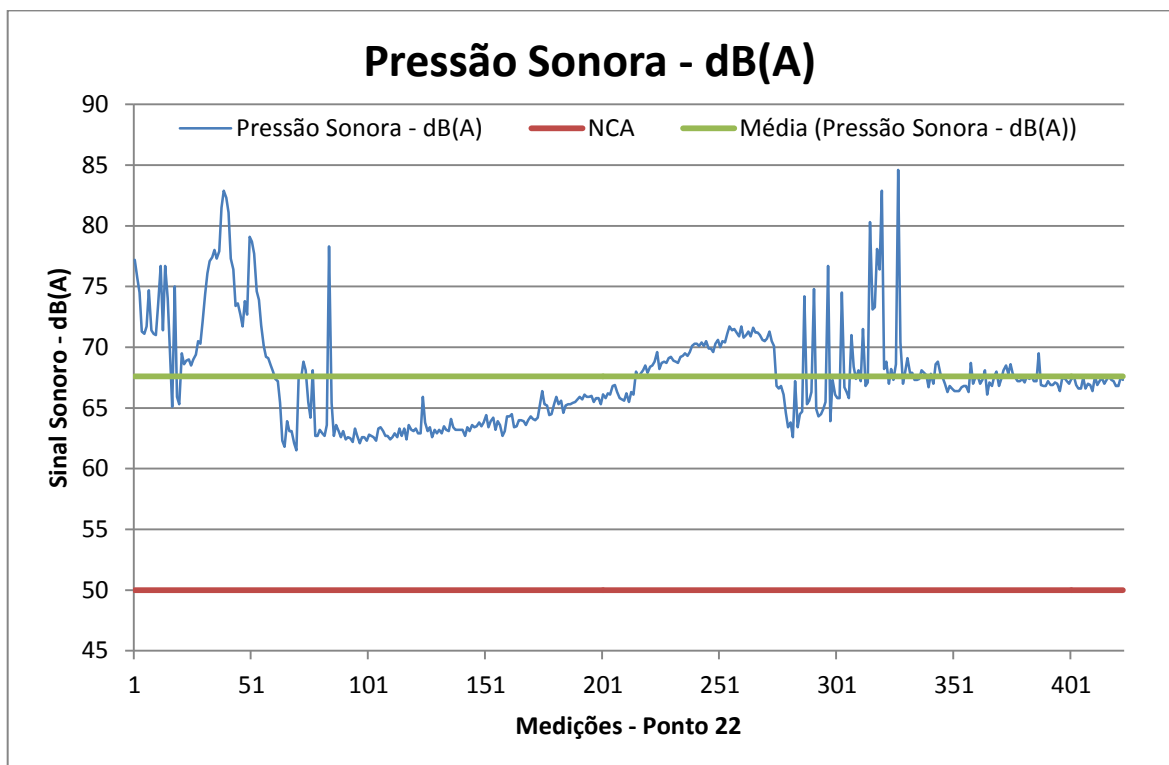
Média : 65,5 dB(A)

Máximo: 91,5 dB(A) - 21h15min

Mínimo: 52,8 dB(A) - 22h14min

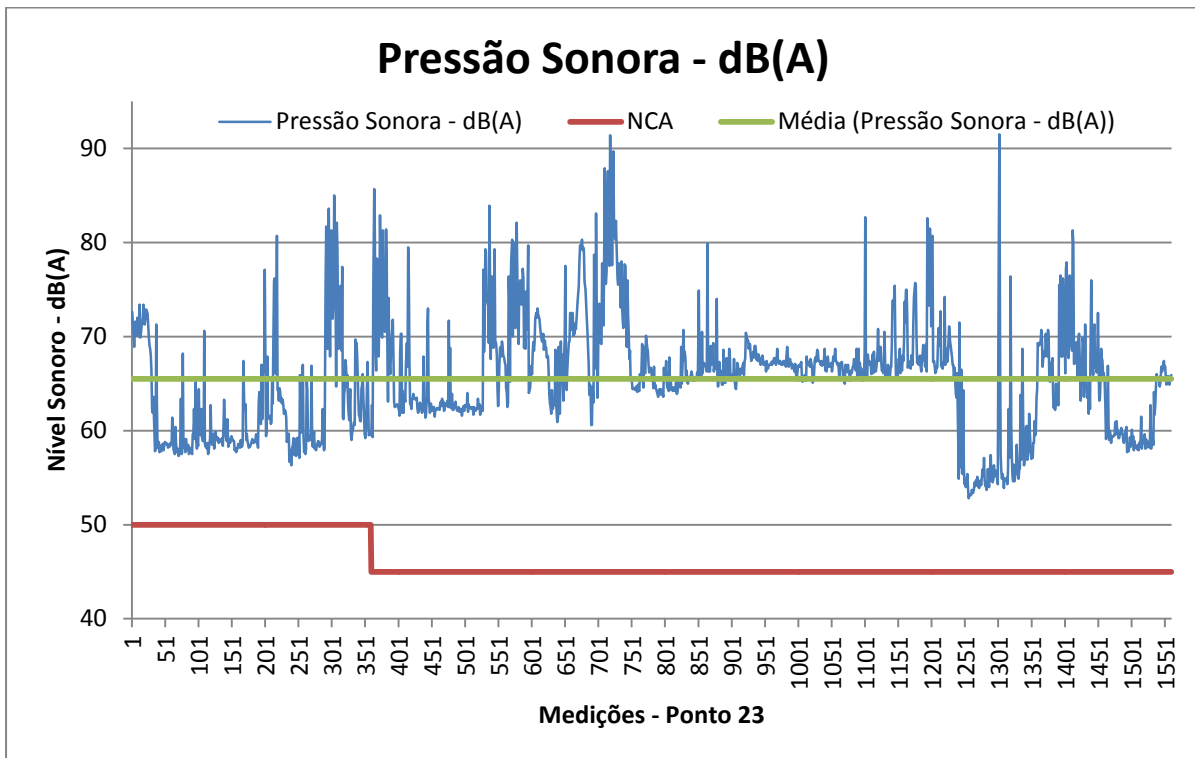
Gráficos 41 - Ponto 23 - Depósito de minério de ferro

Gráfico 40 - Nível de pressão sonora - Ponto 22 - Depósito de minério de ferro



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Gráfico 41 - Nível de pressão sonora - Ponto 23 - Depósito de minério de ferro



Fonte: Equipe técnica, (2011).

Ponto de monitoramento 24 - Fundos do Moinho Potiguar

Durante o monitoramento dos níveis de pressão sonora nesse ponto (Figura 102), observou-se que os ruídos eram provenientes da casa de máquinas do Grande Moinho Potiguar, que se encontra em funcionamento durante as 24h diárias.

Para a área monitorada, seguindo a classificação do Quadro 15, adotou-se como padrão os limites estabelecidos para área predominantemente industrial, com limite máximo de ruído de 70 dB(A), para horário e de 60 dB(A) para noturno.

Durante todo o período de medição foi constatado um elevado nível de pressão sonora, o qual ultrapassou o limite, definido em norma, para a exposição contínua.

Figura 102 - Coleta de dados no Ponto 24



Fonte: Equipe técnica, (27/10/2011).

Resultados - Ponto 24 - Fundos do Moinho Potiguar

Data da medição: 27/10/2011

Início: 22h30min

Término: 22h40min

Intervalo de medição: 1,0s

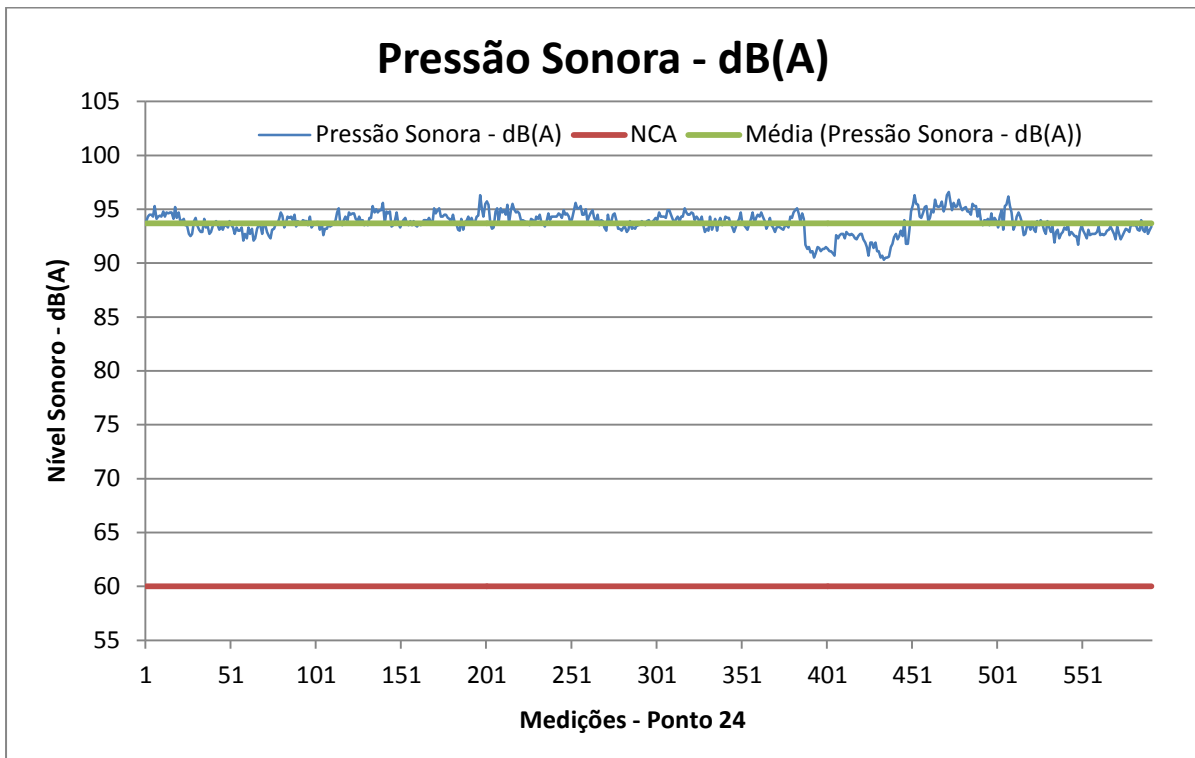
Média : 93,7 dB(A)

Máximo: 96,6 dB(A) - 22h38min

Mínimo: 90,3 dB(A) - 22h37min

Gráfico 42 - Ponto 24 - Fundos do Moinho Potiguar

Gráfico 42 - Nível de pressão sonora - Ponto 24 - Fundos do Moinho Potiguar



Fonte: Equipe técnica, (2011).

A exposição a níveis diferentes é considerada dentro dos limites permitidos, se o valor de Dose Diária de Ruído - D não exceder a unidade, sendo calculada pela expressão:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

Onde, C_i é o tempo real de exposição a um específico nível de pressão sonora e T_i é o tempo total permitido para o mesmo.

No Quadro 16, a seguir, são encontrados os limites de tolerância para o ruído contínuo ou intermitente, conforme o Anexo 1 da NR 15 - Atividades e Operações insalubres.

Quadro 16 - Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: NR 15, 2011.

De acordo com os dados obtidos durante a fase de monitoramento de pressão sonora, na área portuária e no perímetro urbano do seu entorno, foram verificados dois pontos críticos dentro do pátio do porto e um na área do entorno.

Esses pontos são apresentados, a seguir:

- Dose de ruído ao trabalhador (Quadro 17);
- Dose de ruído na comunidade (Quadro 18).

Quadro 17 - Dose de ruído ao trabalhador

Local	Período	Fonte de ruído	Ruído dB(A)/h	Cálculo	Dose total	Observações
Ponto 9 - Fundos Moinho Potiguar	Diurno	Sala de máquinas do Moinho	93,2/24h ≈ 93,00	$2h40min = 2,6h$ $\frac{24}{2,6} = 9,23$	923%	Nenhum operário deve ficar exposto a mais de 2h e 40min nessas condições. Passado esse tempo, é necessário o uso de protetores auriculares.
Ponto 13 - Contêiner + Subestação de energia	Diurno	Geradores de energia	86,0/24h	$\frac{24}{7} = 3,42$	342%	Nenhum operário deve ficar exposto a mais de 7h nessas condições. Passado esse tempo, é necessário o uso de protetores auriculares.
Ponto 24 - Fundos Moinho Potiguar	Noturno	Sala de máquinas do Moinho	93,7/24h ≈ 94,00	$2h15min = 2,25h$ $\frac{24}{2,25} = 10,66$	1066%	Nenhum operário deve ficar exposto a mais de 2h e 15min nessas condições. Passado esse tempo, é necessário o uso de protetores auriculares.

Fonte: Equipe técnica, (2011).

Quadro 18 - Pontos críticos de emissão de ruídos na comunidade

Local	Período	Fonte de ruído	Média de ruídos dB(A)	NCA	Caracterização do NCA	Observações
Ponto 22 - Depósito minério de ferro	Diurno	Caminhões + Movimentação de cargas	67,6	50	Área estritamente residencial urbana	A norma ABNT NBR 10151 estabelece o período compreendido entre 7h às 22h como diurno. Nesse caso, o limite máximo estabelecido para o NCA foi ultrapassado.
Ponto 23 - Depósito minério de ferro	Noturno	Caminhões + Movimentação de cargas	65,5	45	Área estritamente residencial urbana	A norma ABNT NBR 10151 estabelece o período compreendido entre 22h às 7h como noturno. Nesse caso, o limite máximo estabelecido para o NCA foi ultrapassado.

Fonte: Equipe técnica, (2011).

2.7.11 Discussão dos Resultados

Os resultados caracterizam a pressão sonora dos diversos tipos de ruídos monitorados nessa campanha.

O uso de protetores auriculares fica evidenciado nos pontos 9 e 24, fundos do Moinho Potiguar e ponto 13, Contêiner + Subestação de energia elétrica. Nesses locais, os níveis encontrados ultrapassam consideravelmente o permitido em norma, bem como a dosagem permissível para o valor alcançado.

Na região do complexo portuário existem diversos tipos de estabelecimentos comerciais, residenciais, recreacionais, escolares e hospitalares. Em nenhum momento, as atividades do Porto de Natal influenciaram no bem estar dessas populações, no que diz respeito à questão de pressão sonora, com exceção da região onde se encontra o pátio utilizado como depósito de minério de ferro.

Em conversa com os moradores e os motoristas dos caminhões, ficou evidenciado o trabalho de descarga do minério durante todo o período noturno. Nesse período, a emissão de ruídos afeta o conforto ambiental da comunidade residencial do entorno, sendo, inclusive, motivo de geração de protestos por parte da comunidade.

2.7.12 Estudo complementar - Hospital dos Pescadores

Complementando o Trabalho sobre o Nível de Pressão Sonora do Porto de Natal, em 2012, e em atendimento a Informação Técnica do IDEMA, foi realizado o monitoramento de ruídos no Hospital dos Pescadores, área possível de sofrer influência das atividades portuárias.

Neste contexto a complementação do presente documento trata do relatório do monitoramento de pressão sonora no Hospital dos Pescadores, bairro Rocas, localizado entre a Av. Duque de Caxias, Rua São João de Deus, nº 80 e Travessa São Pedro. O trabalho foi executado para cumprir o estabelecido no Termo de Referência de Avaliação Ambiental para Regularização Portuária de Natal.

As informações que subsidiaram este complemento foram levantadas no período compreendido entre os dias 17/10/2012 e 19/10/2012. Os resultados servirão para promover e apoiar a regularização ambiental deste porto marítimo outorgado a Companhia Docas do Rio Grande do Norte - CODERN, no intuito de compatibilizar a necessidade de sua operação e manutenção permanentes às normas ambientais vigentes.

Assim como as atividades que envolvem a movimentação de cargas implicam em utilização de máquinas e equipamentos e inerentemente são geradores de ruídos, justifica-se a aplicação deste monitoramento com finalidade de garantir uma qualidade sonora, dentro de padrões aceitáveis, necessária ao ecossistema influenciado pelo empreendimento, os trabalhadores vinculados ao porto e comunidade do entorno do complexo portuário.

Essa qualidade se mantém com o monitoramento da evolução da emissão de ruídos nas áreas de entorno do empreendimento e em dispositivos específicos como guindastes, caminhões, máquinas, *containers*, depósitos, entre outros e com a implementações de medidas de controle dessas emissões com a finalidade de atender as exigências normativas e ambientais para empreendimento.

A complementação do diagnóstico tem como objetivo apresentar os estudos solicitados pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - IDEMA no período compreendido entre os dias 17/10/2012 e 19/10/2012, com o monitoramento de pressões sonoras no Hospital dos Pescadores, próximo às instalações do complexo portuário de Natal permitindo avaliar os impactos das operações, trabalhos executados e suas influências.

O monitoramento foi realizado no:

- Hospital dos Pescadores,

Os equipamentos utilizados foram os mesmos do estudo anterior:

- Medidor de nível de pressão sonora com as seguintes especificações:

Equipamento: Decibelímetro Digital MSL-1354

Marca: Minipa

Referência Normativa:

- IEC 61672-1 Classe 2
- ANSI S1.4 Tipo 2

Número de Série: MSL 1354000011J

- Máquina fotográfica digital da marca SONY, modelo DSC-HX9V.

Os procedimentos adotados no trabalho foram:

- a. Obtenção do equipamento de medição dos níveis de pressão sonora.
- b. Identificação das fontes de ruído.
- c. Definição dos padrões de medição adotados.

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

- d. Realização de três medições por período, durante três dias.
- e. Sendo três medições em período matutino, três em período vespertino e três em período noturno.
- f. Durante cinco minutos para cada medição.
- g. Determinação do Nível de Pressão Sonora no exterior da edificação do Hospital dos Pescadores.
- h. Busca de dados meteorológicos da estação automática (Natal - A304), INMET.
- i. Análise gráfica dos dados tabelados.
- j. Interpolação dos dados meteorológicos com a Escala Beaufort.
- k. Comparação dos resultados obtidos com valores de referência - ABNT NBR 10.151/00.

As medições foram realizadas a 1,2 m acima do solo, com um mínimo de 1,5 m de distância entre paredes e construções e com uso da curva de compensação “A”, em circuito de resposta rápida “fast”, do medidor de nível sonoro “decibelímetro”.

Fontes de Ruídos

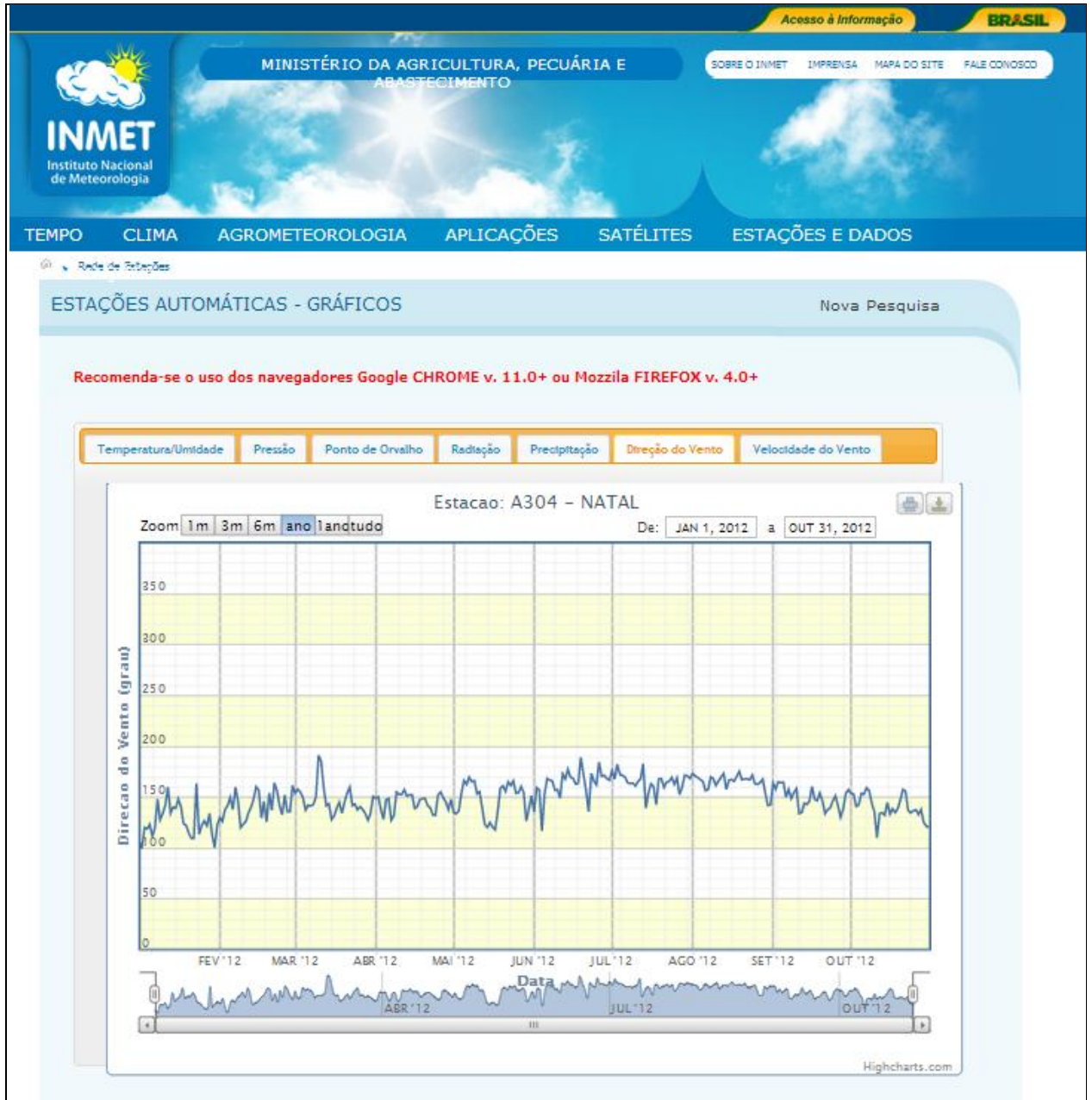
Foram identificadas as seguintes fontes de ruídos nas proximidades do Hospital dos Pescadores:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Ambulâncias
- Música de equipamentos de som na praça
- Motos
- Aparelhos de ar condicionado
- Ruídos provenientes de uma oficina mecânica
- Sensores sonoros de indicativo de ré em caminhões
- Aviões militares
- Caminhão de entrega de gás com sinos
- Comércio

Direção do vento

No Mapa 1, encontra-se a série histórica da direção dos ventos coletados na estação automática de Natal - A 304.

Mapa 1 - Série Histórica de Direção dos Ventos

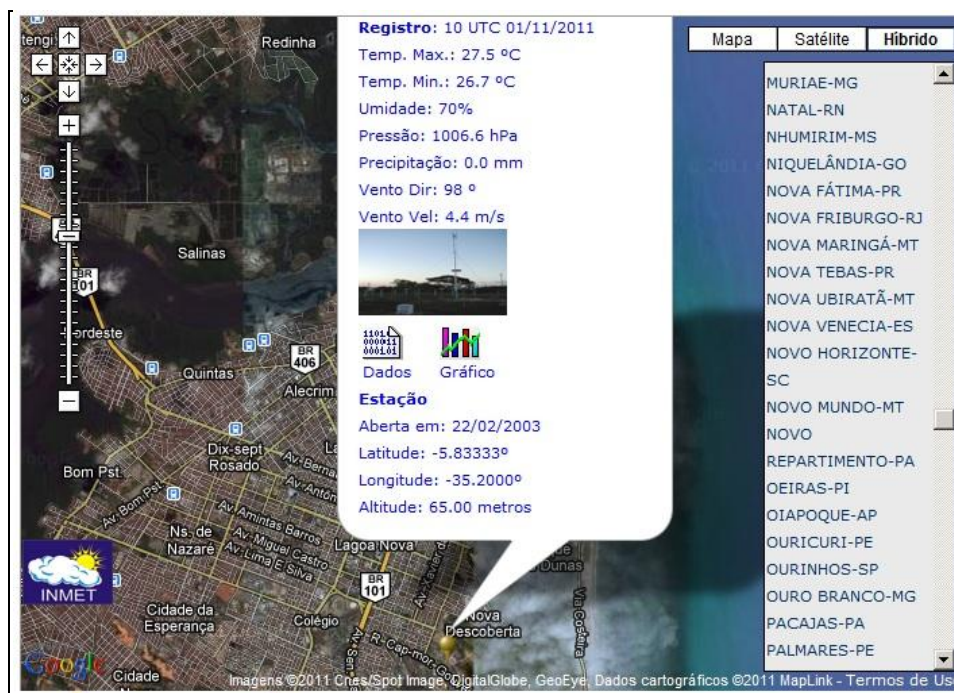


Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

Condições do tempo nos dias e nos locais de medição

- Como o som propagado ao ar livre sofre atenuação devido a diversos fatores, como a vegetação, a variação de temperatura e o efeito do vento; as condições do tempo nos dias e nos locais das medições foram consideradas.
- As medições foram realizadas entre os dias 17 e 19 de outubro de 2012, em períodos matutino, vespertino e noturno, longe de interferências elétricas;
- Nesses dias de avaliações do nível de pressão sonora, na área em estudo, os dados de temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar foram obtidos através das informações disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Metrologia - INMET, através da estação meteorológica automática de Natal/RN situada nas coordenadas (5°49'59.99" S .. 35°12'0.00" O), Figuras 103 a 106.

Figura 103 - Estação Automática de Natal/RN



Fonte: INMET, (2012)

Figura 104 - Condições climáticas no dia 17/10/2012

Consulta Dados da Estação Automática: NATAL (RN) Fechar

Observação: Estes são dados brutos e sem consistência com o único objetivo de deixá-los disponíveis de forma imediata. Uma nova versão apresentará os dados depois de verificação de consistência.

Data Inicial: Data Final: Nova Pesquisa Download de Dados

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação (kJ/m ²)	Chuva (mm)
		Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.		
17/10/2012	09	25.5	////	////	75	///	///	20.8	////	////	1008.9	////	////	5.3	135°	////	178.6	0.0
17/10/2012	10	26.0	26.1	25.5	75	76	72	21.2	21.3	20.5	1009.4	1009.5	1008.9	6.2	142°	10.9	712.2	0.0
17/10/2012	11	25.5	26.1	24.6	82	87	75	22.3	22.7	21.2	1010.1	1010.1	1009.4	5.0	137°	13.0	630.2	0.0
17/10/2012	12	24.9	25.7	23.9	89	90	82	23.0	23.0	21.9	1010.1	1010.1	1010.0	5.3	132°	11.4	696.7	0.8
17/10/2012	13	27.5	27.7	24.9	71	89	71	21.8	23.2	21.5	1010.0	1010.2	1010.0	7.1	138°	12.4	2325.	0.0
17/10/2012	14	28.0	28.8	27.4	67	73	65	21.3	22.4	21.2	1009.5	1010.0	1009.5	8.4	140°	13.6	3486.	0.0
17/10/2012	15	28.0	29.4	27.6	66	68	63	21.1	22.2	20.7	1008.5	1009.5	1008.5	7.9	139°	12.8	3424.	0.0
17/10/2012	16	28.8	29.1	28.0	63	67	60	21.0	21.4	19.9	1007.5	1008.5	1007.5	7.6	138°	13.6	3241.	0.0
17/10/2012	17	28.2	29.0	27.6	66	67	62	21.2	21.2	19.9	1006.9	1007.5	1006.9	7.4	140°	13.9	2842.	0.0
17/10/2012	18	27.4	28.9	27.2	66	68	62	20.6	21.3	20.2	1006.9	1007.0	1006.8	7.6	137°	12.8	1737.	0.0
17/10/2012	19	26.9	27.7	26.7	70	71	66	20.9	21.2	20.4	1006.9	1006.9	1006.7	7.0	139°	12.6	1046.	0.2
17/10/2012	20	26.3	26.9	26.3	73	73	///	21.1	21.1	///	1007.3	1007.3	1006.9	5.6	141°	11.3	287.3	0.6
17/10/2012	21	25.3	26.3	25.3	82	82	72	21.9	22.1	20.9	1007.7	1007.7	1007.3	5.5	138°	11.9	7.513	0.4
17/10/2012	22	25.5	25.5	25.2	78	82	77	21.3	22.0	21.0	1008.3	1008.3	1007.6	5.2	141°	11.7	-3.51	0.0
17/10/2012	23	25.6	25.8	25.5	75	78	74	20.8	21.3	20.6	1008.6	1008.6	1008.3	6.6	142°	11.5	-3.13	0.2

Fonte: INMET, (2012)

Figura 105 - Condições climáticas no dia 18/10/2012

Consulta Dados da Estação Automática: NATAL (RN) Fechar

Observação: Estes são dados brutos e sem consistência com o único objetivo de deixá-los disponíveis de forma imediata. Uma nova versão apresentará os dados depois de verificação de consistência.

Data Inicial: Data Final:

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação (kJ/m²)	Chuva (mm)
		UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.		
18/10/2012	00	25.6	25.6	25.5	75	76	73	20.8	21.0	20.5	1009.0	1009.0	1008.6	6.3	137°	11.3	-2.88	0.0
18/10/2012	01	25.5	25.7	25.4	71	75	70	19.8	20.7	19.6	1009.1	1009.3	1008.9	6.2	132°	11.7	-3.30	0.0
18/10/2012	02	25.4	25.5	25.3	75	75	71	20.7	20.7	19.9	1008.6	1009.1	1008.6	5.0	135°	10.9	-3.54	0.0
18/10/2012	03	25.3	25.5	25.2	73	76	72	20.0	20.8	19.9	1008.3	1008.6	1008.3	5.6	146°	10.9	-3.06	0.0
18/10/2012	04	24.3	25.3	24.3	82	82	72	21.0	21.0	19.8	1007.8	1008.3	1007.8	3.9	127°	10.2	-3.00	0.2
18/10/2012	05	24.8	24.9	24.0	78	84	77	20.7	21.3	20.3	1007.5	1007.8	1007.5	4.7	130°	10.1	-3.54	0.2
18/10/2012	06	23.1	25.1	22.9	91	91	75	21.5	21.5	20.2	1007.6	1007.7	1007.4	3.3	124°	11.4	-0.98	1.0
18/10/2012	07	23.4	23.4	22.2	81	91	81	19.9	21.5	19.8	1007.6	1007.8	1007.5	3.2	129°	11.5	-2.35	0.4
18/10/2012	08	23.6	23.6	22.9	86	90	81	21.1	21.4	20.0	1007.5	1007.7	1007.4	3.4	127°	10.3	-2.60	0.2
18/10/2012	09	24.3	24.7	23.6	84	86	79	21.3	21.7	20.7	1007.9	1007.9	1007.4	5.9	130°	12.0	187.4	0.0
18/10/2012	10	26.2	26.2	24.3	69	85	66	20.1	21.5	19.1	1008.4	1008.4	1007.9	5.4	129°	12.0	1228.	0.0
18/10/2012	11	27.1	27.3	26.1	66	72	66	20.1	20.9	19.9	1008.7	1008.7	1008.3	5.7	130°	11.7	2090.	0.0
18/10/2012	12	27.6	27.6	26.9	66	69	65	20.8	21.0	20.0	1008.6	1008.8	1008.5	6.3	137°	10.9	2850.	0.0
18/10/2012	13	28.3	28.3	26.9	63	70	63	20.5	21.8	20.1	1008.3	1008.6	1008.3	6.8	128°	11.4	3056.	0.0
18/10/2012	14	28.3	28.8	27.7	60	63	57	19.8	20.5	19.3	1008.3	1008.4	1008.2	7.1	133°	12.0	3723.	0.0
18/10/2012	15	27.9	29.3	27.6	63	66	56	20.3	21.1	19.3	1007.5	1008.3	1007.5	7.5	144°	12.0	3567.	0.0
18/10/2012	16	28.8	29.0	27.5	57	65	57	19.4	21.0	19.1	1006.8	1007.5	1006.8	7.4	141°	12.2	3364.	0.0
18/10/2012	17	28.1	28.8	27.3	62	65	56	20.0	20.7	18.7	1006.3	1006.9	1006.3	6.9	139°	12.2	2809.	0.0
18/10/2012	18	27.4	28.0	27.0	67	68	62	20.6	20.9	19.8	1006.2	1006.3	1006.1	5.8	138°	11.6	1406.	0.0
18/10/2012	19	26.7	27.8	26.5	68	71	66	20.4	21.3	20.3	1006.4	1006.4	1006.1	4.8	131°	10.4	990.7	0.0
18/10/2012	20	26.2	26.8	26.2	70	71	68	20.4	20.8	20.1	1006.7	1006.7	1006.4	5.6	139°	10.4	291.7	0.0
18/10/2012	21	25.8	26.2	25.8	74	74	68	20.7	20.9	19.8	1006.9	1006.9	1006.7	5.6	142°	9.7	9.514	0.0
18/10/2012	22	25.7	25.8	25.6	70	76	70	19.8	21.1	19.8	1007.3	1007.3	1006.9	5.1	137°	9.1	-3.53	0.0
18/10/2012	23	25.6	25.7	25.6	72	73	69	20.2	20.3	19.6	1007.8	1007.8	1007.3	5.5	132°	9.4	-3.50	0.0

Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2012.

Figura 106 - Condições climáticas no dia 19/10/2012

Consulta Dados da Estação Automática: NATAL (RN) Fechar

Observação: Estes são dados brutos e sem consistência com o único objetivo de deixá-los disponíveis de forma imediata. Uma nova versão apresentará os dados depois de verificação de consistência.

Data Inicial: Data Final:

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação (kJ/m²)	Chuva (mm)
		UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.		
19/10/2012	00	25.5	25.6	25.5	76	76	72	20.9	21.0	20.3	1008.4	1008.4	1007.8	4.5	134°	9.4	-3.53	0.0
19/10/2012	01	25.4	25.5	25.4	77	77	74	21.0	21.2	20.5	1008.3	1008.5	1008.3	4.9	137°	8.8	-3.54	0.0
19/10/2012	02	25.4	25.5	25.3	75	78	73	20.7	21.3	20.3	1008.1	1008.3	1008.0	4.9	138°	9.6	-3.49	0.0
19/10/2012	03	25.3	25.4	25.2	77	78	75	20.9	21.2	20.6	1007.4	1008.1	1007.4	4.7	142°	10.2	-3.26	0.0
19/10/2012	04	25.0	25.3	25.0	75	78	75	20.4	21.1	20.3	1006.9	1007.4	1006.9	4.5	139°	9.3	-3.33	0.0
19/10/2012	05	25.1	25.1	25.0	77	77	75	20.7	20.7	20.2	1006.4	1006.9	1006.4	4.3	138°	10.0	-3.54	0.0
19/10/2012	06	24.9	25.1	24.9	77	77	75	20.6	20.8	20.3	1006.3	1006.4	1006.2	4.1	138°	8.6	-3.54	0.0
19/10/2012	07	24.9	25.0	24.8	79	79	77	20.9	20.9	20.6	1006.4	1006.5	1006.2	3.6	148°	7.9	-3.54	0.0
19/10/2012	08	24.6	25.1	24.4	79	83	79	20.6	21.7	20.6	1006.7	1006.7	1006.3	5.2	146°	9.4	-2.46	0.0
19/10/2012	09	25.0	25.0	24.4	75	81	75	20.3	21.1	20.1	1007.0	1007.0	1006.7	4.6	139°	8.1	92.32	0.0
19/10/2012	10	26.5	26.8	25.0	71	79	71	20.9	22.3	20.3	1007.6	1007.6	1007.0	6.0	131°	9.9	897.4	0.0
19/10/2012	11	26.9	27.4	26.3	71	75	67	21.2	21.7	20.5	1008.1	1008.1	1007.6	5.9	138°	11.9	1429.	0.0
19/10/2012	12	27.7	28.1	26.6	67	74	66	21.0	22.1	20.6	1008.3	1008.3	1008.1	6.7	135°	11.9	2068.	0.0
19/10/2012	13	27.3	28.4	27.1	71	72	66	21.7	22.1	21.1	1008.1	1008.3	1008.1	6.3	132°	12.4	2052.	0.0
19/10/2012	14	28.5	29.4	27.3	65	71	62	21.3	21.9	20.5	1007.7	1008.1	1007.7	6.4	139°	12.1	3731.	0.0
19/10/2012	15	27.8	29.0	27.5	65	68	60	20.7	21.7	20.2	1006.9	1007.7	1006.9	7.2	135°	12.6	3506.	0.0
19/10/2012	16	27.5	28.9	27.5	70	70	60	21.5	21.5	19.9	1006.3	1007.0	1006.1	6.6	143°	12.2	3175.	0.0
19/10/2012	17	27.9	28.8	26.8	67	73	65	21.1	22.3	20.8	1005.4	1006.3	1005.4	6.2	134°	10.8	2418.	0.0
19/10/2012	18	26.6	28.7	26.5	75	75	64	21.7	22.1	20.8	1005.1	1005.4	1005.1	7.3	142°	12.9	1486.	0.0
19/10/2012	19	26.5	27.6	26.3	75	75	69	21.6	22.1	20.8	1005.1	1005.2	1005.0	7.4	142°	13.0	1182.	0.0
19/10/2012	20	25.4	26.4	25.4	80	80	73	21.6	21.8	21.0	1005.6	1005.6	1005.1	6.1	140°	13.0	433.6	0.0
19/10/2012	21	25.2	25.8	25.0	77	80	76	20.9	21.5	20.9	1006.1	1006.1	1005.5	6.5	153°	12.4	5.606	0.0
19/10/2012	22	24.9	25.5	24.8	79	80	76	21.0	21.2	20.7	1006.7	1006.7	1006.0	6.9	154°	13.2	-1.04	0.0
19/10/2012	23	23.9	25.2	23.8	87	87	77	21.6	21.7	20.9	1007.4	1007.4	1006.7	6.0	143°	11.2	-2.20	0.2

Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2012.

Com esses dados foi possível fazer a avaliação da velocidade do vento no momento das medições a fim de identificar sua interferência durante a coleta. Os dados obtidos para a velocidade do vento através do INMET foram comparados segundo a Escala de Beaufort (Tabela 27), a qual quantifica os ventos e indica suas conseqüências. Os ventos ocorrentes no exato momento das medições foram classificados e identificados, de acordo com essa escala (Tabela 28).

Tabela 27 - Escala Beaufort

Grau	Designação	nós	km/h	m/s	Aspecto do mar	Efeitos em terra
0	<i>Calmaria</i>	<1	<2	<1	Espelhado	Fumaça sobe na vertical
1	<i>Bafagem</i>	1 a 3	2 a 6	1 a 2	Pequenas rugas na superfície do mar	Fumaça indica direção do vento
2	<i>Aragem</i>	4 a 6	7 a 11	2 a 3	Ligeira ondulação sem rebentação	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	<i>Fraço</i>	7 a 10	13 a 19	4 a 5	Ondulação até 60 cm, com alguns <i>carneiros</i>	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	<i>Moderado</i>	11 a 16	20 a 30	6 a 8	Ondulação até 1.5 m, <i>carneiros</i> frequentes	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	<i>Fresco</i>	17 a 21	31 a 39	9 a 11	Ondulação até 2.5 m, muitos <i>carneiros</i>	Movimentação de árvores pequenas; superfície dos lagos ondula
6	<i>Muito Fresco</i>	22 a 27	41 a 50	11 a 14	Ondas grandes até 3.5 m; borrifos	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda chuva aberto
7	<i>Forte</i>	28 a 33	52 a 61	14 a 17	Mar revolto até 4.5 m com espuma e borrifos	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	<i>Muito Forte</i>	34 a 40	63 a 74	17 a 21	Mar revolto até 7.5 m com rebentação e faixas de espuma	Quebram-se galhos de árvores; circulação de pessoas difícil
9	<i>Duro</i>	41 a 47	76 a 87	21 a 24	Mar revolto até 9 m; borrifos afectam visibilidade	Danos em árvores; impossível andar contra o vento
10	<i>Muito Duro</i>	48 a 55	89 a 102	25 a 28	Mar revolto até 12 m; superfície do mar branca	Árvores arrancadas; danos na estrutura de construções
11	<i>Tempestade</i>	56 a 63	104 a 117	29 a 32	Mar revolto até 14 m; pequenos navios sobem nas vagas	Estragos abundantes em telhados e árvores
12	<i>Furacão</i>	>64	>119	>33	Mar todo de espuma; visibilidade nula	Grandes estragos

Fonte: Companhia da Escalada, 2011.

Tabela de interferência do vento no momento da medição

Tabela 28 - Resultado da interferência de ventos na coleta de dados

Ponto	Data	Hora	Vento (m/s)	Grau	Designação
1	17/10/2012	22:07h às 22:12h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
2	17/10/2012	22:14h às 22:19h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
3	17/10/2012	22:21h às 22:26h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
4	18/10/2012	15:54h às 15:59h	7.5	4	Moderado
5	18/10/2012	16:00h às 16:05h	7.4	4	Moderado
6	18/10/2012	16:06h às 16:11h	7.4	4	Moderado
7	19/10/2012	08:20h às 08:25h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
8	19/10/2012	08:26h às 08:31h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado
9	19/10/2012	08:32h às 08:37h	5.2	3 - 4	Fraco - Moderado

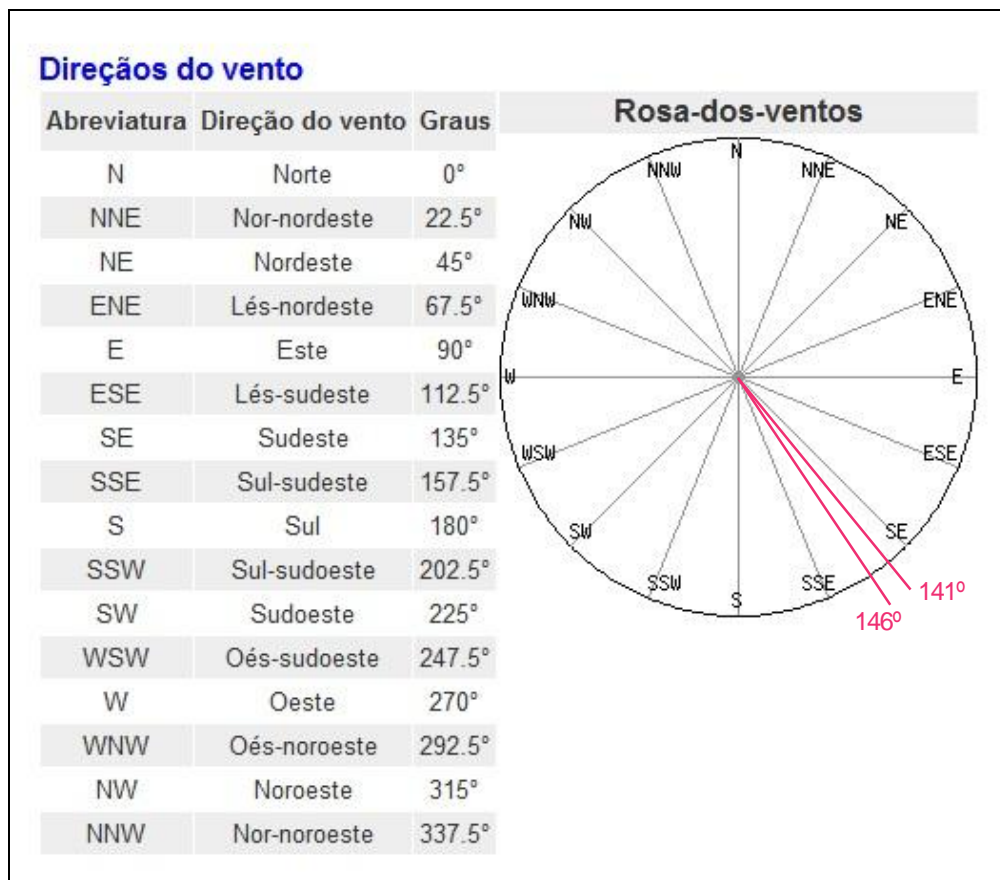
Esta tabela mostra que não houve interferências significativas de vento durante as coletas dos dados.

Predominância do vento no período de coleta de dados

A Figura 107 posiciona a direção do vento nos dias de coletas de dados, os parâmetros foram obtidos da estação meteorológica automática de Natal, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

A predominância do vento ficou no quadrante SE (Sudeste) - SSE (Sul-sudeste).

Figura 107 - Rosa dos ventos



Fonte: Equipe técnica, (2012).

Imagem com o ponto de amostragem

Por solicitação do IDEMA e disposto no Termo de Referência o ponto de amostragem para as medições de pressão sonora foi o Hospital dos Pescadores situado à Rua São João de Deus, esquina com a Av. Duque de Caxias e de fundos para a Travessa São Pedro, conforme Figura 108.

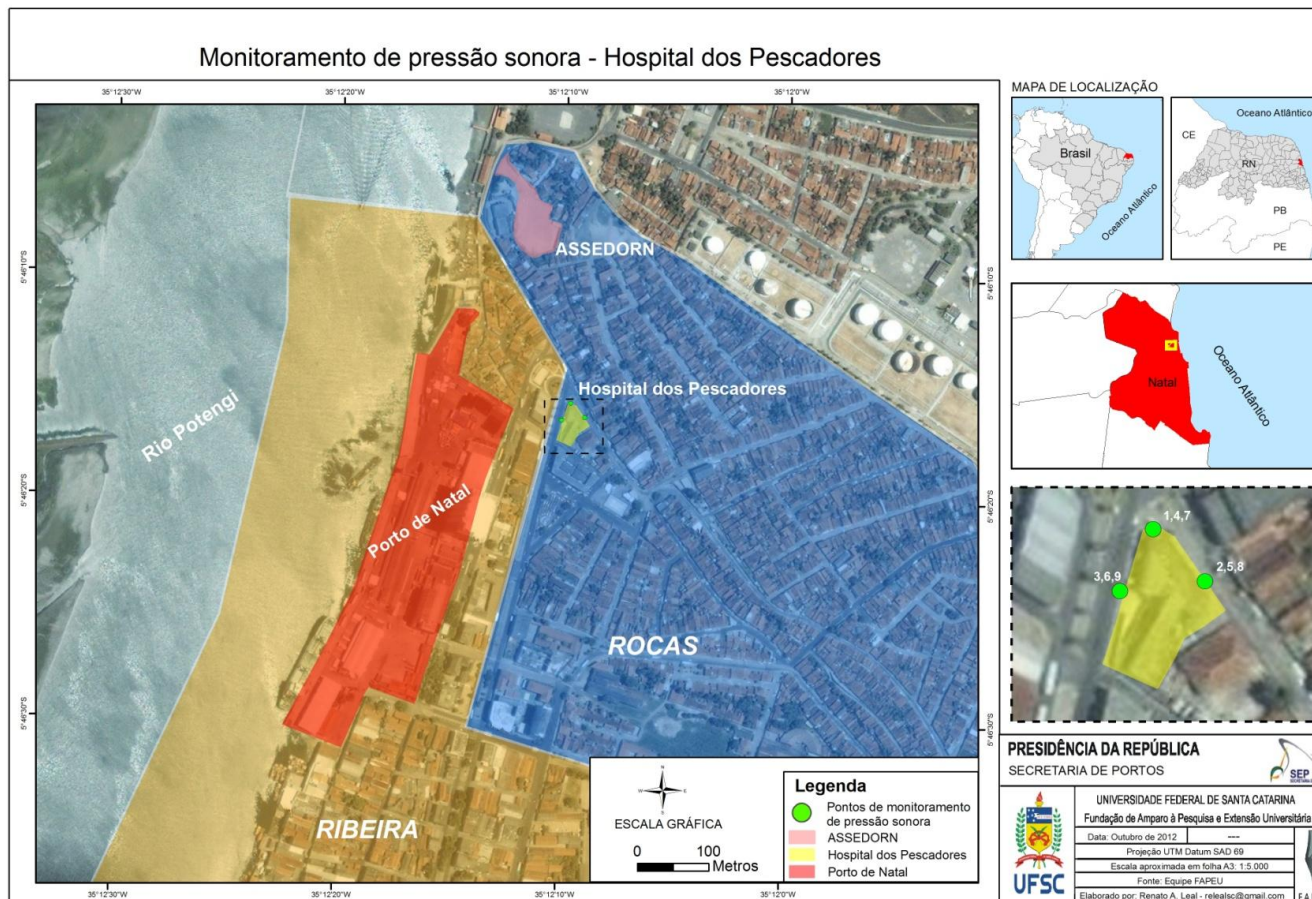
- Hospital dos Pescadores Coordenadas (5°46'16.17"S .. 35°12'10.70"O)

Neste ponto foram realizadas três coletas de dados em períodos matutino, vespertino e noturno, conforme Tabela 29, e buscaram a verificação e as condições de “conforto” acústico para os funcionários e pacientes, nas laterais e fachada do



edifício, relacionando o ruído gerado pela operação portuária e som difuso decorrentes da movimentação de veículos, pessoas e comércio do seu entorno.

Figura 108 – Monitoramento de pressão sonora – Hospital dos Pescadores



Fonte: adaptado do Google Earth, 2012.

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 27, Página 28).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Tabela 29 - Localização dos pontos de amostragem

Ponto	Data	Hora	Local	Coordenada
1	17/10/2012	22:07h às 22:12h	Av. Duque de Caxias - esquina com a - Rua São João de Deus	5°46'15.51"S 35°12'10.74"O
2	17/10/2012	22:14h às 22:19h	Rua São João de Deus	5°46'16.35"S 35°12'10.09"O
3	17/10/2012	22:21h às 22:26h	Av. Duque de Caxias	5°46'16.41"S 35°12'11.05"O
4	18/10/2012	15:54h às 15:59h	Av. Duque de Caxias - esquina com a - Rua São João de Deus	5°46'15.51"S 35°12'10.74"O
5	18/10/2012	16:00h às 16:05h	Rua São João de Deus	5°46'16.35"S 35°12'10.09"O
6	18/10/2012	16:06h às 16:11h	Av. Duque de Caxias	5°46'16.41"S 35°12'11.05"O
7	19/10/2012	08:20h às 08:25h	Av. Duque de Caxias - esquina com a - Rua São João de Deus	5°46'15.51"S 35°12'10.74"O
8	19/10/2012	08:26h às 08:31h	Rua São João de Deus	5°46'16.35"S 35°12'10.09"O
9	19/10/2012	08:32h às 08:37h	Av. Duque de Caxias	5°46'16.41"S 35°12'11.05"O

Fonte: Equipe técnica, (2012).

Coleta dos dados conforme a ABNT - NBR 10151/00

As leituras foram realizadas conforme a ABNT - NBR 10151/00 (Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento).

Esta norma fixa, em termos gerais:

- as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente de reclamações;
- um método para a medição do ruído, e aplicação de correções.

Esta norma envolve, em termos gerais:

- o método de avaliação das medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), em *decibels* ponderados em “A”.

Esta norma visa, em termos gerais:

- O conforto da comunidade.

Nível de Critério de Avaliação - NCA

O Nível Critério de Avaliação (NCA) para ambientes exteriores está indicado na Tabela 30 a seguir.

Tabela 30 - Nível de critério de avaliação - NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55



Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Área mista predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT - NBR 10151/00

Pontos de Amostragem

A caracterização dos pontos de amostragem encontram-se na Tabela 31 a seguir:

Tabela 31 - Caracterização dos pontos de amostragem

Pto	Local	Endereço	Data	Hora	dB(A)			NCA	Característica NCA	Coordenadas
					Mín	Máx	Méd			
1	Hospital dos Pescadores	Av. Duque de Caxias - esquina com a - Rua São João de Deus	17/10/12	22:07h às 22:12h	55,7	82,4	63,1	45	Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	5°46'15.51"S 35°12'10.74"O
2		Rua São João de Deus		22:14h às 22:19h	55,0	85,0	58,6			5°46'16.35"S 35°12'10.09"O
3		Av. Duque de Caxias		22:21h às 22:26h	56,0	76,1	61,9			5°46'16.41"S 35°12'11.05"O
4	Hospital dos Pescadores	Av. Duque de Caxias - esquina com a - Rua São João de Deus	18/10/12	15:54h às 15:59h	58,6	78,9	65,6	50	Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	5°46'15.51"S 35°12'10.74"O
5		Rua São João de Deus		16:00h às 16:05h	55,5	81,3	61,3			5°46'16.35"S 35°12'10.09"O
6		Av. Duque de Caxias		16:06h às 16:11h	63,6	77,9	68,0			5°46'16.41"S 35°12'11.05"O
7	tal do s Pe sc ad	Av. Duque de Caxias - esquina com a - Rua	19/10/12	08:20h às 08:25h	59,3	87,4	67,5	50	Área estritamente residencial urbana	5°46'15.51"S 35°12'10.74"O



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Pto	Local	Endereço	Data	Hora	dB(A)			NCA	Característica NCA	Coordenadas
					Mín	Máx	Méd			
		São João de Deus							ou de hospitais ou de escolas	
8		Rua São João de Deus		08:26h às 08:31h	56,5	84,9	64,3			5°46'16.35"S 35°12'10.09"O
9		Av. Duque de Caxias		08:32h às 08:37h	65,1	76,9	67,4			5°46'16.41"S 35°12'11.05"O

Fonte: Equipe técnica, (2012).



Localização dos Pontos de Amostragem

Os pontos correspondentes as amostragens estão dispostos na Figura 109:

Os pontos 1, 4 e 7 estão localizados na confluência entre a Av. Duque de Caxias e Rua São João de Deus.

Os pontos 2, 5 e 8 estão localizados na Av. Duque de Caxias.

Os pontos 3, 6 e 9 estão localizados na Rua São João de Deus.

Figura 109 - Pontos de Coleta de Dados



Fonte: adaptado Google Earth, 2012.

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Resultados

No dia 17 de outubro de 2012 os dados foram coletados em período noturno, após as 22h. (Figuras 110 a 112 e Gráficos 43 a 45).

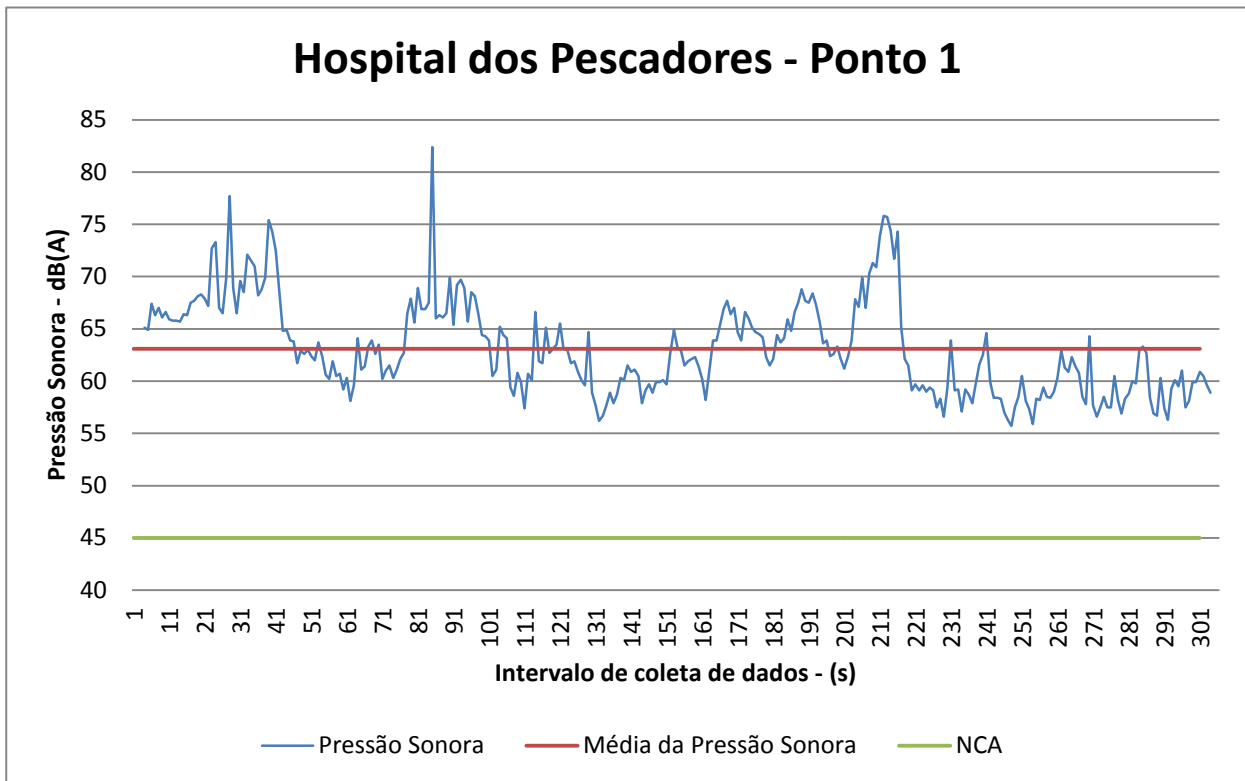
Figura 110 - (Ponto 1, 17/10/2012, 22:07h)



Fonte: Equipe técnica, (17/10/2012).

Av. Duque de Caxias esquina com a Rua São João de Deus.

Gráfico 43 - Ponto 1



Durante a coleta de dados, os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Ambulâncias
- Música de equipamentos de som na praça
- Motos

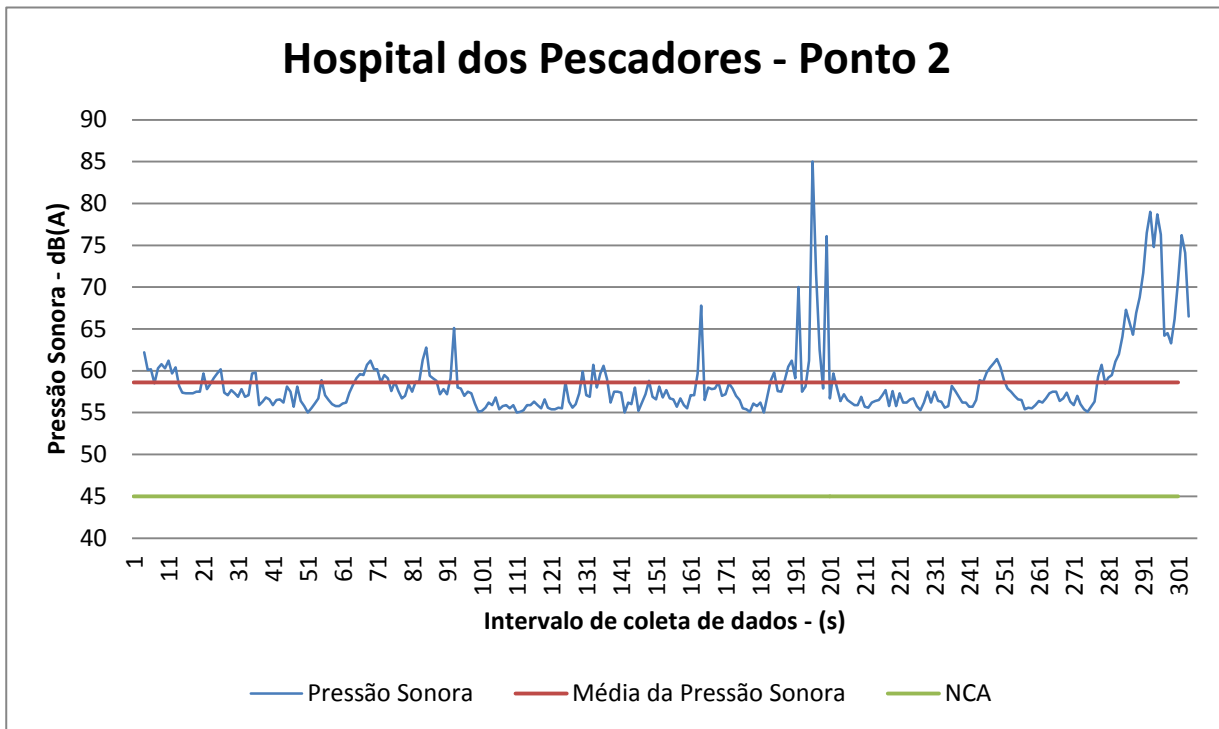
Figura 111 - (Ponto 2, 17/10/2012, 22:14h)



Fonte: Equipe técnica, (17/10/2012).

Rua São João de Deus.

Gráfico 44 - Ponto 2



Durante a coleta de dados os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Aparelhos de ar condicionado
- Motos

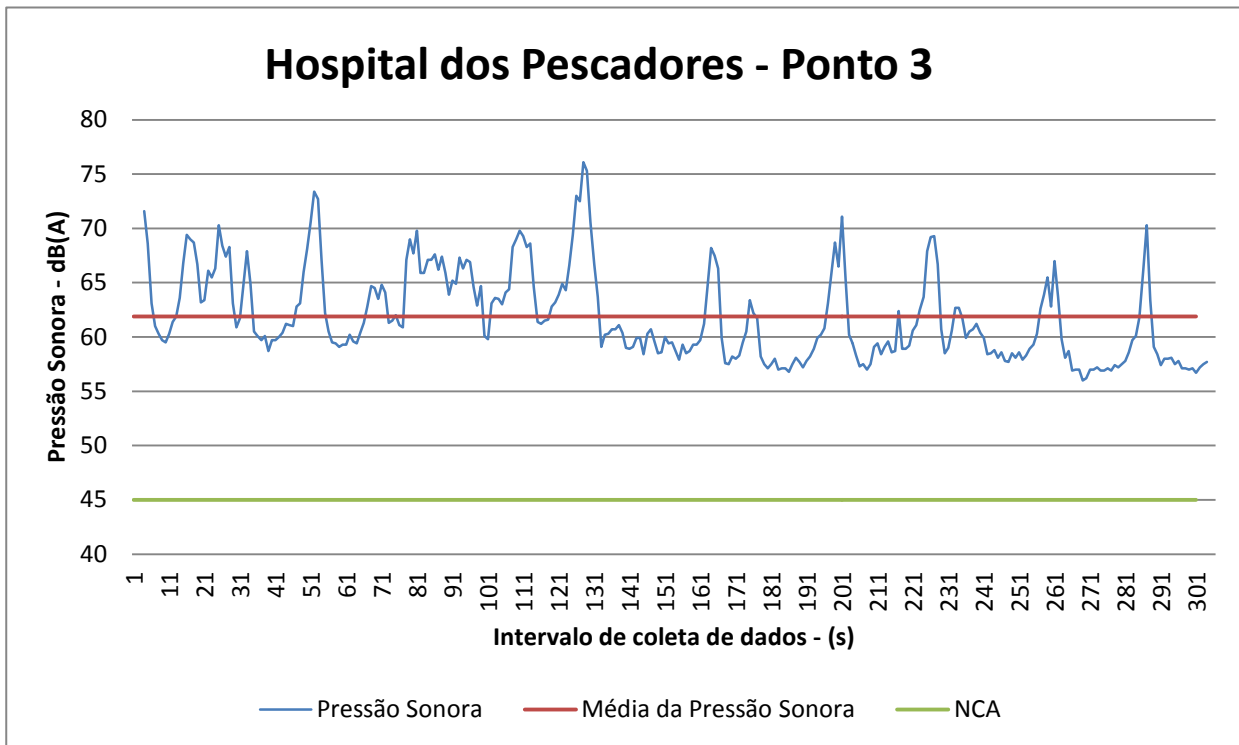
Figura 112 - (Ponto 3, 17/10/2012, 22:21h)



Fonte: Equipe técnica, (17/10/2012).

Av. Duque de Caxias.

Gráfico 45 - Ponto 3



Durante a coleta de dados os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Aparelhos de ar condicionado
- Motos

No dia 18 de outubro de 2012 os dados foram coletados em período vespertino, com início as 15h:54h. (Figuras 113 a 115 e Gráficos 46 a 48).

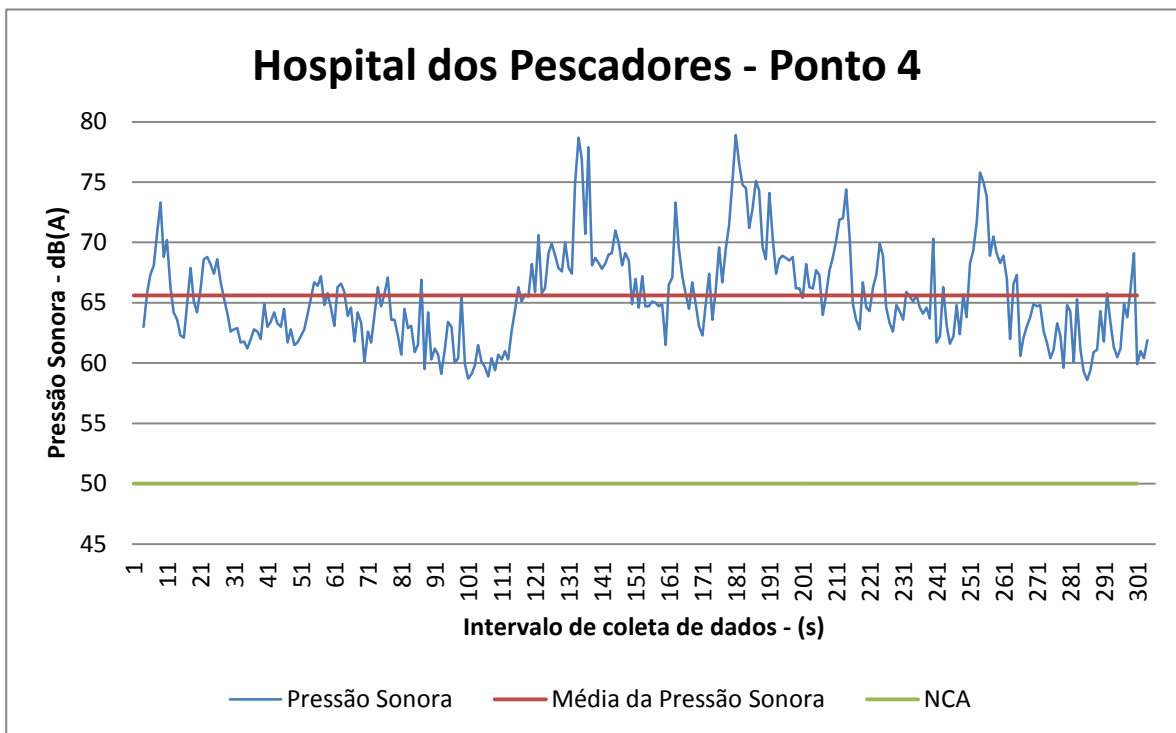
Figura 113 - (Ponto 4, 18/10/2012, 15:54h)



Fonte: Equipe técnica, (18/10/2012).

Av. Duque de Caxias esquina com a Rua São João de Deus.

Gráfico 46 - Ponto 4



Durante a coleta de dados, os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Ambulâncias
- Ruídos provenientes de oficina mecânica
- Música de equipamentos de som na praça
- Motos
- Comércio

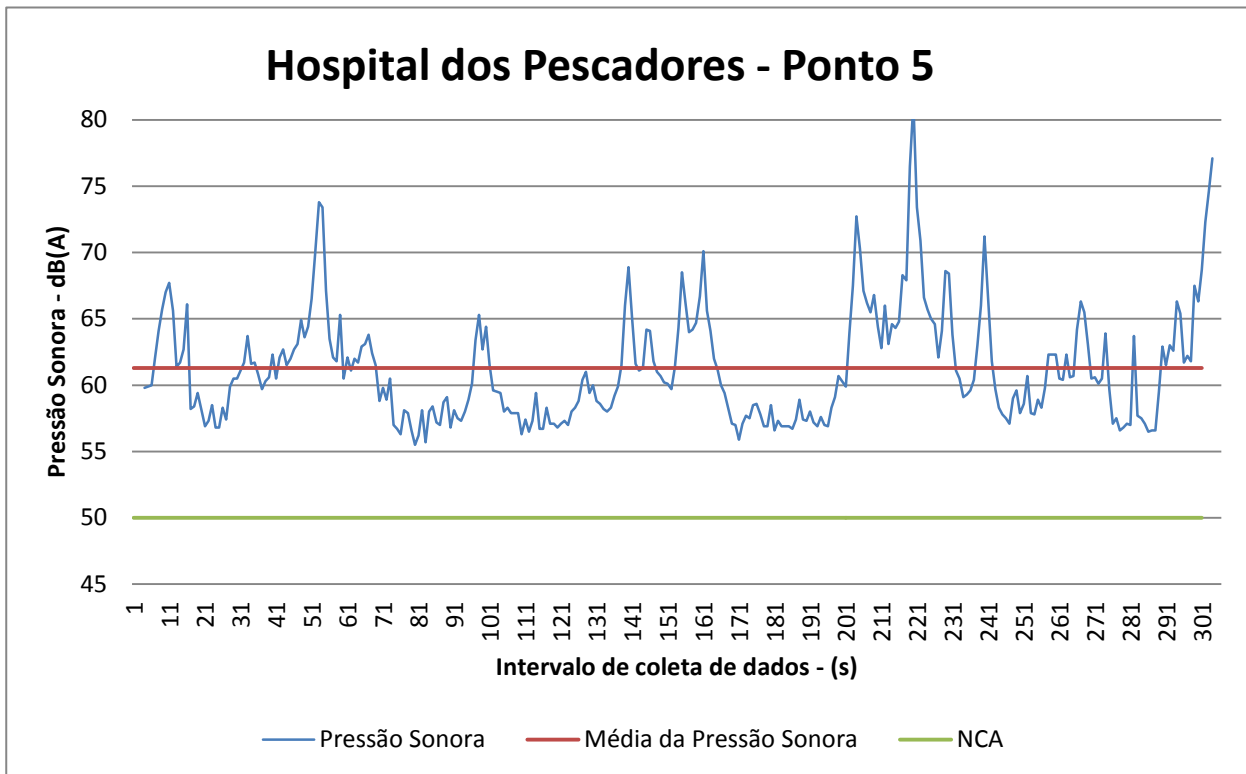
Figura 114 - (Ponto 5, 18/10/2012, 16:00h)



Fonte: Equipe técnica, (18/10/2012).

Rua São João de Deus.

Gráfico 47 - Ponto 5



Durante a coleta de dados, os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Motos
- Aparelhos de ar condicionado
- Aviões militares
- Caminhão de entrega de gás com sinos
- Comércio

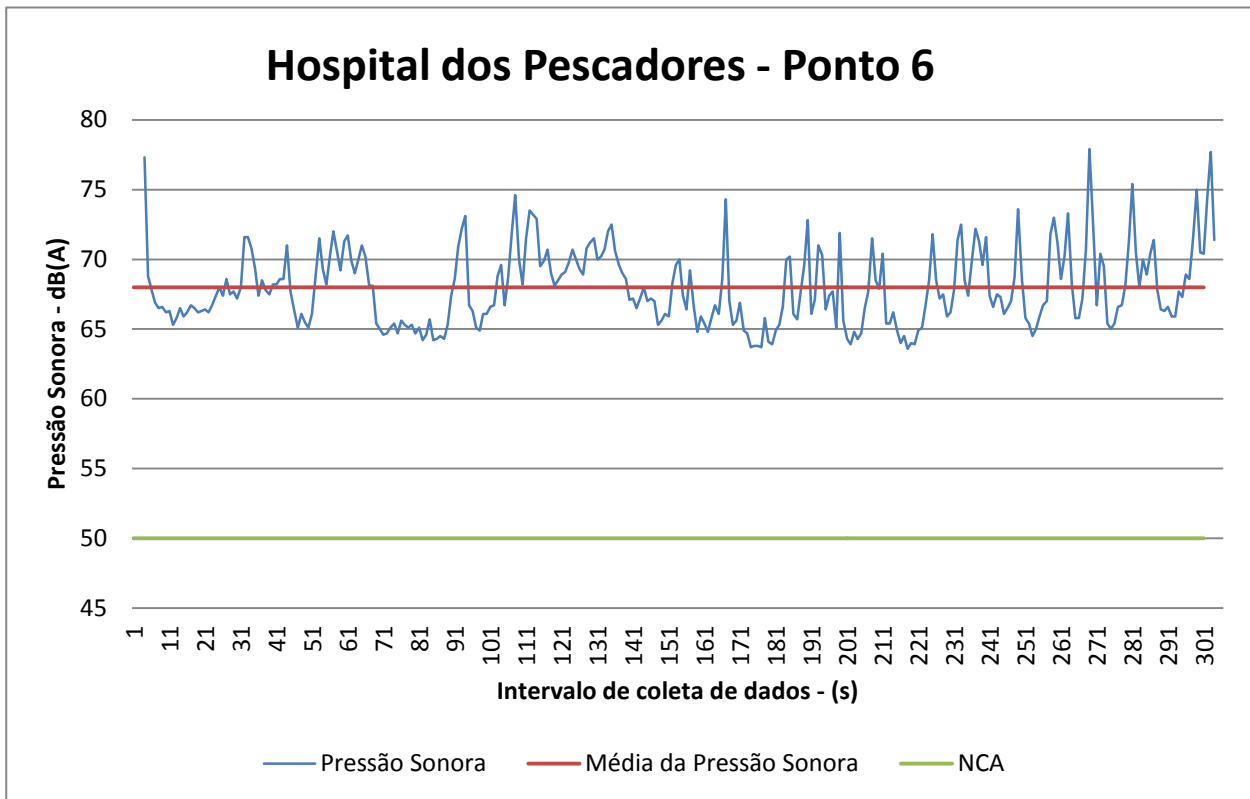
Figura 115 - (Ponto 6, 18/10/2012, 16:06h)



Fonte: Equipe técnica, (18/10/2012).

Av. Duque de Caxias.

Gráfico 48 - Ponto 6



Durante a coleta de dados, os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Motos
- Aparelhos de ar condicionado
- Ruídos provenientes de oficina mecânica
- Caminhão de entrega de gás com sinos
- Comércio

No dia 19 de outubro de 2012 os dados foram coletados em período matutino, com início as 08:20h. (Figuras de 116 a 118 e Gráficos de 49 a 51).

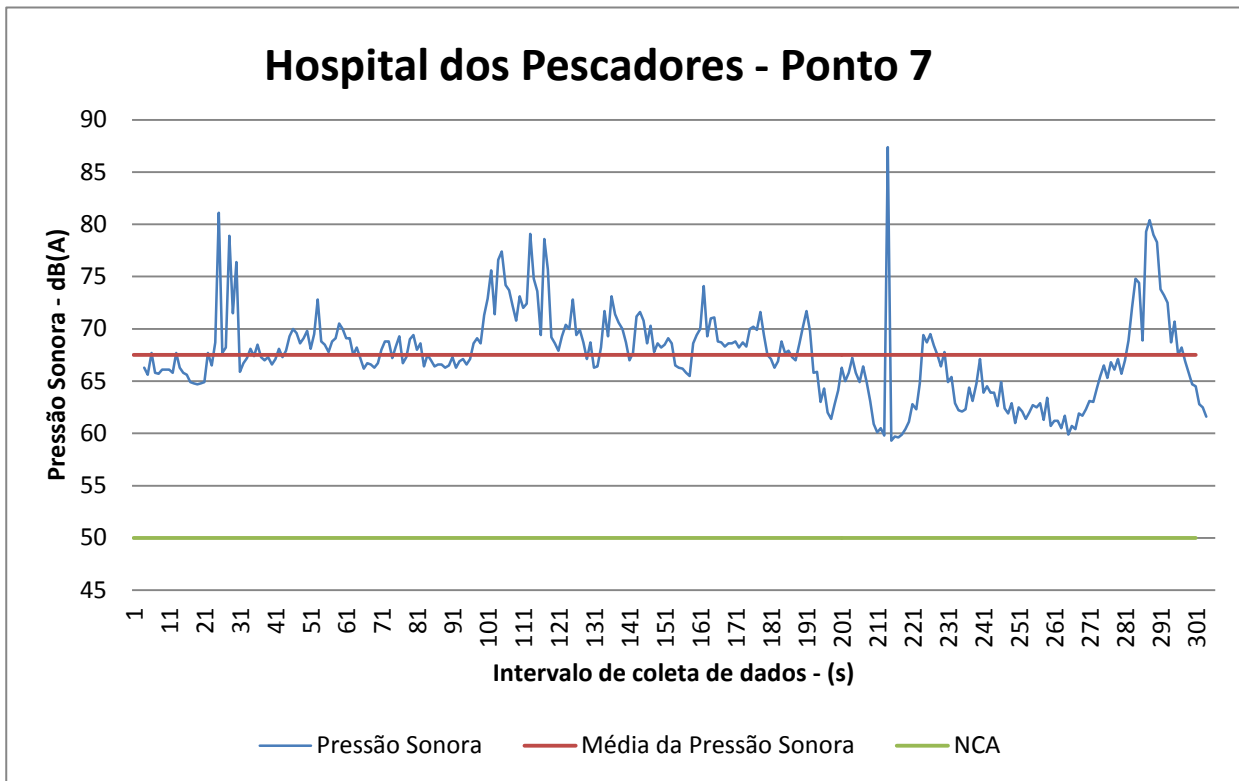
Figura 116 - (Ponto 7, 19/10/2012, 08:20h)



Fonte: Equipe técnica, (19/10/2012).

Av. Duque de Caxias esquina com a Rua São João de Deus.

Gráfico 49 - Ponto 7



Durante a coleta de dados, os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Motos
- Aparelhos de ar condicionado
- Ruídos provenientes de uma oficina mecânica
- Sensores sonoros de indicativo de ré em caminhões
- Comércio

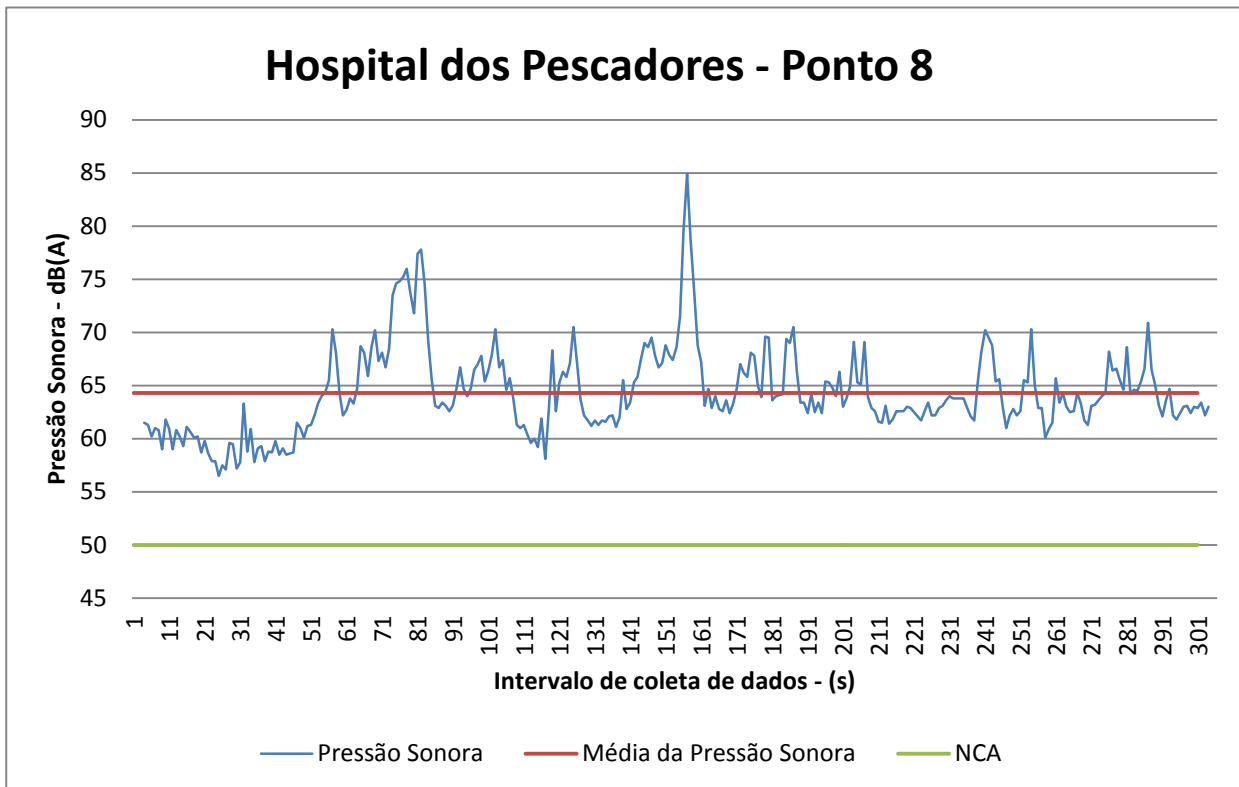
Figura 117 - (Ponto 8, 19/10/2012, 08:26h)



Fonte: Equipe técnica, (19/10/2012).

Rua São João de Deus.

Gráfico 50 - Ponto 8



Durante a coleta de dados, os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Motos
- Aparelhos de ar condicionado
- Comércio

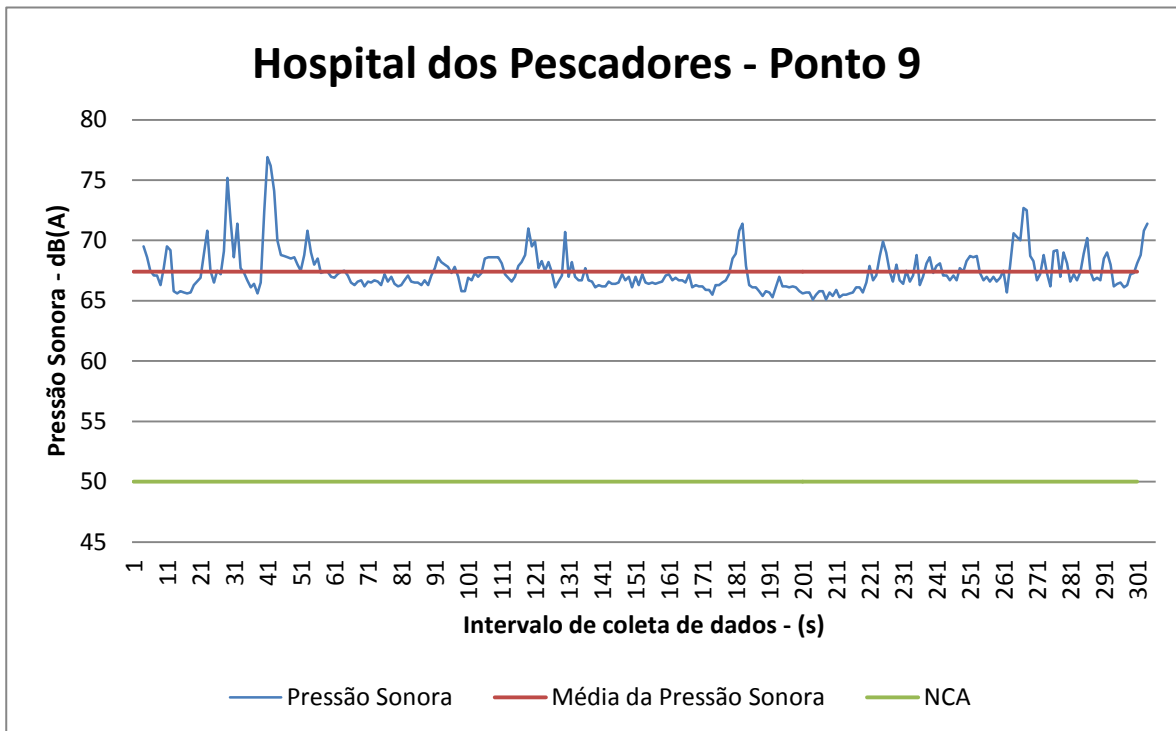
Figura 118 - (Ponto 9, 19/10/2012, 08:32h)



Fonte: Equipe técnica, (19/10/2012).

Av. Duque de Caxias.

Gráfico 51 - Ponto 9



Durante a coleta de dados, os ruídos foram caracterizados por:

- Vozes
- Automóveis
- Ônibus
- Motos
- Aparelhos de ar condicionado
- Ruídos provenientes de uma oficina mecânica
- Comércio

Exposição a ruídos

A exposição a níveis diferentes é considerada, dentro dos limites permitidos, se o valor de Dose Diária de Ruído - D não exceder a unidade, sendo calculada pela expressão:

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} + \dots + \frac{Cn}{Tn}$$

Onde: Ci é o tempo real de exposição a um específico nível de pressão sonora e Ti é o tempo total permitido para o mesmo.

Na Tabela 32 a seguir encontramos os limites de tolerância para o ruído contínuo ou intermitente conforme o anexo 1 da NR 15 - Atividades e Operações Insalubres.

Tolerância a Exposição de Ruídos

Tabela 32 - Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente

Nível de Ruído dB(A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas

Nível de Ruído dB(A)	Máxima Exposição Diária Permissível
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: NR 15 - Atividades e Operações Insalubres, (2012).

De acordo com os dados obtidos durante a fase de monitoramento de pressão sonora, no perímetro urbano do entorno das instalações portuárias, (Hospital dos Pescadores), foram verificados que todos os pontos foram críticos, e estão representados na Tabela 33 a seguir.

Ruídos na Comunidade

Tabela 33 - Pontos críticos de emissão de ruídos

Local	Período	Fonte de Ruído	Média de Ruídos dB(A)	NCA	Caracterização do NCA	Observações		
Ponto 01	Noturno	Vozes, Automóveis, Ônibus, Ambulâncias, Música de equipamentos de som na praça, Motos.	63,1	45	Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	A norma ABNT NBR 10151 estabelece o período compreendido entre 22h às 7h como noturno. Neste caso o limite máximo estabelecido para o NCA foi ultrapassado.		
Ponto 02		Vozes, Automóveis, Ônibus, Aparelhos de ar condicionado, Motos.	58,6					
Ponto 03		Vozes, Automóveis, Ônibus, Aparelhos de ar condicionado, Motos.	61,9					
Ponto 04	Diurno	Vozes, Automóveis, Ônibus, Ambulâncias, Ruídos provenientes de oficina mecânica, Música de equipamentos de som na praça, Motos, Comércio.	65,6			50	Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	A norma ABNT NBR 10151 estabelece o período compreendido entre 7h às 22h como diurno. Neste caso o limite máximo estabelecido para o NCA foi ultrapassado.
Ponto 05		Vozes, Automóveis, Ônibus, Motos, Aparelhos de ar condicionado, Aviões militares, Caminhão de entrega de gás com sinos, Comércio.	61,3					
Ponto 06		Vozes, Automóveis, Ônibus, Motos, Aparelhos de ar condicionado, Ruídos provenientes de oficina mecânica, Caminhão de entrega de gás com sinos, Comércio.	68,0					
Ponto 07		Vozes, Automóveis, Ônibus, Motos, Aparelhos de ar condicionado, Ruídos provenientes de uma oficina mecânica, Sensores sonoros de indicativo de ré em caminhões, Comércio.	67,5					
Ponto 08		Vozes, Automóveis, Ônibus, Motos, Aparelhos de ar condicionado, Comércio.	64,3					
Ponto 09		Vozes, Automóveis, Ônibus, Motos, Aparelhos de ar condicionado, Ruídos provenientes de uma oficina mecânica, Comércio.	67,4					

2.7.13 Discussão dos Resultados

O Hospital dos Pescadores localiza-se a nordeste da área do Porto de Natal.

A predominância dos ventos nos três dias de coleta de dados foi caracterizada como SE (Sudeste) - SSE (Sul-sudeste), assim os ruídos provenientes das instalações portuárias não foram percebidos.

A área do entorno do hospital é uma área amplamente antropizada, possuindo além de residências, um comércio local, com padaria, oficina mecânica e outros, além de um grande fluxo de veículos e trânsito de pessoas, além de uma praça que serve como ponto de encontro para descanso.

Na Av. Hildebrando de Góis, paralela ao Porto de Natal e paralela a Av. Duque de Caxias, existe um grande fluxo de caminhões em função da movimentação de cargas no Grande Moinho Potiguar.

A Tabela 33 mostra a média dos resultados obtidos nas coletas de dados e estes são comparados com o Nível de Critério de Avaliação - NCA (ABNT - NBR 10.151/00) na qual verifica-se que para uma área determinada como “estritamente urbana residencial ou de hospitais ou de escolas” os valores obtidos estão acima do determinado em norma.

Caracteriza-se que mesmo que a área sofra alguma influência dos ruídos provenientes das instalações portuárias, não evidencia-se que o local seja “perturbado” com esses ruídos.

O Hospital dista aproximadamente 140m da área de movimentação de cargas do pátio norte, 230m do pátio central e 380m do pátio sul do Porto de Natal. As movimentações de cargas realizadas nestas áreas geram ruídos, porém a distância minimiza a influência destes na área do hospital e os sons produzidos pela comunidade no entorno do hospital geram pressões sonoras acima dos níveis permitidos para a localidade.

Conforme o Mapa 1, os registros mostram que a direção dos ventos ficaram definidas entre 100 e 200°, com isso fica estabelecido uma predominância de

sentido nos ventos de E (Este) - SSW (Sul-Sudeste), durante o período de 1º/jan/2012 a 31/10/2012.

Baseado nesses três dias de amostragens, e na série histórica de direção dos ventos no período de 1º/jan/2012 a 31/10/2012, conclui-se que o Hospital dos Pescadores não recebe influências sonoras advindas das instalações do Porto Organizado de Natal.

Legislação Vigente

- **Resolução CONAMA nº 001/90** - Estabelece os critérios e diretrizes para o controle da emissão de ruídos;
- **NBR 10.151/00** - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, incorporada a errata nº1 de Jun de 2003;
- **NBR 10.152/87 (NB-95)** - Níveis de ruído para conforto acústico;
- **NR 15** - Atividades e Operações Insalubres;
- **NR 6** - Equipamentos de Proteção Individual - EPI.

2.8 EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS

A resolução do CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008, dispõe do conteúdo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, trazendo, assim, todas as informações necessárias em casos de incidentes de poluição.

O Porto de Natal é considerado uma importante via de exportação dos produtos produzidos no estado do RN e movimentada, principalmente, grãos e frutas, como o trigo, o açúcar, o melão, a manga, a uva e o mamão, não existindo em sua rotina diária nenhum tipo de movimentação de cargas perigosas.

Contudo, ainda que não tenham sido verificadas ocorrências de emergências ambientais, nem mesmo transporte de cargas perigosas, o Porto de Natal deve elaborar um plano de emergência individual, pois conforme a resolução nº 398 (2008)

Os portos organizados, instalações portuárias, terminais e estaleiros, mesmo aqueles que não operam com carga de óleo, deverão considerar cenários acidentais de poluição de óleo por navios, quando:

- I - o navio se origina ou se destina às suas instalações; e
- II - o navio esteja atracado, docado ou realizando manobras de atracação, de desatracação ou de docagem, na bacia de evolução dessas instalações.

Sendo assim, recomenda-se que a CODERN, elabore um Plano de Emergência Individual - PEI, seguindo as diretrizes apontadas na resolução.

Em 23 de outubro de 2014 o IDEMA expede o ofício n. 392/2014-DT. Através do expediente do referido documento e da Instrução Técnica anexa ao ofício, o Plano de Emergência Individual – PEI, não atendeu satisfatoriamente aos itens necessários para a aprovação do mesmo. Assim o Órgão Ambiental solicitou a adequação e a reapresentação ao Instituto. (IDEMA, 2014).

3 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO

3.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO ORGANIZADO DE NATAL

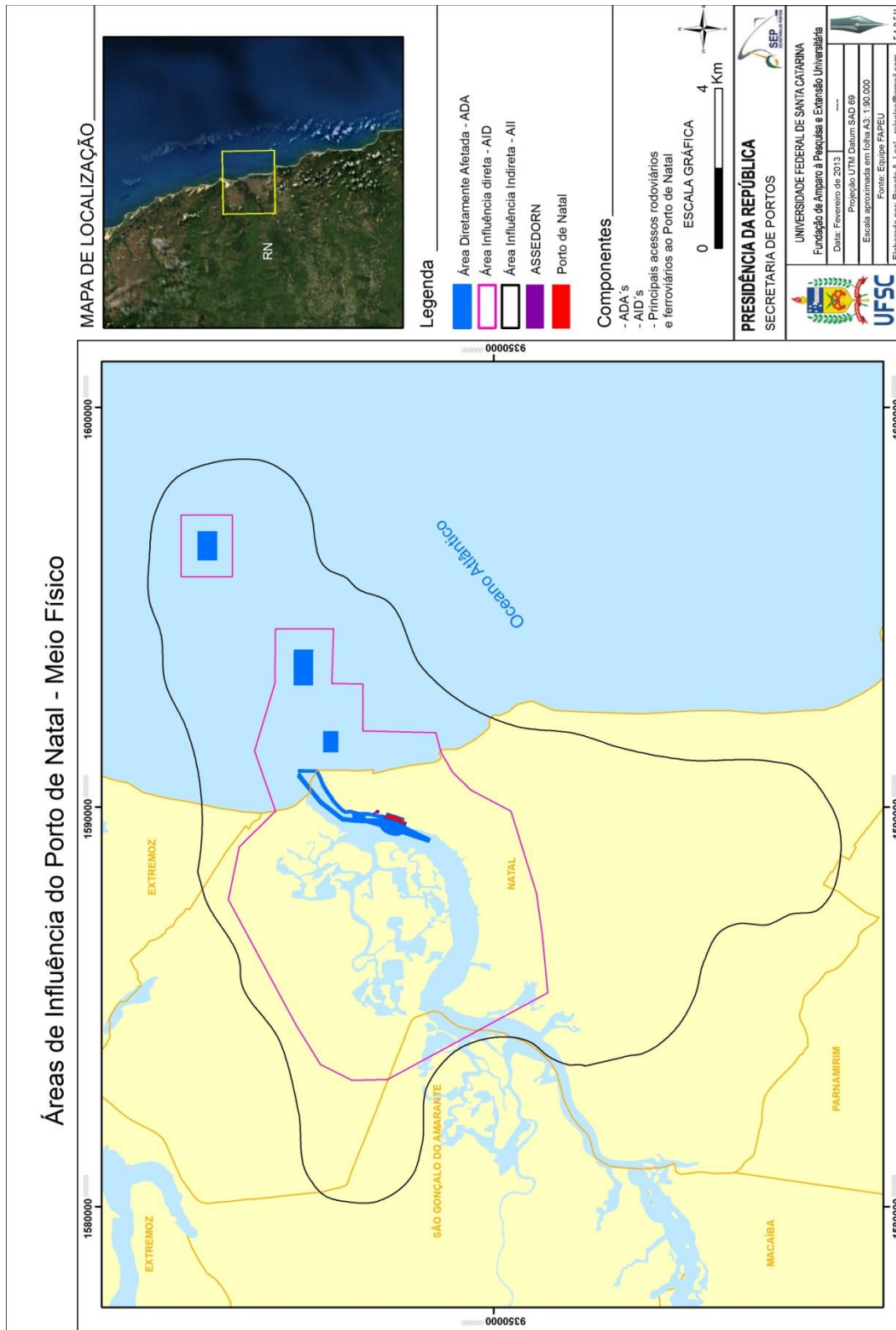
As áreas de influência do Porto Organizado de Natal são aquelas que de uma forma direta ou indireta são afetadas pelas atividades desenvolvidas pelo Porto, considerando-se as características dos meios físico, biótico e socioeconômico, bem como, o alcance dos impactos potenciais, com ênfase a sua proximidade com as áreas protegidas por legislação específica.

Dependendo do grau de intervenção que a atividade desenvolvida pode resultar, as áreas de influências do porto são divididas em Área Diretamente Afetada – ADA, Área de Influência Direta – AID e Área de Influência Indireta – AII.

Para melhor entendimento, define-se Área Diretamente Afetada (ADA) como aquela área que pode sofrer intervenções de forma direta em função das atividades inerentes ao porto na fase de operação; Área de Influência Direta (AID) aquela área que está sujeita aos impactos diretos do porto, considerando a operação do Porto; e Área de Influência Indireta (AII) aquela que está sujeita aos impactos de forma indireta do porto, considerando a sua operação.

As Figuras 118a, 118b e 118c apresentam os mapas das Áreas de Influência (ADA, AID e AII) para os Meios Físico, Biótico e Socioeconômico, respectivamente.

Figura 118a - Áreas de Influência do Porto de Natal – Meio Físico

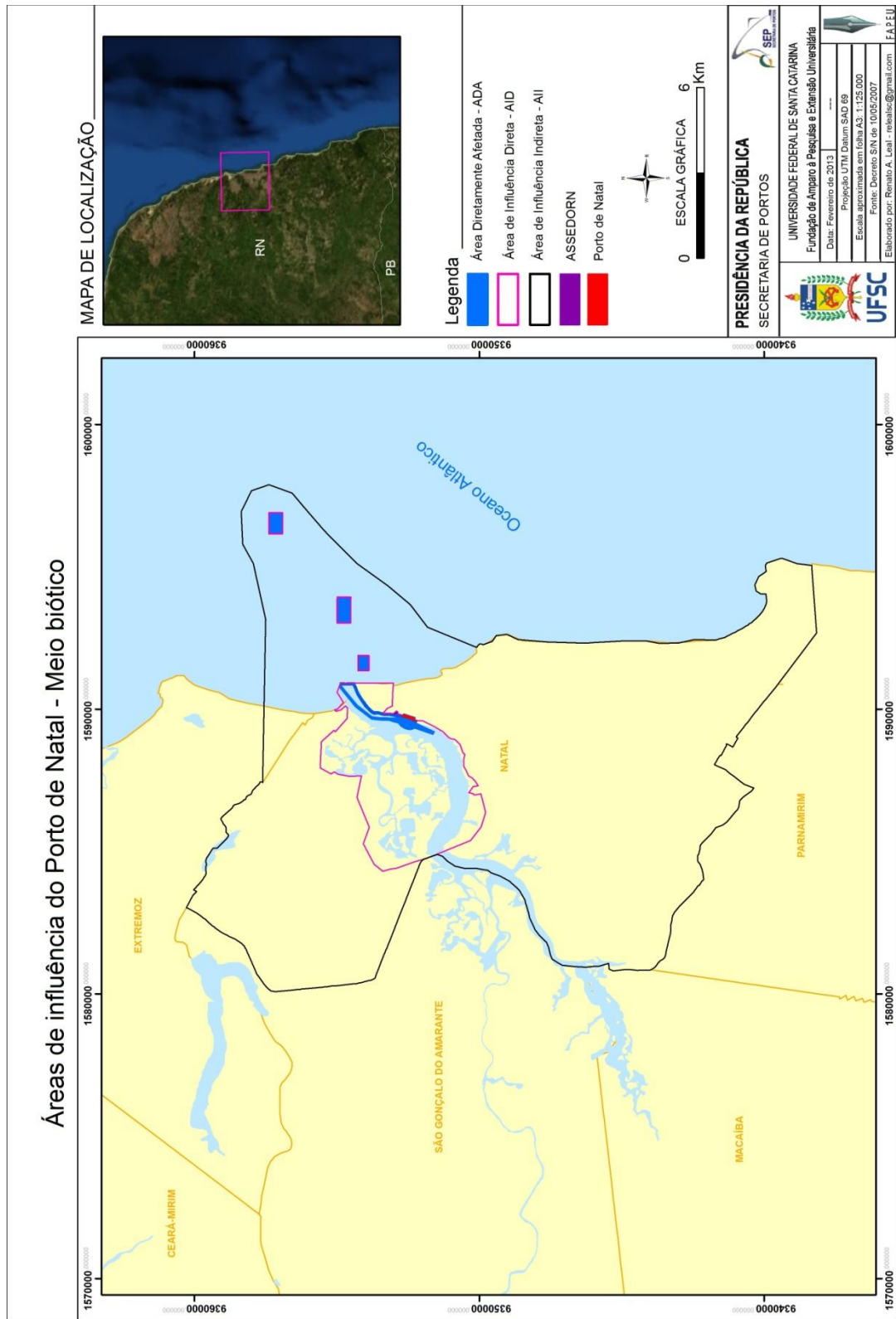


Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 28, Página 29).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 118b - Áreas de Influência do Porto de Natal – Meio Biótico

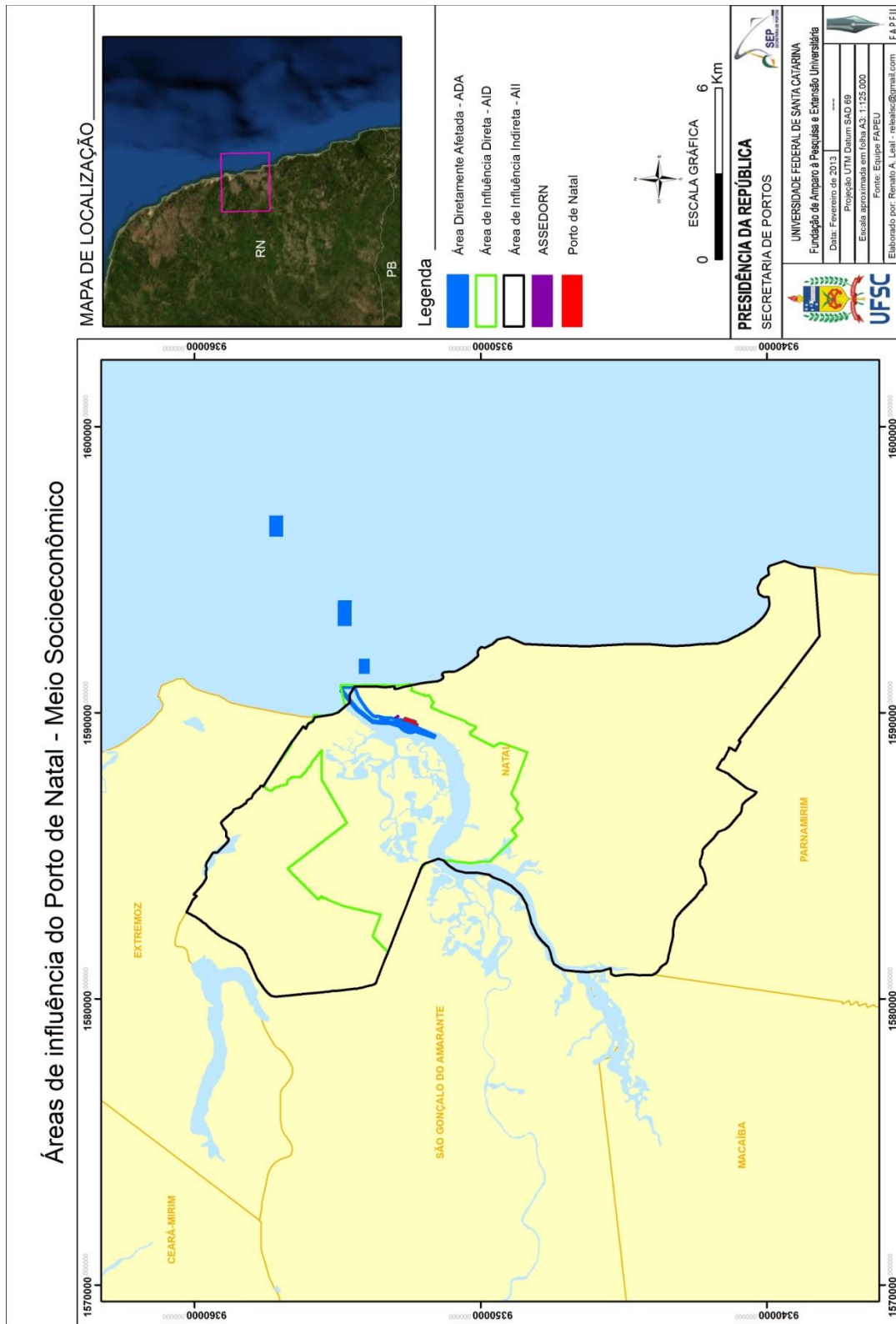


Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 29, Página 30).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 118c - Áreas de Influência do Porto de Natal – Meio Socioeconômico



Fonte: Equipe técnica, (2012).

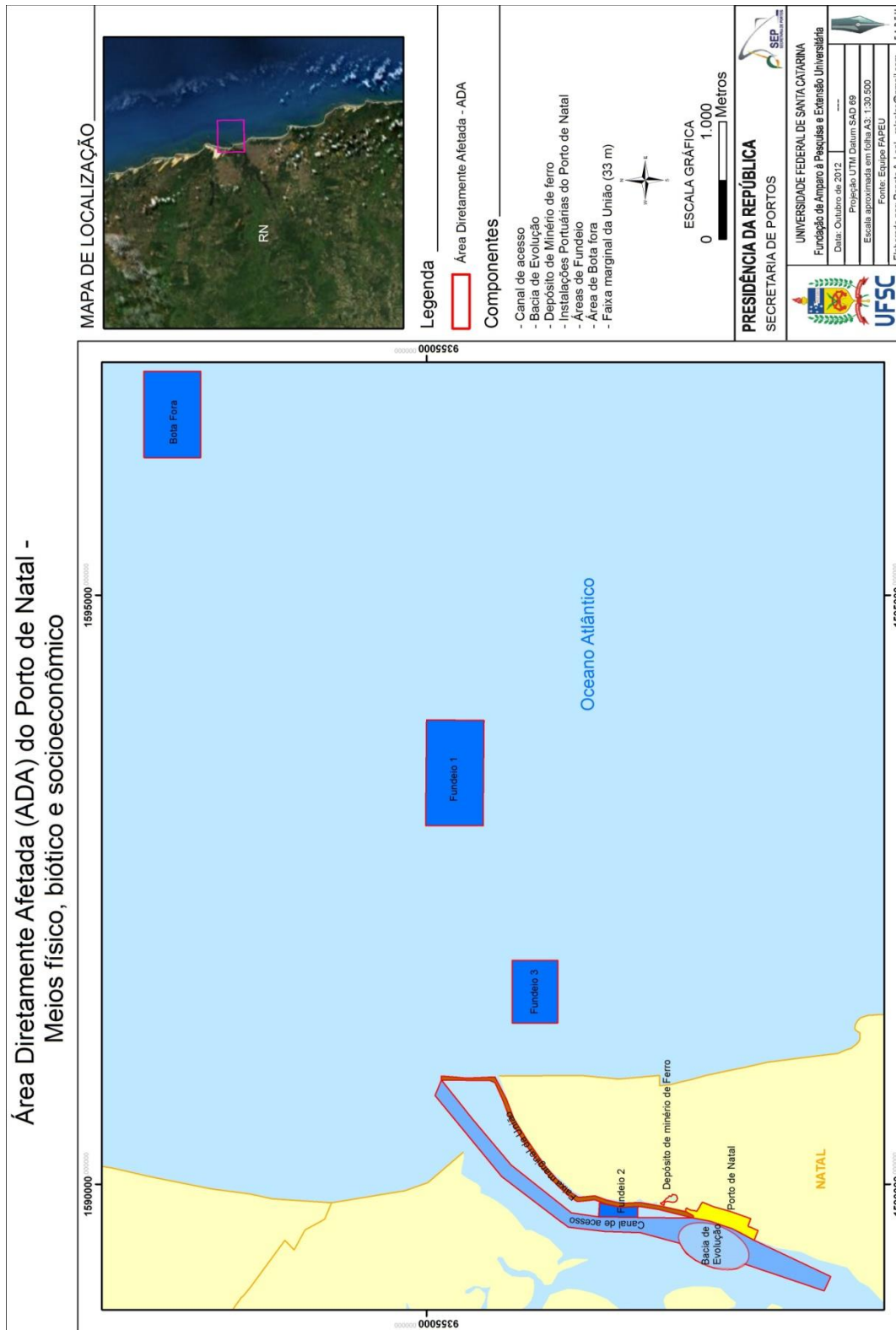
(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 30, Página 31).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

3.1.1 Área Diretamente Afetada (ADA)

A área diretamente afetada (ADA) corresponde às áreas que sofrem intervenções diretas em função das suas atividades, considerando as alterações físicas, bióticas, socioeconômicas do Porto Organizado de Natal no Rio Grande do Norte, como mostra o mapa de localização na Figura 119 a seguir.

Figura 119 - Mapa de localização: Área Diretamente Afetada (ADA) do Porto de Natal



Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 31, Página 32).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Esta área sofre com intervenções diretas em função das atividades inerentes à área portuária. É constituída pelas instalações portuárias terrestres existentes à margem direita do Rio Potengi. Na margem esquerda existe a vegetação, desde a Base Naval até o molhe leste de Natal, conforme as Figuras 120 e 121 a seguir.

Figura 120 - Instalações portuárias e vegetação do Rio Potengi



Fonte: Equipe técnica, (10/10/2011).

Figura 121 - Molhes em frente ao Forte Reis Magos



Fonte: Equipe técnica, (10/10/2011).

Junto ao Forte dos Reis Magos existe uma interseção com o arrecife de Natal que abrange todos os cais, docas, pontes e píeres de atracação e de acostagem de armazéns, edificações, vias internas e externas de circulação rodoviária e ferroviária.

Esta interseção abrange também os terrenos ao longo dessa faixa marginal e em suas adjacências pertencentes à União, incorporadas ou não ao patrimônio do Porto Organizado de Natal ou que estejam sob sua guarda, ou ainda pelos serviços e facilidades de proteção e acesso aquaviário, tais como: áreas de fundeio, bacia de evolução, canal de acesso e áreas adjacentes a esse, até as margens das instalações terrestres do porto organizado, além das áreas utilizadas para despejo de material dragado, como mostram as Figuras 122 a 124, a seguir.

Figura 122 - Forte dos Reis Magos



Fonte: Equipe técnica, (10/10/2011).

Figura 123 - Pier de atracação e Grande Moinho Potiguar



Fonte: Equipe técnica, (10/10/2011).

Figura 124 - Canal de acesso



Fonte: Equipe técnica, (10/10/2011).

Iniciando pela foz da desembocadura do estuário do Rio Potengi, tem-se o registro em alto mar da área utilizada para despejo de material dragado do canal. Seguindo em direção à estrutura física do Porto de Natal, têm-se três áreas de fundeio licenciadas pela Autoridade Marítima, sendo que a primeira delas é destinada a navios procedentes de outros portos que aguardam o recebimento do práctico ou de um local definitivo para a sua atracação. A segunda área é destinada aos navios em fase de quarentena e a terceira área é destinada às embarcações de esporte e recreio, junto ao late Clube.

Deixando o oceano Atlântico, tem-se a barra situada nas proximidades da foz do Rio Potengi, limitada a leste pelo arrecife de Natal e a oeste pela Pedra da Baixinha. Ao adentrar na barra, tem-se o canal de acesso com larguras e profundidades variadas, com extensão aproximada de 3 km até o cais do Porto de Natal.

Frente à estrutura física do Porto, tem-se a bacia de evolução, com extensão de 400m, largura de 250m e profundidade entre 10m e 11,5m em frente aos berços de atracação.

A área alfandegada do porto corresponde a aproximadamente 55.000m². Suas instalações físicas são compostas por quatro prédios administrativos, uma central de atendimento operacional, três armazéns tipo seco, onze silos de armazenamento, dois galpões, um armazém frigorífico, três pátios, uma área de circulação de pedestres, três berços destinados à atracação de navios e uma área não interligada ao porto. Apesar de toda essa infraestrutura, o Porto de Natal é considerado um porto local, de pequeno porte e de hinterlândia primária.

Para que os produtos cheguem até o cais para serem embarcados, e veículos e pessoas acessem a área portuária, o porto dispõe de três portões: sul, central e norte. O acesso rodoviário mais utilizado é pela Rua Chile. Além dessa, utiliza-se a Rua Silva Jardim, a Rua Olavo Bilac, a Avenida Hildebrando de Goiás e a Travessa São Pedro.

O acesso ferroviário se dá até o terminal rodoviário, que fica fora da área física do porto. A Rua Chile é utilizada para dar prosseguimento da movimentação da carga até as dependências do porto.

Dentro da área diretamente afetada pelo Porto de Natal existe a área interligada que é utilizada para depósito do minério de ferro, a Comunidade de Maruim, a Zona do Estuário do Rio Potengi e a Zona do Forte dos Reis Magos localizado na zona de praia, construído sobre os arrecifes adjacentes ao estuário do Rio Potengi, dentro da AID.

Por ser uma comunidade carente vizinha ao Porto, Maruim absorve diretamente os impactos referentes à operação portuária, como a poluição de particulados provenientes da movimentação de minério de ferro e a poluição sonora. Durante o período noturno, com a movimentação de cargas pesadas e com a entrada e saída de caminhões na área portuária, ocorrem muitas vibrações pela movimentação de *containers*. As áreas relativas à Comunidade de Maruim e do Canto do Mangue, estão previstas nos planos e programas da CODERN, como áreas destinadas a futuras expansões portuárias.

3.1.2 Área de Influência Direta - AID

Por definição, é a área sujeita aos impactos diretos do porto sobre os recursos ambientais, modificando a sua qualidade ou diminuindo seu potencial de conservação ou aproveitamento considerando sua operação, conforme o Termo de Referência, englobando: áreas de domínio público, ecossistemas de preservação, áreas e bens legalmente protegidos, e recursos hídricos afetadas pelo porto; a área entre as margens do estuário do Rio Potengi, parte das praias estuarinas e marinhas, mangues, unidades de conservação adjacentes; área seca urbanizada compreendida entre os corredores rodoviários e ferroviários que servem ao Porto; a área molhada (fluvial) utilizada para o transporte de equipamentos, materiais e trabalhadores; as áreas com alteração da dinâmica costeira, com indução de processos erosivos e de assoreamento e modificações na linha de costa; áreas

destinadas a futuras expansões portuária; comunidades ribeirinhas lindeiras; e por consequência suas áreas de atividades relacionadas a pesca e carcinicultura, as atividades turísticas e recreacionais, modificando suas qualidades ou diminuindo seu potencial de conservação ou aproveitamento, considerando sua operação (CODERN, 2006).

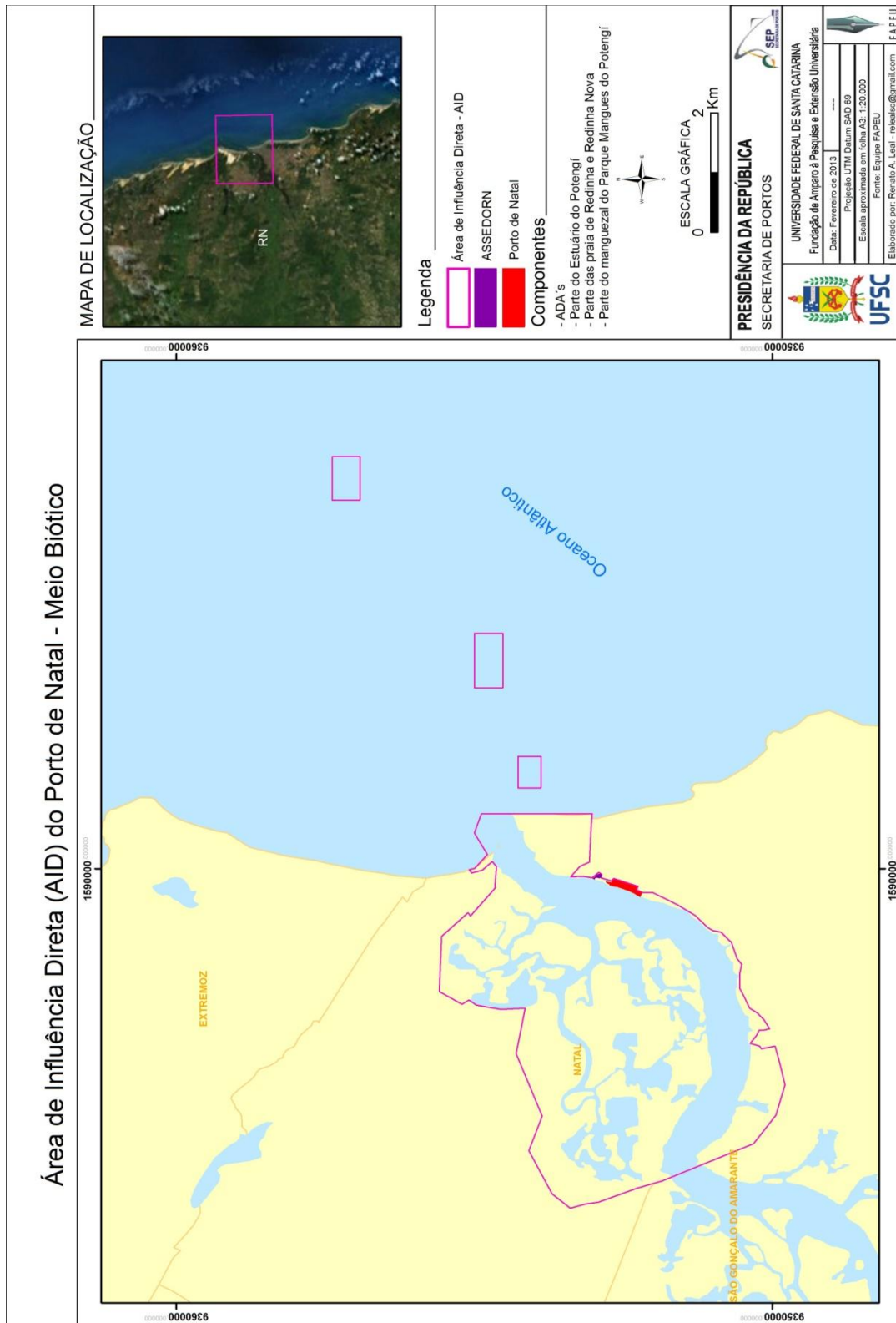
A Área de Influência Direta (AID) contempla também Área Diretamente Afetada (ADA) do Porto.

3.1.2.1 Quanto aos aspectos do meio biótico

A AID segundo a CODERN (Figura 125), para o meio biótico, contempla parte do estuário do Rio Potengi e parte das praias adjacentes estuarinas e marinhas, como as praias da Redinha e Redinha, e parte dos mangues do Parque Estadual Mangues do Potengi, como mostram as figuras 126 e 127.

Partes dos ecossistemas terrestres destas áreas estão inseridas nas Zonas de Proteção Ambiental 07 e 08 (ZPA 07 e ZAP 08). Estas áreas foram incluídas na AID por serem limítrofes ao Porto e eventualmente por sofrerem impactos relativos à operação portuária, principalmente pela proximidade dos seus acessos aquaviários, onde há tráfego de navios e atividades portuárias, nas áreas de cais, docas, pontes e píer de atracação e de acostagem, armazéns, edificações em geral e vias internas de circulação rodoviária, bem como ferroviária. Justifica-se a inclusão destas áreas pela vulnerabilidade a possíveis impactos advindos da ADA que tenham interferências nas imediações.

Figura 125 - Área de Influência Direta (AID) – Meio Biótico



Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 32, Página 33).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 126 - Praia da Redinha



Fonte: Equipe técnica, (10/10/2011).

Figura 127 - Parque Estadual Mangues do Potengi



Fonte: Equipe técnica, (10/10/2011).

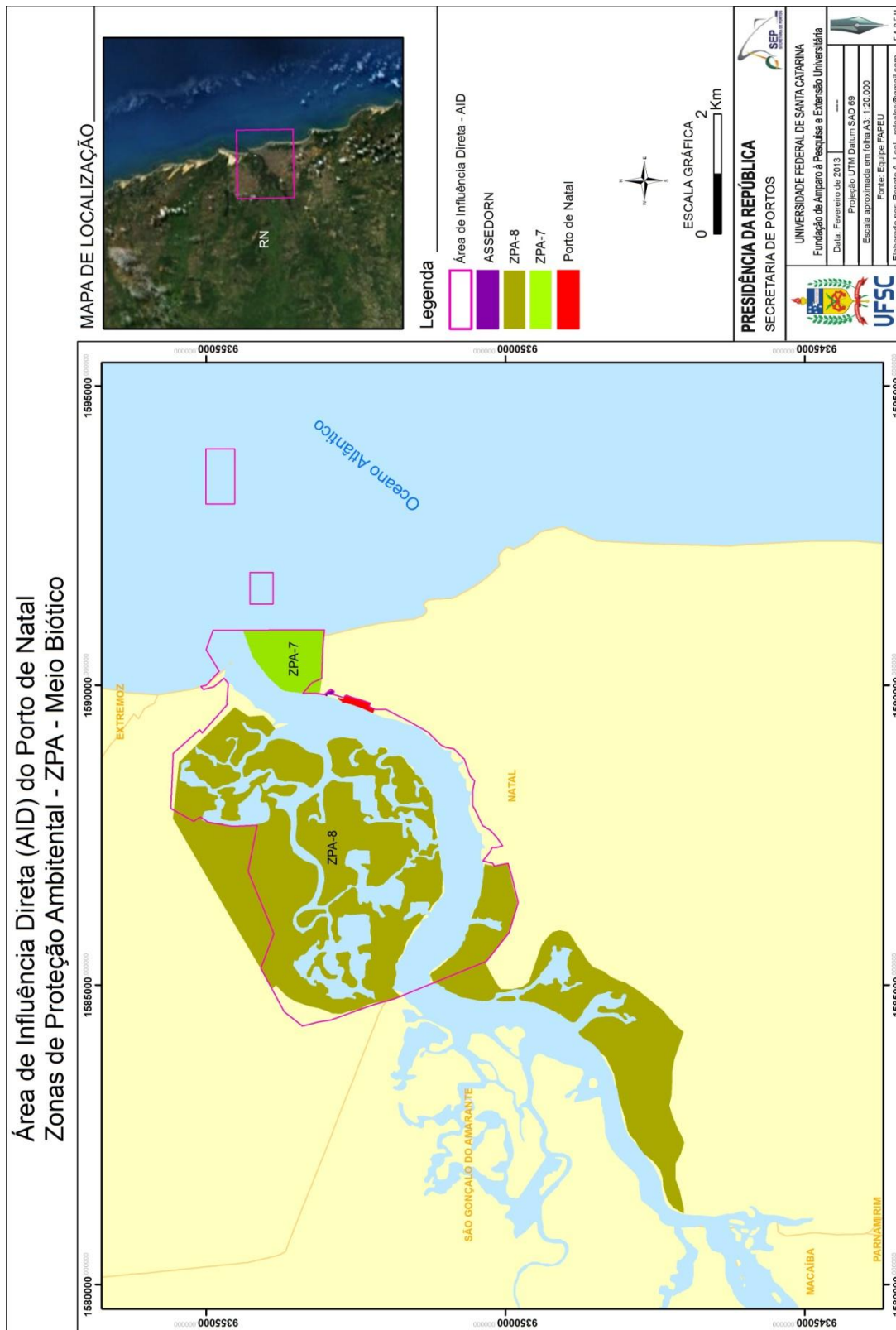
Conforme CODERN (2006) a ZPA 07 do Município de Natal abrange parte do Rio Potengi, Praia do Forte, Ponte Newton Navarro, área militar e parte do bairro de Santos Reis.

A ZPA 07 compreende também a vegetação de manguezal, faixa de praia, tabuleiro costeiro, arrecifes e vegetação, incluindo o Forte dos Reis Magos, por isso não há possibilidade de construções, por ter elementos de aspecto paisagístico, histórico e turístico a serem protegidos (SEMURB, 2011).

Abrange ainda a área do tabuleiro costeiro e vegetação, que é ocupada com equipamentos urbanos de uso militar, de recreação, lazer e equipamento viário, como a ponte. Havendo assim a possibilidade de construções como na SZ3, que envolve feições de dunas fixas e tabuleiro costeiro, com ocupação de solo (SEMURB, 2011).

A ZPA 08 abrange os manguezais localizados à margem esquerda do estuário do rio Potengi. A Figura 128 mostra essas Zonas de Proteção Ambiental.

Figura 128 - Zonas de Proteção Ambiental (ZPA's)



Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 33, Página 34).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A urbanização das últimas décadas em Natal atinge atualmente 100% do município e ampliou consideravelmente a utilização dos recursos naturais ali existentes, comprometendo significativamente a qualidade ambiental e paisagística, levando-se em conta o caráter naturalmente frágil da zona costeira.

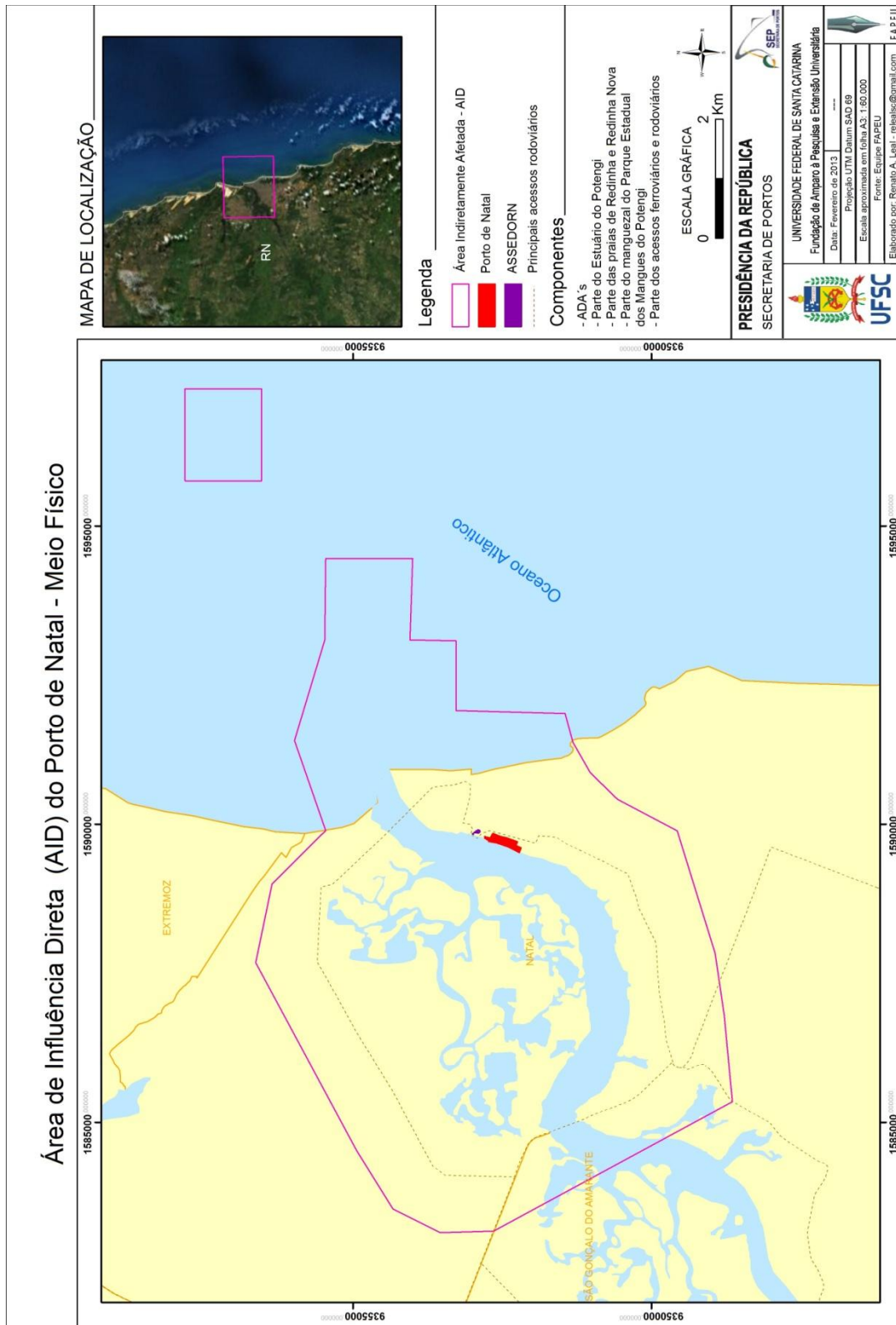
Na AID podem-se observar as formações de dunas e manguezais. A fauna identificada nas formações dunares, tanto na ADA como na AID é muito alterada, quanto as suas condições originais, apresentando roedores, aves, insetos e animais domésticos. (PMN, 2008).

Toda e qualquer intervenção ambiental realizada na ADA, repercutirá diretamente na AID, em decorrência de ter o complexo estuarino como meio comum para as áreas citadas.

3.1.2.2 Quanto aos aspectos do meio físico

Para o meio físico, a AID (Figura 128a), abrange a área seca de aproximadamente um quilômetro de extensão de afastamento dos limites externos do complexo estuarino, acrescida da área urbanizada do município de Natal, compreendida pelos acessos rodoviários e ferroviários que servem diretamente ao Porto de Natal, juntamente com o espelho d' água numa faixa acrescida de um quilômetro de afastamento do acesso aquaviário definido na ADA, englobando a área entre as margens do estuário e as áreas naturais protegidas adjacentes.

Figura 128a - Área de Influência Direta (AID) – Meio Físico



Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 34, Página 35).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Relativo ao fator clima e condições meteorológicas, segundo a classificação de *Koppen*, a área apresenta clima úmido, com temperatura média anual de 25,5°C, sendo a máxima de 31,1°C, a mínima de 21,1°C e precipitação anual média de 1.380mm.

A média anual da umidade relativa do ar na região de Natal é homogênea e estável ao longo do ano, abrangendo valores acima de 80%, nos meses mais úmidos, tendo valores máximos acima de 83% nos meses de maio a julho, e valores abaixo de 80% nos meses mais secos com as mínimas em torno de 76%, entre outubro e dezembro. Entretanto, o declínio na umidade não chega a ser acentuado em função dos ventos carregados de umidade que sopram do mar durante a maior parte do ano.

Segundo Cunha (2010), os ventos são os alísios de sudeste, com uma média de 211 dias por ano, abrangendo 58% do ano, seguidos pelos ventos de leste, em 102 dias, aproximadamente 28%, e pelos ventos do sul, em 37 dias, abrangendo apenas 10% do ano. Todos esses ventos são oriundos do Oceano Atlântico. Os ventos de sul são mais frequentes de abril a julho, os ventos de leste de outubro a março enquanto os ventos de sudeste ocorrem nos meses de novembro a fevereiro.

A respeito da caracterização geológica, de acordo com o Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2006) em seu Projeto "Geologia e Recursos Minerais" do Estado do RN, as rochas situadas no Estado do RN localizam-se geotectonicamente nas Províncias Borborema e Costeira. A Província Borborema, representa o segmento crustal de uma extensa faixa fortemente afetada por vários ciclos orogênicos, enquanto que a Província Costeira é caracterizada por várias bacias sedimentares formadas durante a abertura do Oceano Atlântico. A região de Natal e seu entorno é caracterizada por rochas e sedimentos de diferentes unidades litológicas.

A formação geomorfológica da área de influência direta do Porto de Natal é constituída por planície costeira, planície fluvial e tabuleiros costeiros, que comportam as influências de fatores litoestruturais e dos processos morfodinâmicos atuantes, tais como os marinhos, eólicos, fluviais e/ou combinados que se esboçam,

por sua vez, nas áreas de sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras e dos sedimentos Quaternários.

Na área do estuário e entorno do rio Potengi, as classes de solos dominantes são: Neossolos Quartzarênicos, Solos Indiscriminados de Manguezais ou Gleissolos Sálícos, Planossolos Nátricos e Latossolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Vermelho-Amarelo, os dois últimos ocorrem à montante da área estuarina.

Entre as fontes de sedimentos para o estuário dos rios Potengi/Jundiaí pode-se afirmar que a ação da descarga a partir dos rios que formam aquela bacia hidrográfica é a mais importante e também a mais afetada pela ação do homem. Entre as principais atividades que aumentam a carga de sedimento do rio estão a agricultura, a mineração e a urbanização.

Outra atividade humana que aumenta a razão de sedimentação nos estuários é o lançamento de fósforo, nitrogênio e outros nutrientes dissolvidos, originados pelas emissões de efluentes sanitários lançados diretamente no complexo estuarino de forma irregular e em desacordo com a legislação ambiental vigente.

Além destas fontes, a ação eólica, os processos costeiros e a distribuição das correntes litorâneas e no interior do estuário, também contribuem significativamente para a aceleração do processo de sedimentação e por consequência, a formação de bancos de areia.

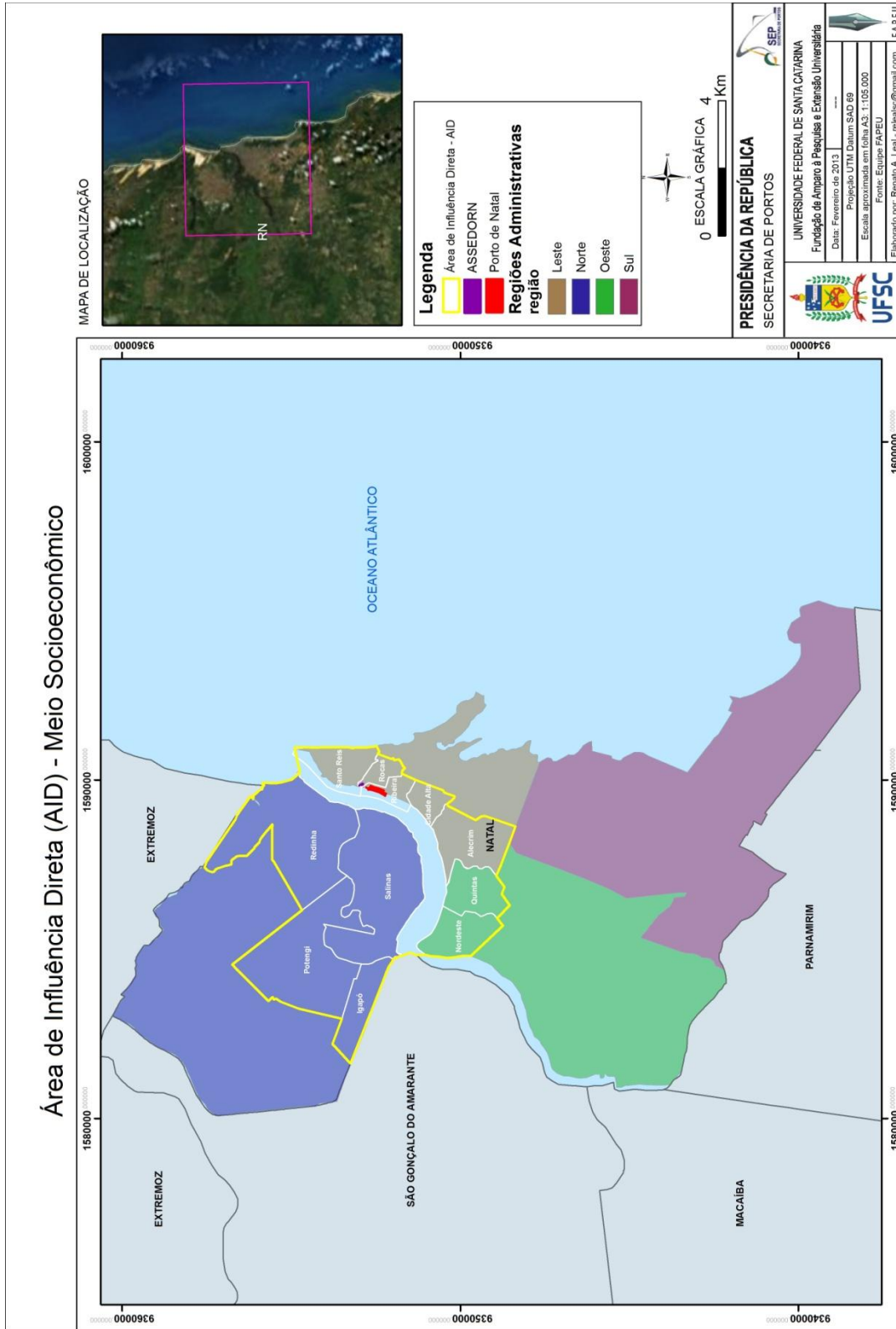
A formação desses bancos está diretamente relacionada às intensas correntes de maré na zona do canal principal, que remobilizam os sedimentos erodidos nas margens opostas. Estes bancos arenosos são geralmente capeados por sedimentos finos, resultando numa extensa superfície plana, emersa durante a baixa-maré. Estes bancos ocorrem nos segmentos meandantes e próximo à foz do estuário Potengi, sobre o qual se desenvolve a planície de inundação colonizada por mangues. Na parte côncava dos meandros, as margens são erosivas e na parte convexa ocorrem os depósitos de barra em pontal.

3.1.2.3 Quanto aos aspectos do meio socioeconômico

Para o meio socioeconômico, a AID (Figura 128b) é aquela que sofre os impactos advindos da operação do Porto incidindo sobre os aspectos de natureza social, cultural e econômico, afetados e passíveis de interferências, contemplando as comunidades lindeiras ao Porto, assim como as atividades de carcinicultura realizadas próximas à área do Porto Organizado, bem como as demais atividades econômicas relacionadas à geração de emprego e renda.

Esta área é delimitada pelas margens do estuário do rio Potengi, que compreende parte das regiões administrativas Norte, Leste e Oeste do município de Natal, abrangendo 11 bairros, a saber, na Zona Leste: Alecrim, Cidade Alta, Ribeira, Rocas e Santos Reis; na Zona Norte: Redinha, Potengi, Salinas e Igapó; e na Zona Oeste: Quintas e Nordeste.

Figura 128b - Área de Influência Direta (AID) – Meio Socioeconômico



Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 35, Página 36).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A aceleração do crescimento demográfico de Natal e seu consequente aumento da malha urbana foram bastante influenciados pelas migrações populacionais. Natal passou a concentrar a população do estado formando um aglomerado urbano, principalmente no período compreendido entre 1991 e 2000. Esse adensamento populacional foi ainda impulsionado pelo processo de modernização econômica pelo qual passou o município nos anos de 1970.

O Índice de Desenvolvimento Familiar e o Índice de Vulnerabilidade - IV, trabalhados pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS revelam as dificuldades geradas e/ou potencializadas pela pobreza e a marginalização da população no processo de exclusão social, isto é, no processo que impossibilita parte da população de partilhar dos bens e recursos oferecidos pela sociedade, conduzindo à privação, ao abandono e à expulsão desta população dos espaços sociais.

Na cidade de Natal, assim como em toda sua região metropolitana, ainda se reproduzem, embora com dimensões e características próprias, problemas e desafios típicos a todas as aglomerações urbanas espalhadas pelo Brasil. Dentro deste contexto, a educação, de uma forma geral, e mais especificamente a educação básica, encontra-se entre os elementos que precisam fortemente de investimentos no seu aprimoramento.

A cidade enfrenta problemas de diversas naturezas, entre eles aqueles relativos à infraestrutura para os novos bairros e ocupações, muitas delas ilegais. Em termos de sustentabilidade espacial, grande parte dos bairros do município não está ainda dotado de plena infraestrutura de serviços, em especial aqueles que abrigam populações de mais baixa renda.

O crescimento urbano desordenado é visto por muitos como o principal problema enfrentado pelo município, uma vez que acarreta vários outros, como a invasão de áreas de preservação, enchentes periódicas, déficit habitacional.

O reconhecimento da espacialidade da pobreza e das irregularidades no solo urbano de Natal levou a Prefeitura Municipal a definir no Plano Diretor de 1994, Áreas Especiais de Interesse Social, embora a legislação anterior, Lei 3.183/83 já

tivesse instituído as Áreas Especiais de Recuperação Urbana, com significado similar.

Relativo à questão de saúde, de maneira geral a população se queixa da qualidade e da suficiência do atendimento, a exemplo do que ocorre em diferentes regiões brasileiras. Quanto ao saneamento básico, verifica-se que há sérias deficiências quanto ao abastecimento de água potável e tratamento de esgotos de responsabilidade da Companhia de Águas e Esgotos do RN.

Dentro do município de Natal foram identificadas na AID comunidades de pescadores artesanais lotados em diferentes áreas com atividades relacionadas à pesca: Ribeira (Maruim), Cidade Alta (estaleiros), Tavares de Lira (escoamento da pesca industrial) e Praia da Redinha. Existem ainda pescadores lotados na Ponta Negra e na Praia da Areia Preta, nas localidades como as Quintas, o Nordeste, Felipe Camarão e Guarape, onde pessoas de comunidades carentes pescam nas águas do rio Potengi focadas na subsistência (MONTEIRO *et al.*, 2009).

A pesca é a atividade mais praticada pela população ribeirinha, que utiliza procedimentos de caráter artesanal para a captura dos peixes, crustáceos e moluscos. Os métodos de pesca recebem o nome da espécie marinha a capturar. Deste modo, são utilizados a Rede de Tainha, de Jacaré de Siri e do Mangote de Camarões.

O cultivo extensivo de espécies estuarinas em pequenos viveiros de construção rudimentar é uma prática bastante difundida na região. Estes viveiros são construídos nas margens do estuário, em lugares que apresentam uma boa quantidade de peixes e uma constante renovação de águas.

3.1.3 Área de Influência Indireta - (All)

São áreas sujeitas aos impactos indiretos do porto, abrangendo os meios físico, biótico e socioeconômico, considerando sua operação. A All inclui o território do município de Natal - RN onde está localizado o Porto, circunscrevendo a AID e a ADA em atendimento aos aspectos de caracterização dos diversos ecossistemas envolvidos que possam sofrer impacto direto ou indireto advindo da operação deste porto (CODERN, 2006).

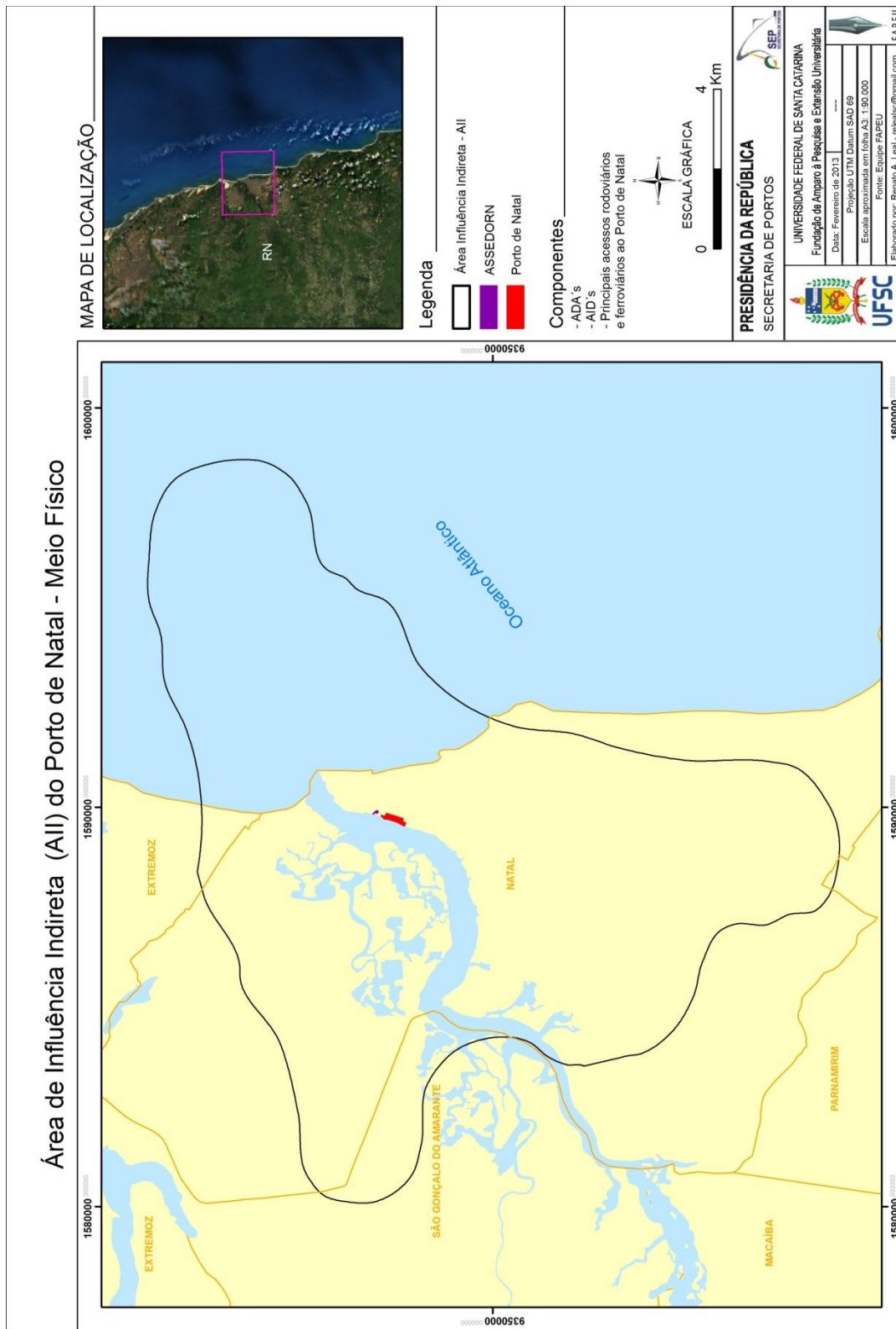
3.1.3.1 Quanto aos aspectos do meio físico

Para o meio físico, a All (Figura 129) é descrita levando em conta o alcance dos impactos associados às características do Porto de Natal.

O clima do município de Natal é classificado segundo *Koppen*, como tropical chuvoso quente com verão seco ou do tipo Tropical Litorâneo - BSH caracterizado por ser quente e úmido com chuvas no inverno e outono. Em decorrência, tem-se a ocorrência de temperaturas elevadas o ano todo e altos índices de irradiação solar devido à proximidade com a Linha do Equador (VIANELLO; ALVES, 1991). O período denominado chuvoso para a área concentra-se entre os meses de março e julho, sendo o restante do ano considerado de estiagem. Considerando que a atividade portuária tem grande responsabilidade na emissão de monóxido de carbono e gás carbônico para a atmosfera, aliada ao lançamento de partículas de minério de ferro pela ação dos ventos, pode-se afirmar que toda a região de entorno do porto está passível de contaminação através do processo natural de precipitação.

A Área de Influência Indireta, do Porto de Natal abrange o complexo estuarino do rio Potengi/Judaiá, inserido na bacia hidrográfica do rio Potengi.

Figura 129 - Área de Influência Indireta (AII) – Meio Físico



Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 36, Página 37).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A Bacia Hidrográfica do rio Potengi está situada na parte nordeste setentrional brasileira, integralmente no Estado do RN, constituída de uma área aproximada de 4.100 km², sendo a maior bacia dentre as que deságuam no litoral leste daquele estado. Junto a seu estuário ressalta-se a presença do município de Natal, capital do Estado, com mais de 810.000 habitantes, segundo os dados estatísticos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010).

A feição topográfica da bacia é muito diversificada, apresentando desde relevo plano e suave ondulado no seu baixo curso, próximo de sua foz, e ondulado e forte ondulado nas demais áreas de montante, revelando, por conseguinte, serra e serrotes elevados, dentre eles, a Serra do Balanço, a Serra do Bonfim, a Serra da Formiga e a Serra do Ingá, conforme dados fornecidos pelo Projeto Radambrasil (BRASIL, 1981).

Este complexo apresenta rochas do período quaternário, destacando-se as extensas áreas de sedimentos aluvionares e de manguezais dos rios Potengi e Jundiaí e as rochas sedimentares terciário-quaternárias da formação barreiras. Na porção mais ocidental estão localizadas as rochas cristalinas relacionadas ao Pré-Cambriano. Em termos de geomorfologia, os terrenos de suaves ondulações são constituídos de rochas sedimentares do Grupo Barreiras na direção do rio Jundiaí, representadas pelas terras baixas que correspondem às zonas de estuários, manguezais, vales fluviais e terraços fluviais e de praia.

Assim, torna-se importante a proteção das cabeceiras dos contribuintes da bacia do rio Potengi, assim como, da proteção do solo nas áreas agricultáveis, em decorrência da abundância das chuvas, de forma a minimizar a instalação do processo erosivo, que por consequência, diminuirá a contribuição de sedimentos para a calha do complexo estuarino do Potengi, garantindo o calado mínimo necessário para o acesso aquaviário no canal de acesso ao porto.

No âmbito das áreas de influências do Porto de Natal e entorno para o meio físico pode-se observar unidades geomorfológicas que comportam as influências de fatores litoestruturais e dos processos morfodinâmicos atuantes, tais como os marinhos, eólicos, fluviais e/ou combinados que se esboçam, por sua vez, nas áreas

de sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras e dos sedimentos Quaternários.

As principais formas do relevo da cidade Natal poderão ser visualizadas nos mapas topográficos da cidade, no item neste estudo, os quais correspondem às unidades de planície costeira, incluindo as praias e dunas costeiras, os planaltos rebaixados, correspondendo aos tabuleiros costeiros, às planícies fluviais, incluindo os terraços e as planícies das bacias dos rios Potengi e Jundiaí, bem como os fundos de vale que os abrigam, definidas em função da similitude de formas de relevo e suas relações estruturais, incorporando a posição altimétrica.

As áreas de Planícies Fluviais ou Flúvio-Lacustres, com tendência a inundações periódicas, de alta vulnerabilidade à poluição e contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos são inadequadas à ocupação humana e implantação de empreendimentos com fontes poluidoras, devendo ter proteção especial. As atividades de mineração devem ser bem planejadas e com controle ambiental rígido.

Os depósitos litorâneos de praia e dunas móveis - Campos de Dunas, pelo processo de migração de areia das dunas, ocasionam o assoreamento de ecossistemas aquáticos, como lagoas, banhados e mangues. As construções civis estabelecidas nas zonas de migração de dunas poderão ser soterradas lentamente pela remobilização das areias, inviabilizando a sua ocupação.

Os depósitos de mangues, margens dos rios frequentemente alagadas, apresentam solos de baixa capacidade de suporte, inviabilizando obras de engenharia. As faixas de proteção dos cursos d'água e matas ciliares apresentam alta vulnerabilidade à contaminação dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos, necessitando de proteção especial.

No que tange a pedologia da área de influência indireta do Porto de Natal, os solos dominantes são: Neossolos Quartzarênicos, Solos Indiscriminados de Mangues ou Gleissolos Sálícos, Planossolos Nátricos e Latossolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Vermelho-Amarelo, sendo que os dois últimos ocorrem à montante da área estuarina.

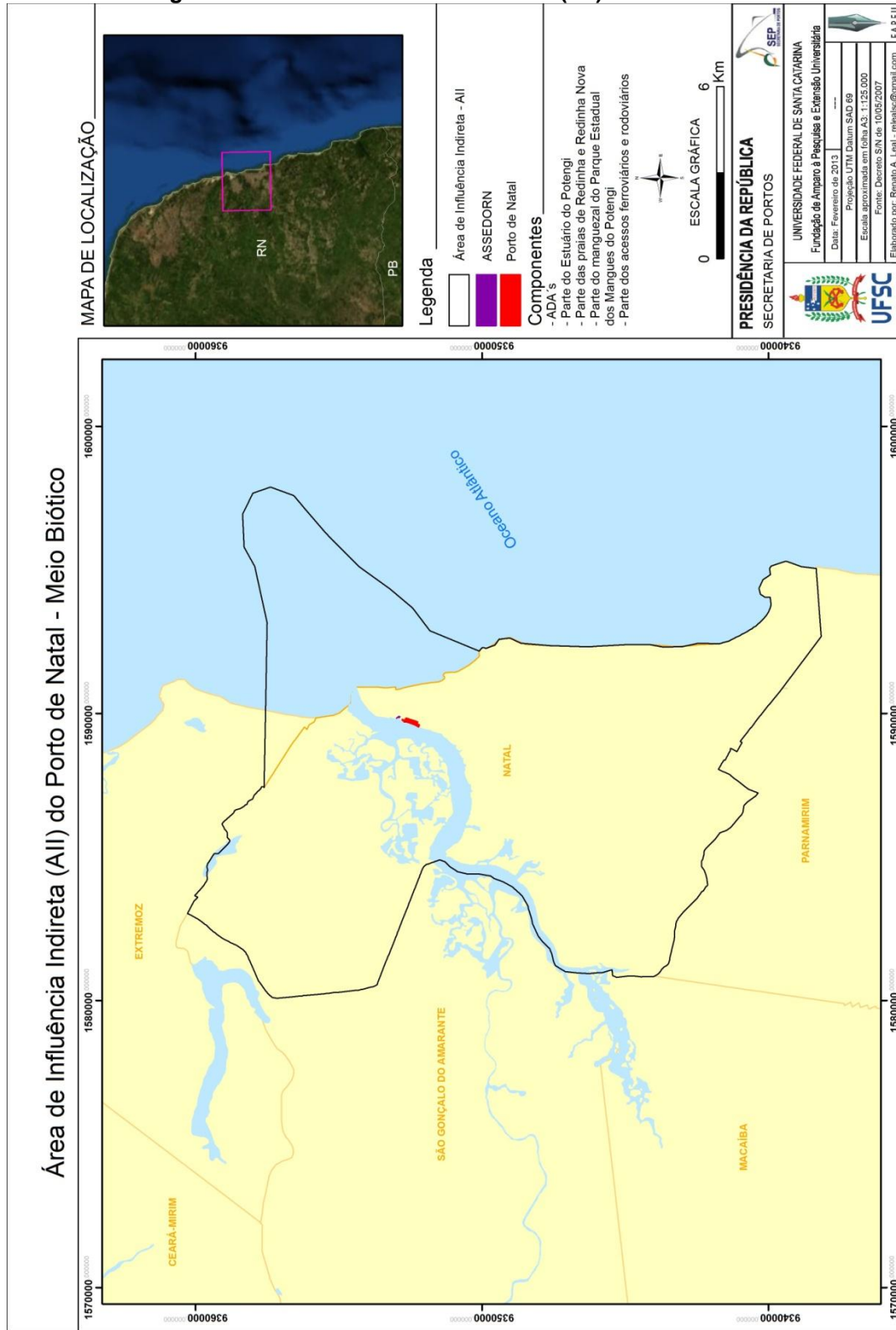
No complexo estuarino do Rio Potengi, além da influência de esgotamento sanitário, é possível visualizar a existência de diversas atividades do setor primário, dentre as quais a carcinicultura, a agricultura e a pecuária, que podem contribuir significativamente para a emissão de nutrientes e metais pesados (CUNHA, 2010). Outros contaminantes devem-se ao processo de lançamento inadequado de resíduos e efluentes industriais urbanos.

3.1.3.2 Quanto aos aspectos do meio biótico

A delimitação da AII do Porto de Natal (Figura 130), segundo o Termo de Referência, inclui o território do município de Natal (RN) e região de fundeio (caracterizadas anteriormente conforme Autoridade Marítima).

A AII para Porto de Natal (figura 14) está dentro do Bioma da Mata Atlântica. Os ecossistemas destas áreas têm formação de zona costeira com influência marinha, consideradas pioneiras. Registram-se ambientes de planícies fluviomarinhas tais como: manguezais, lagoas costeiras, planícies ribeirinhas, terraços marinhos, falésias constituídas pela Formação Barreiras, cordões arenosos, campos de dunas móveis e fixas, todos formados por terrenos extremamente frágeis com elementos arenosos, inconsolidados, nos quais o lençol freático aproxima-se muito da superfície. (PETROBRAS, 2010).

Figura 130: Área de Influência Indireta (AII) - Meio Biótico



Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 37, Página 38).

A All circunscreve a AID, considerando-se ainda o alcance dos impactos associados às características do Porto e as áreas sujeitas à ocupação referente aos empreendimentos associados.

Esta área foi definida em atendimento aos aspectos de caracterização dos diversos ecossistemas envolvidos que possam vir a sofrer algum impacto direto ou indireto advindo da operação do Porto de Natal.

Considerando que a All do Porto de Natal abrange o município de Natal, e de acordo com a divisão político-administrativa e regional do estado do Rio Grande do Norte, o município de Natal faz parte da região Metropolitana de Natal, estando inserido na mesorregião do Leste Potiguar e ao Polo Costa das Dunas e enquadra-se como pertencente à Microrregião de Natal (AMPLA, 2012).

Natal situa-se no litoral leste do Estado do Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil, ocupando uma área de 167,90 km² (SALES, 2006) que corresponde a 0,32% do território do Estado (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE apud AMPLA, 2012).

Conforme AMPLA (2012); PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL (2003 apud SALES, 2006) o Município de Natal limita-se territorialmente, a Norte com o Município de Extremoz; a Sul com o Município de Parnamirim; a Leste, com o Oceano Atlântico e a Oeste, com os Municípios de Macaíba e São Gonçalo do Amarante.

Salienta-se que a All do Porto de Natal compreende parte da costa do Oceano Atlântico e no sentido sul-norte, as praias de Ponta Negra, Via Costeira, Mãe Luíza, Miami, Areia Preta, Artistas, do Meio, Forte e Redinha.

Conforme Sales (2006) as áreas citadas anteriormente são banhadas pelas águas oceânicas dispostas ao longo de toda a zona da costa e, estando em movimento contínuo, são renovadas constantemente pelas correntes marinhas, movimentos de marés, ondas, correntes eólicas, etc.

Utilizando o trabalho de Sales (2006) a ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - All, reporta-se à faixa litorânea com aproximadamente 30 km de extensão, com uma faixa entre marés (faixa intertidial) constituída de trechos que intercalam áreas com

substratos rochosos (beach rock) e área com substrato arenoso, onde a composição da fauna bentônica entre marés varia tanto em função da localização dentro desta faixa quanto do tipo de substrato.

Sales (2006) salienta que as faixas de areia típicas de praias arenosas se distinguem por apresentar substrato instável, com ausência de vegetação macroscópica fixa intertidal. Estas praias constituem-se num sistema dinâmico, no qual a variabilidade das condições ambientais é uma constante. No que se referem à fauna, as praias arenosas expostas são caracterizadas por apresentarem um pequeno número de espécies com alto grau de mobilidade e adaptados a variação dos fatores abióticos.

As praias que apresentam faixas de substrato rochosos, como é o caso das praias dos Artistas, do Meio e Forte, abrigam uma flora e fauna muito mais ricas do que as praias com areia. Muitos animais intertidais podem tolerar a subida e descida da água e o bater das ondas, quando conseguem fixar-se firmemente a um substrato estável (SALES, 2006).

Segundo o autor anteriormente citado, existe um zoneamento distinto de algas e vários tipos de animais entre a marca da maré baixa e a zona respingos supratidal. Num ambiente rochoso é característico o aparecimento de poças de marés. Estas poças são um microcosmo da vida marinha encontrado na faixa intertidal e facilmente acessíveis quando a maré está baixa.

Em AMPLA (2012), obtemos a informação de que o Município de Natal que faz parte da delimitação da AII do Porto de Natal é constituído pelas unidades geomorfológicas conhecidas como Planície Litorânea, Tabuleiros Pré-Litorâneos e Depressão Sertaneja.

A Planície Litorânea na sua formação está associada à deposição e acumulação de sedimentos. Constituída de materiais recentes, principalmente do Quaternário. A dinâmica da planície é justificada em função do tipo de agente que opera em cada local dando a diversidade das formas contidas neste compartimento identificando campos de dunas de diferentes gerações; faixa praias; planícies lacustres, planícies fluviais e fluviomarinhas (AMPLA, 2012).

Este mesmo autor ainda coloca que existe uma predominância dos solos do tipo neossolos quartzarênicos marinhos e a vegetação predominante é o complexo vegetacional da zona litorânea.

Os Tabuleiros Pré-Litorâneos, são deposição que bordeja toda a costa e fica após a planície litorânea, possuindo uma superfície quase plana ou suavemente ondulada intercalada por planícies fluviais (AMPLA, 2012).

Os tabuleiros encontrados na All do Porto de Natal são mais antigos em sua formação do que a planície litorânea, do Tércio-quadernário, o que lhe proporciona uma maior estabilidade. Nesta unidade existe uma predominância dos solos do tipo neossolos quartzarênicos distróficos e a vegetação predominante é o complexo vegetacional de tabuleiro (AMPLA, 2012).

A Depressão Sertaneja é uma superfície erosiva marcada por topografia plana ou levemente dissecada que expõem inclinando-se desde a base dos Maciços residuais, isto é, dos fundos do vale para o litoral.

Os rios possuem regime sazonal, estão submetidos na maior parte do ano às deficiências hídricas. Por serem intermitentes, não possuem capacidade para escavar vales. A drenagem é extremamente ramificada devido à impermeabilidade das rochas. Os solos são mais rasos e pedregosos, com presença de afloramentos rochosos e matacões. A vegetação é do tipo Caatinga com grande diversificação quanto aos padrões fisionômicos e florísticos (AMPLA, 2012).

Com relação às Zonas de Proteção Ambiental, estas são áreas criadas pelo Plano Diretor de Natal (PDN/1994), com restrições de uso e ocupação do solo urbano, visando, sobretudo, à proteção, manutenção e recuperação dos aspectos paisagísticos, históricos, arqueológicos e científicos (SEMURB, 2006). Estas zonas de proteção correspondem a um instrumento útil para a conservação dos recursos naturais do município de Natal.

As Zonas de Proteção Ambiental (ZPA's), em número de dez, são sítios protegidos por legislação específica municipal.

Considerando tratar-se de atividade de navegação de cabotagem e longo curso, é preciso levar em conta a possibilidade do complexo estuarino do Rio

Potengi vir a ser contaminado pela introdução de espécies exóticas que poderão ser trazidas pelas águas de lastro, pelo processo de incrustações e pelos tanques de dejetos.

Em decorrência da expansão da atividade portuária e das demais atividades industriais e comerciais em fase crescente no município de Natal, a área inserida no sistema ambiental da Planície Fluviomarina Potengi, onde predominantemente ocorrem os manguezais, que está sendo objeto de pressão antrópica pela ocupação desordenada por moradias e atividades econômicas consideradas inadequadas, irregular e ilegal, contribuindo para o assoreamento do canal pelo carreamento de sedimentos e para o aumento da poluição através do lançamento de esgotos domésticos no complexo estuarino, que poderá comprometer em curto prazo a real função deste ecossistema.

3.1.3.3 Quanto aos aspectos socioeconômicos

Vários são os impactos associados às atividades desenvolvidas pelo Porto de Natal no aspecto socioeconômico.

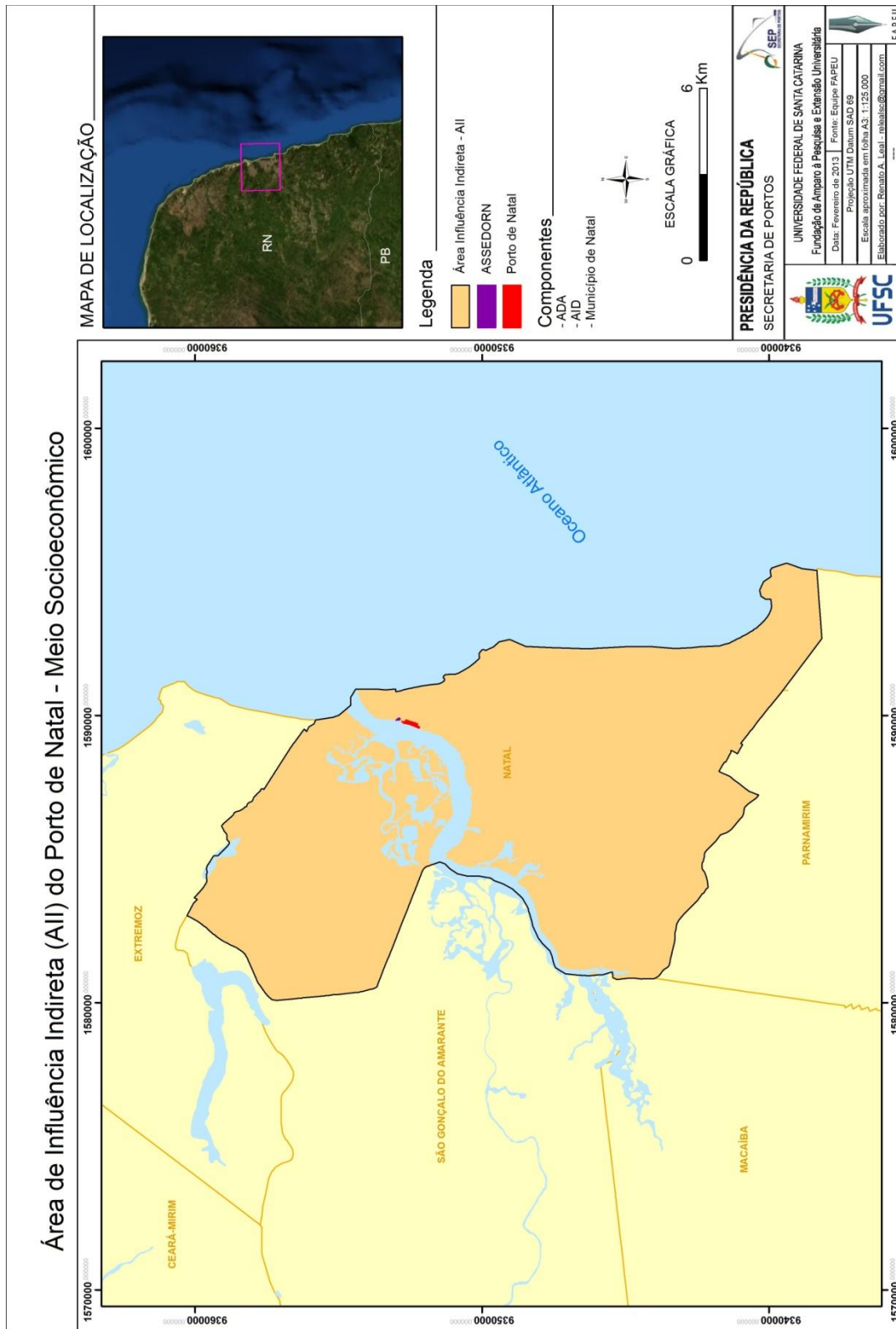
Quanto à saúde dos trabalhadores, da comunidade do entorno e da área urbanizada do município de Natal, inserida na AII (Figura 130a), pode-se citar os problemas sanitários registrados dentro da área portuária, relativo à geração de efluentes, de resíduos e da emissão de gases para a atmosfera através da movimentação de carga, que contribuem de forma significativa para a contaminação de corpos d' água do complexo estuarino, para a atração e aumento do número de vetores, e para a propagação da emissão de monóxido de carbono e de gás carbônico para a atmosfera.

A movimentação do minério de ferro na área do Porto de Natal, sem a aplicação adequada de dispositivos de controle de resíduos, faz com que o vento promova a dispersão de poeira do minério sobre a área urbanizada e sobre o

complexo estuarino no rio Potengi, contribuindo para aumentar os problemas de saúde pública naquele município.

Toda a área urbanizada do município de Natal sofre a influência indireta pela movimentação de veículos pesados para carga e descarga de material e para embarque e desembarque de passageiros provocando transtornos na mobilidade urbana no sistema viário da cidade.

Figura 130a - Área de Influência Indireta (AII) – Meio Socioeconômico



Fonte: Equipe técnica, (2012).

(Ampliação no Caderno de Mapas, Figura 38, Página 39).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1 MEIO FÍSICO

4.1.1 Clima e Condições Meteorológicas

O clima refere às condições atmosféricas médias, especialmente temperatura e precipitação pluviométrica em determinada região durante um longo período. Ele influencia diretamente a maioria das atividades humanas, em especial a agricultura na qual define o nível de produtividade agrícola, condicionado principalmente pela disponibilidade hídrica regional. Entretanto, os sistemas de classificações climáticas são pouco utilizados no âmbito de estudos das atividades humanas, pois, normalmente, considera-se sua escala de atuação muito abrangente.

Os sistemas de classificações climáticas são de grande importância, pois, analisam e definem os climas das diferentes regiões levando em consideração vários elementos climáticos ao mesmo tempo, facilitando a troca de informações e análises posteriores para diferentes objetivos.

Um dos sistemas de classificações climáticas mais abrangentes é o de Köppen (KÖPPEN; GEIGER, 1928, apud ROLIM et al, 2007), que partindo do pressuposto que a vegetação natural é a melhor expressão do clima de uma região, desenvolveu um sistema de classificação climática ainda hoje largamente utilizado, em sua forma original ou com modificações. As modificações e críticas ao sistema são sempre relacionadas aos limites térmicos/hídricos dos tipos de climas determinados para diferentes regiões.

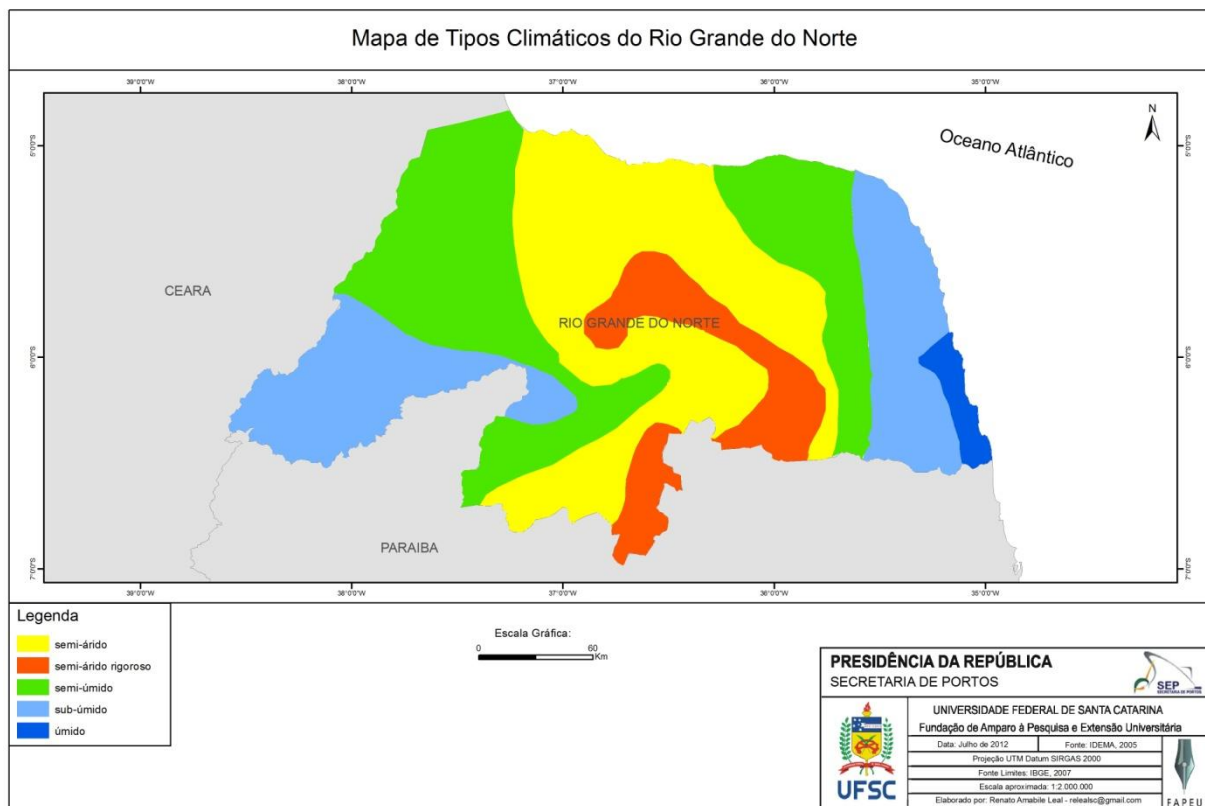
4.1.1.1 Caracterização regional

O Estado do RN apresenta uma temperatura média anual de 25,5° C, sendo a máxima de 31,1° C e a mínima de 21,1° C. O número de horas de insolação anual é entre 2.400 e 2.700 horas, com destaque para a região litorânea que chega a ter 300 dias de sol por ano. Predominantemente o Estado tem quatro tipos de clima:

- a) Clima Árido - abrange uma área de 18% da superfície estadual, ocorrendo na parte central e litoral setentrional, prolongando-se numa faixa estreita, quase contínua, até o extremo sul do Estado. Não apresenta excedente de água durante todo o ano.
- b) Clima Semi-Árido - Ocorre de forma quase contínua, todo o interior do Estado, onde a oeste se prolonga até o litoral setentrional, perfazendo uma área de 57% da superfície estadual. Apresenta um excedente de água inferior a 40 mm durante os meses de março e abril.
- c) Clima Sub-Úmido Seco - ocorre, em parte, no litoral oriental e nas áreas serranas do interior do Estado abrangendo 20% da superfície estadual. Possui um excedente de água que vai de 150 a 450 mm durante os meses de março a junho;
- d) Clima Úmido - localizado no litoral oriental abrangendo apenas 5% da área estadual. A estação pluviométrica de Natal apresenta um excedente de água de 1 040 mm, entre os meses de fevereiro a julho, enquanto as estações de Canguaretama e São José de Mipibu têm um excedente de água de 400 mm, distribuído de abril a julho.

Esses climas são representados na Figura 131, a seguir.

Figura 131 - Mapa de Tipos Climáticos do RN



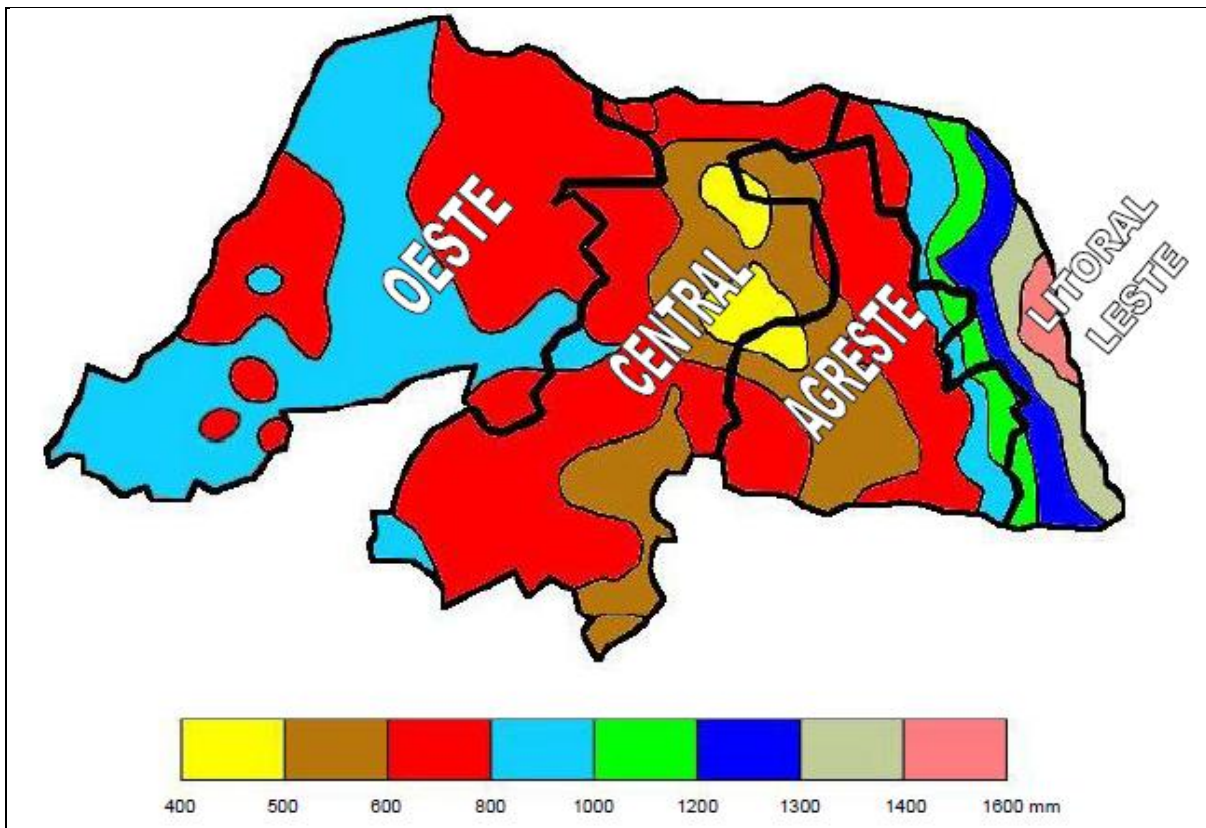
Fonte: Equipe técnica.

O Estado do RN, como a região Nordeste como todo, de acordo com vários pesquisadores citados ao longo do texto, é caracterizada por uma grande irregularidade do seu regime climático, decorrente da influência de vários sistemas atmosféricos. A acentuada variabilidade temporal e espacial das chuvas é um fator de efeitos danosos às localidades atingidas, pois tanto pode provocar seca como também enchente. Desde o clima semi-árido com chuvas anuais abaixo de 500 mm no interior da região até o clima chuvoso encontrado na costa leste com totais anuais acima de 1600 mm, na região metropolitana de Natal.

A Figura 132 a seguir apresenta as quantidades anuais de precipitação em todo o Estado do RN, o que levou os autores subdividir o Estado em mesorregiões: Litoral Leste, Agreste, Central e Oeste. Nessa figura, se percebe claramente que as precipitações são menos abundante nas mesorregiões Central e Agreste e que,

progressivamente, vão aumentando na direção ao litoral. Aproximadamente 85 % de todo o território do Estado está contido na chamada região semi-árida do nordeste.

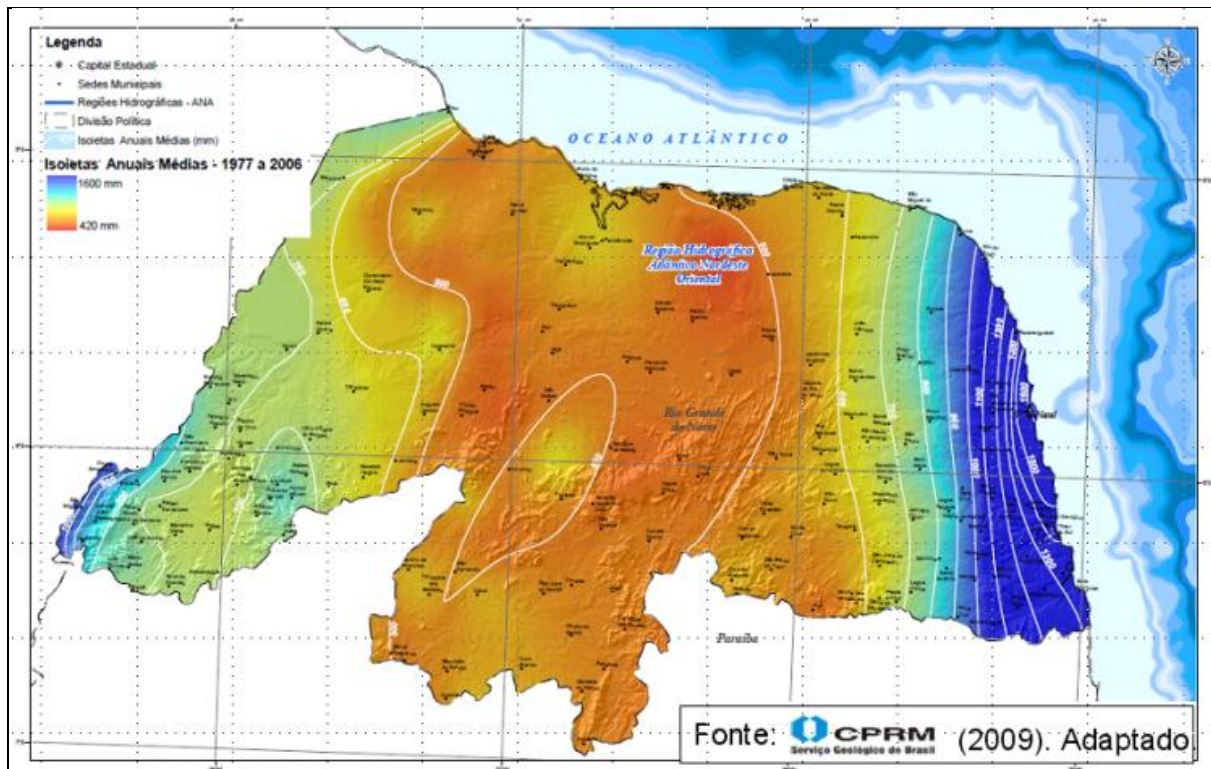
Figura 132 - Distribuição das chuvas no RN



Fonte: INPE (2004).

O Projeto Atlas Pluviométrico do Brasil, Estado do RN da CPRM, (2006), vem corroborar estas delimitações (Figura 133), cujas características são destacadas a seguir.

Figura 133 - Atlas Pluviométrico do Estado do RN. Isoietas anuais médias período 1977 a 2006



Fonte: CPRM (2006).

Mesorregião Litoral Leste - O município de Natal está inserido nessa mesorregião do Estado do RN. É a que concentra a maior parte da população e riqueza do Estado apresentando precipitação média anual entre 800 e 1600 mm, embora a média anual válida para Natal seja de 1380 mm. Dessa forma apresenta características de clima úmido a sub-úmido seco desde a cidade de Ielmo Marinho até Natal. O principal elemento produtor de chuvas nesta mesorregião são os sistemas de brisas associados às ondas de leste, com maior intensidade de chuva entre os meses de abril e julho. Ressalta-se que a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, associados aos fenômenos El Niño e La Niña tem significativa importância nos meses que antecedem as chuvas. Ocasionalmente há, em alguns anos, chuvas mais abundantes. O total de precipitação nesta mesorregião tem alcançado valores até acima de 1800 mm.

Mesorregião Agreste - caracterizado pelo clima sem-árido com precipitações anuais médias entre 600 e 800 mm. Particularmente, nesta mesorregião, próxima a

cidade de Rui Barbosa, vê-se bolsões com precipitação bem menores, de até 400 mm anuais. É uma área do Estado com muita dificuldade de obtenção de água.

Mesorregião Central - caracterizado pelo clima árido, onde a maior parte desta mesorregião predomina precipitações em torno de 500 mm. Há também algumas áreas com valores até abaixo dos 500 mm.

Mesorregião Oeste - As precipitações nesta mesorregião atingem valores maiores do que 900 mm ou até mais, na região extremo sudoeste do Estado. Mas a média geral da mesorregião situa entre 600 e 800 mm. É o efeito das altitudes associadas aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS.

Segundo Nimer (1979), a complexidade climática da região Nordeste é em função dos diversos sistemas de circulação atmosférica atuantes, denominados de Sistemas de Correntes Perturbadas, sendo eles:

- a) **Sistema de Correntes Perturbadas do Sul ou Frente Fria** - um importante mecanismo causador de chuvas no Nordeste do Brasil. Está ligado à penetração de Frentes Frias até as latitudes tropicais entre os meses de novembro e janeiro. Trata-se de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e conseqüentemente gerando as chuvas que alcançam a região na primavera e verão nas áreas litorâneas até o sul da Bahia, traz chuvas frontais e pós-frontais, sendo que no inverno atingem até o litoral nordestino, enquanto o sertão permanece sob ação da alta tropical.
- b) **Sistema de Correntes Perturbadas de Norte ou Zona de Convergência Intertropical - ZCIT** - um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuando nos trópicos. Devido à sua estrutura física, tem se mostrado decisiva na caracterização das diferentes condições de tempo e de clima em diversas áreas da Região Tropical e na determinação das chuvas no Nordeste do Brasil. Além de estar envolvida na manutenção do balanço

térmico global. Na escala planetária atua no sentido de transferir calor e umidade dos níveis inferiores da atmosfera das regiões tropicais para os níveis superiores da troposfera e para as médias e altas latitudes. A ZCIT possui um deslocamento num período aproximado de um ano, alcançando sua posição mais ao norte (cerca de 12°N), em agosto-setembro para posição mais ao sul (cerca de 4°S), em março-abril. Lembrando que o Estado do RN se encontra entre os paralelos de 4°49'53" e 6°58'57" latitude sul, e entre os meridianos de 35°58'03" e 38°36'12" a oeste de Greenwich. Além dessa oscilação anual, a ZCIT apresenta oscilações com maiores frequências, com o período variando de semanas a dias. Trata-se de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. A convergência desses ventos na faixa tropical faz com que o ar, quente e úmido ascenda, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera formando nuvens. Essa umidade do oceano é um dos fatores que produz o deslocamento na posição latitudinal da ZCIT, é denominada de Temperatura da Superfície do Mar - TSM sobre o Atlântico Tropical comumente associado às anomalias pluviométricas sobre o Nordeste.

- c) Sistema de Correntes Perturbadas de Leste ou Ondas de Leste** - são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. É o principal responsável pela precipitação na estação chuvosa do leste do Nordeste, no outono e inverno do hemisfério sul, quando ocorrem no seio dos anticiclones tropicais e são responsáveis pelas chuvas abundantes no litoral, freqüentemente no inverno e raramente alcança as escarpas do Planalto da Borborema (800 m) e da Chapada Diamantina, no Estado da Bahia (1.200 m).
- d) Sistema de Correntes Perturbadas de Oeste ou Linhas de Instabilidade** - LI são bandas de nuvens causadoras de chuva,

normalmente do tipo cumulus. Sua formação se dá basicamente pela grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical gerando o desenvolvimento das nuvens cumulus, tendo o ápice maior no período vespertino, quando a convecção é máxima, com conseqüentes chuvas principalmente nos meses de verão no hemisfério sul (dezembro a março). Este sistema é responsável pelas chuvas tropicais do tipo monçônico, atingindo principalmente o Oeste da Bahia. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.

- e) **Vórtice Ciclônico de Ar Superior - VCAS** um conjunto de nuvens na forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsistência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens. Segundo GAN (1982), tais nuvens formam-se no Oceano Atlântico e são observadas nos meses de setembro a abril, tendo maior frequência em janeiro e fevereiro. Eles favorecem as chuvas no norte e nordeste da região e céu claro na parte sul e central da região durante estes meses.

Hastenrath e Lamb (1977) ressaltaram que a precipitação máxima na porção norte do Nordeste ocorre no período de fevereiro a maio, em função do deslocamento anual da ZCIT para latitudes mais ao sul no Hemisfério Norte. Já precipitação máxima mais a sul da região está associado à penetração de frentes frias vindas do sul que alcançam latitudes mais baixas nos meses de novembro a fevereiro. Já na região costeira, com a máxima entre maio e julho está ligado à maior atividade de circulação de brisa que transporta bandas de nebulosidade média para o continente e à ação das frentes frias remanescentes que se propagam ao longo da costa.

Kousky (1980) notou também que o máximo de chuvas no leste do Nordeste, de maio a julho, está possivelmente associado à máxima convergência dos alísios

com a brisa terrestre, a qual deve ser mais forte durante as estações de outono e inverno quando o contraste de temperatura entre a terra e o mar é maior.

Conforme o estudo de Moura e Shukla (1981) e Nobre (1994), as variações interanuais de chuvas no leste do NE podem ser atribuídas às anomalias na posição e intensidade da ZCIT causadas por anomalias positivas na Temperatura da Superfície do Mar - TSM do Atlântico Sul e pela ocorrência do El Niño no Pacífico Equatorial.

Segundo esses autores, em anos nos quais as TSM sobre o Atlântico Tropical Sul (entre a linha do equador e 15°S) estão mais altas do que a média de longo período durante março-abril-maio (MAM) e o Atlântico Tropical Norte (entre 5N e 20N) está menos aquecido do que a média, há formação de um gradiente meridional de anomalias de TSM no sentido de norte para sul. Nessa situação observou que a pressão ao nível do mar - PNM era mais baixa do que a média sobre o Atlântico Sul e mais alta do que a média sobre o Atlântico Norte, os ventos alísios de sudeste eram mais fracos do que a média enquanto os ventos alísios de nordeste mais intensos do que a média. O eixo de baixa pressão à superfície e confluência dos ventos alísios deslocado mais para sul, relativamente ao seu posicionamento médio, causam índices pluviométricos totais acima da média sobre o norte do Nordeste (HASTENRATH; HELLER, 1977).

Ainda de acordo com esses autores, os fenômenos globais como El Niño e La Niña afetam consideravelmente os padrões meteorológicos de várias regiões do Brasil. A variabilidade das chuvas na região Nordeste na época chuvosa é diretamente influenciada pelas temperaturas das superfícies tropicais dos oceanos Atlântico e Pacífico, que modulam o posicionamento da ZCIT, o principal sistema causador de precipitação do Norte e Nordeste. Na Amazônia, a ZCIT e suas interações com outros sistemas contribuem com aproximadamente 70% da precipitação (ROCHA, 2001, apud BEZERRA; CAVALCANTI, 2008), enquanto a principal estação chuvosa do nordeste, incluindo o norte e leste da região, explica que 60% das chuvas anuais ocorrem nos meses de abril a julho e a estação seca, para a maior parte da região, ocorre de setembro a dezembro. Yamazaki e Rao (1977) observando imagens de satélite, sugeriram a importância do Sistema de

Correntes Perturbadas de Leste na precipitação do NE. Chan (1990) observou que estes se propagam sobre o Oceano Atlântico, em direção ao continente, durante o outono e inverno.

Vianello e Alves (2000) também citam vários fenômenos responsáveis pelas anomalias climáticas do Nordeste, sendo as circulações de Hadley-Walker, a Zona de Convergência Intertropical, elevado Albedo na superfície, penetração de Sistemas Frontais, anomalias de temperaturas das águas oceânicas do Atlântico e do Pacífico, mecanismos de brisas marítimas e terrestres, linhas de instabilidade, mecanismos de grande escala local, dentre outras.

TSMs mais quentes que a média foram observadas no Oceano Pacífico equatorial, caracterizando um evento de El Niño moderado a fraco, que segundo os modelos de previsão de temperatura da superfície do mar mostra um enfraquecimento durante os próximos meses. Lembrando que a presença de eventos de El Niño, na maioria dos casos está relacionada a uma redução da precipitação na região Norte do Nordeste.

No Oceano Atlântico o campo de TSM apresentou durante o mês janeiro de 2010 o setor sul um pouco mais aquecido do que o norte, com ambas as regiões apresentando anomalias positivas. Tal configuração ainda não é definida como favorável para o deslocamento da ZCIT, Principal Sistema Causador de Chuvas no período de Março a Maio na Região Norte do Nordeste), para posições mais ao sul da Linha do Equador.

A maior parte dos modelos de previsão de precipitação analisados indica tendência de ocorrência de chuvas abaixo da média climatológica.

Pelo site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE podemos entender que em anos de El Niño há uma mudança de posição do ramo ascendente da Célula de Walker no Pacífico Equatorial que se desloca para o Pacífico Equatorial Leste. Formam-se então dois ramos descendentes: um na região que compreende o Nordeste Brasileiro e parte da Amazônia e outro na região da Indonésia.

Explica ainda que o ar que desce dos altos níveis da troposfera inibe a formação de nuvens. Esta é uma das explicações para as secas que ocorrem na região da Indonésia e no norte e leste da Amazônia e sertão do Nordeste em anos de El Niño. No entanto, não é somente o El Niño que pode provocar “seca” no sertão do Nordeste do Brasil, pois o Oceano Atlântico tem papel fundamental no regime de chuvas da região. Porém, em anos de El Niño, em geral, é observada “seca” nesta região.

Exemplifica que entre os anos 1997 e 1998, o episódio El Niño ocasionou intensa seca na região da Indonésia. Os índices de poluição na região eram altos, provocados pelas queimadas e pela poluição das grandes cidades, causando até acidentes por falta de visibilidade. E que no Brasil houve enchentes nos Estados da Região Sul. No ano seguinte, ocorreu grande “seca” em Roraima provocando uma das piores queimadas da região. Foi observada uma intensa seca no norte da região Nordeste que espalhou fome e miséria.

E continua nos ensinando que o fenômeno La Niña se caracteriza por ser oposto ao El Niño, ou seja, é o resfriamento das águas do Oceano Pacífico Equatorial, pode ser chamado também de episódio frio. Nesse caso, com a evaporação e os movimentos ascendentes que geram nuvens de chuva, a Célula de Walker, em anos de La Niña, fica mais alongada que o normal devido à maior intensidade dos ventos alísios. Com as águas mais quentes ficam represadas mais a oeste que o normal. A região do nordeste do Oceano Índico, a oeste do Oceano Pacífico, passando pela Indonésia, tem grande quantidade de chuvas. No Pacífico Equatorial Central e Oriental ocorrem os movimentos descendentes da Célula de Walker. Eles ficam mais intensos que o normal, inibindo, e muito, a formação de nuvens de chuva. Entretanto, esse efeito de grande escala não impede que fatores locais em muitas situações sejam responsáveis pela evolução de sistemas meteorológicos intensos. Por outro lado, episódios de La Niña favorecem a precipitação acima da média climatológica em boa parte do Nordeste e principalmente no setor leste com o avanço das frentes frias no litoral da Bahia, Sergipe e Alagoas, e chuvas acima da média no semi-árido nordestino (FUNCEME, 2003, apud FARIAS; CORREIA, 2008).

Esse fenômeno das frentes frias está relacionado à variação sazonal dos ventos na costa devido à posição da alta pressão subtropical do Atlântico Sul. Segundo Hastenrath e Lamb (1977) a alta subtropical começa a se intensificar nas estações frias alcançando o máximo em julho. O estudo dos ventos sobre o Atlântico Sul feito por Servain e Lukas (1990) mostrou que os ventos na costa do nordeste são de leste/nordeste no começo do ano e de sudeste durante o período de abril a julho, o que coincide com a época chuvosa no leste da região. Portanto, durante a estação chuvosa de outono/inverno sobre o leste do NE, os ventos sopram perpendiculares à costa, de sudeste. Estes ventos parecem favorecer a ocorrência da zona de convergência noturna associada à brisa terrestre.

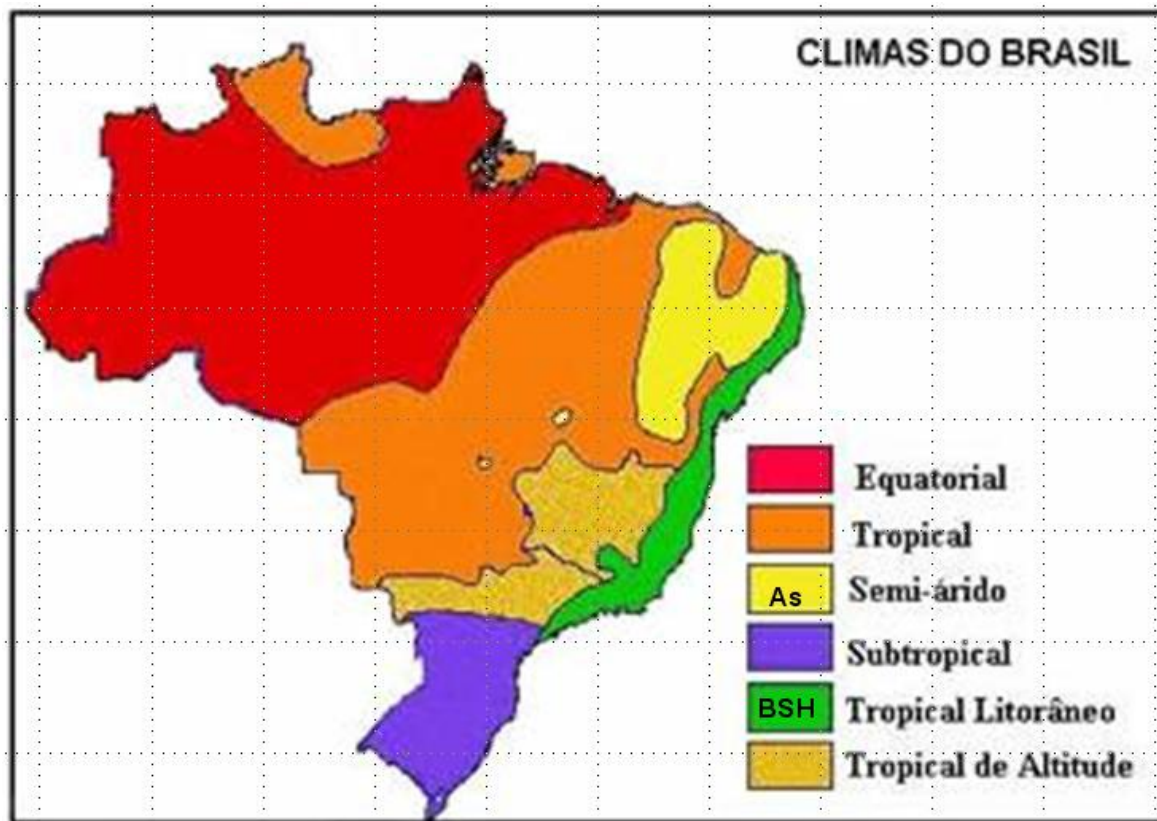
Ainda o site do CPTEC/INPE informa que em geral, os episódios La Niña apresentam frequência de 2 a 7 anos, porém tem ocorrido em menor quantidade que o El Niño durante as últimas décadas. E que os episódios La Niña têm duração de aproximadamente 9 a 12 meses, e somente alguns episódios persistem por mais de 2 anos, cujos valores das anomalias de TSM em anos de La Niña têm desvios menores que em anos de El Niño, ou seja, enquanto observam-se anomalias de até 4,5°C acima da média em alguns anos de El Niño, em anos de La Niña, as maiores anomalias observadas não chegam a 4°C abaixo da média.

Considerando essa pequena introdução e a classificação de Köppen (exposta na Figura 134) baseada fundamentalmente na temperatura, na precipitação e na distribuição de valores de temperatura e precipitação durante as estações do ano, a região nordeste está situada numa zona de transição entre dois tipos de climas:

- a) Tropical Litorâneo - BSH caracterizado por ser quente e úmido com chuvas no inverno e outono em um regime de temperatura e chuvas de duas estações bem definidas, o verão (chuvoso) e o inverno (seco) atua na fachada atlântica desde o RN até Paraná. Temperaturas médias entre 18° e 26°C, com amplitudes térmicas crescentes à medida que aumenta a latitude. As chuvas abundantes superam 1.200 mm/ano, mas têm distribuição desigual. No litoral do Nordeste, concentram-se no outono e inverno;
- b) Semi-árido - AS caracterizado por ser quente e seco, com chuvas no inverno, tendo temperaturas medias anuais superiores de cerca de 26°C e

pluviosidade média anual cerca de 750 mm, com chuvas irregulares no sertão. O semi-árido é definido por quatro dos principais sistemas de circulação atmosférica, os chamados Sistemas de Correntes Perturbadas, discutidos acima. Ao passarem pela região, provocam longos períodos secos e chuvas ocasionais concentradas em poucos meses do ano, às quais ocorrem durante no máximo três meses, dando vazão a estiagens que duram às vezes mais de dez meses. Com essa precipitação pluviométrica de forma bastante irregular no espaço e no tempo, somada às altas temperaturas (cerca de 26°C) com pequena variação térmica interanual anual em torno de 5°C exercem forte efeito sobre a evapotranspiração que, por sua vez, determinam o déficit hídrico e a concentração de sais nos solos, o que inibe a produtividade agrícola como o maior entrave à ocupação humana sustentável do semi-árido. Como o subsolo é rico em rochas cristalinas (de baixa permeabilidade) e somado ao regime de chuvas rápidas e fortes também impede a penetração de água no subsolo o que inibe a formação de aquíferos subterrâneos na região. O clima semi-árido está presente no Brasil nas regiões Nordeste e Sudeste. Corresponde a uma área de 982.563,3 km², correspondendo a 11% do total do território brasileiro.

Figura 134 - Classificação segundo Koppen do Clima para o Nordeste



Fonte: adaptado de Geografia do Brasil.

4.1.1.2 Caracterização Local - Natal/RN

a) Precipitação

O clima do Natal é classificado como tropical chuvoso quente com verão seco ou do tipo BSH caracterizado por ser quente e úmido com chuvas no inverno e outono, segundo a classificação Koppen. Verifica-se a ocorrência de temperaturas elevadas o ano todo e altos índices de irradiação solar devido à proximidade com a Linha do Equador (VIANELLO; ALVES, 1991). O período denominado chuvoso para a área concentra-se entre os meses de março e julho, sendo o restante do ano considerado de estiagem.

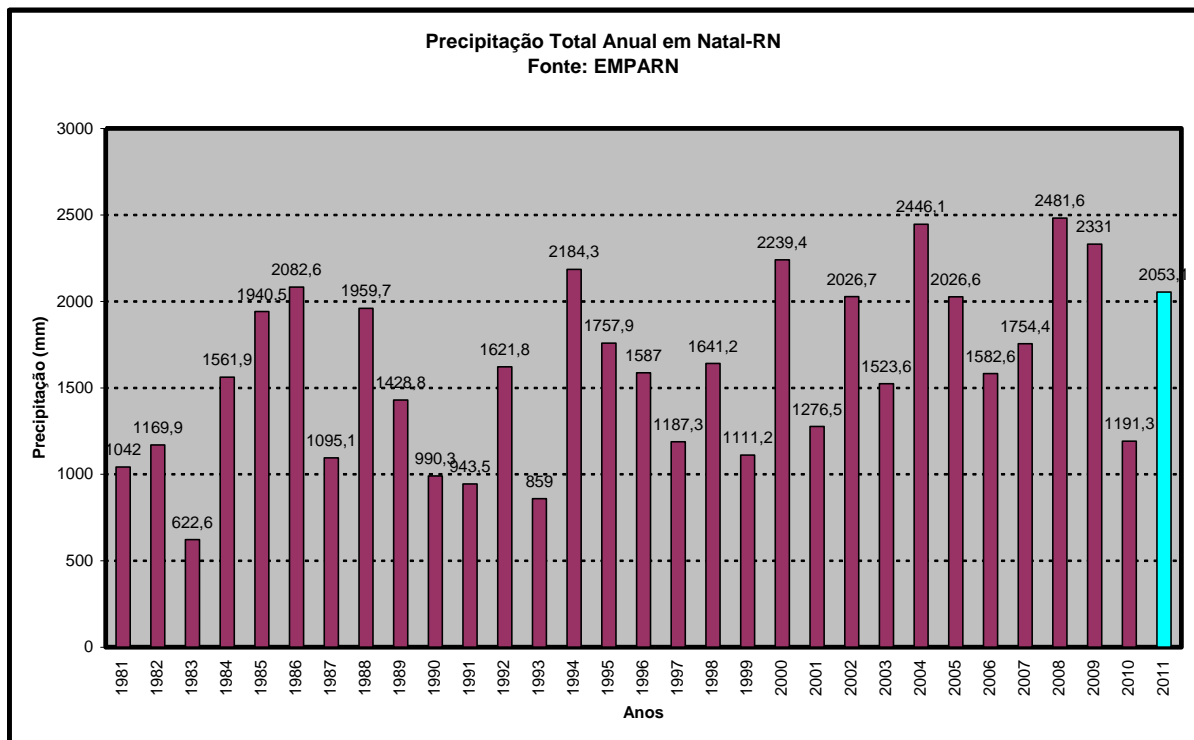
Para realização do presente estudo recorreu-se à análise dos dados climáticos disponíveis no site da Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN - EMPARN. Entre outras informações foram analisados as variáveis climatológicas,

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

destacando: a) Precipitação Pluviométrica Total Anual; b) Média pluviométrica mensal para a série histórica referente ao período de 1981 a 2011; c) E outras variáveis climatológicas como a umidade relativa do ar (em %), temperaturas máxima, mínima e média, além da velocidade do vento (em km/h), referentes ao período de 2001 a 2011.

Estes dados foram tabulados, tendo se obtidos três gráficos das variáveis climatológicas citadas acima. O Gráfico 52 a seguir contém a soma das precipitações anuais desde o ano de 1981 até o mês de agosto de 2011.

Gráfico 52 - Precipitações anuais do município do Natal/RN (1981-2011)



Fonte: Adaptado de EMPARN (2011).

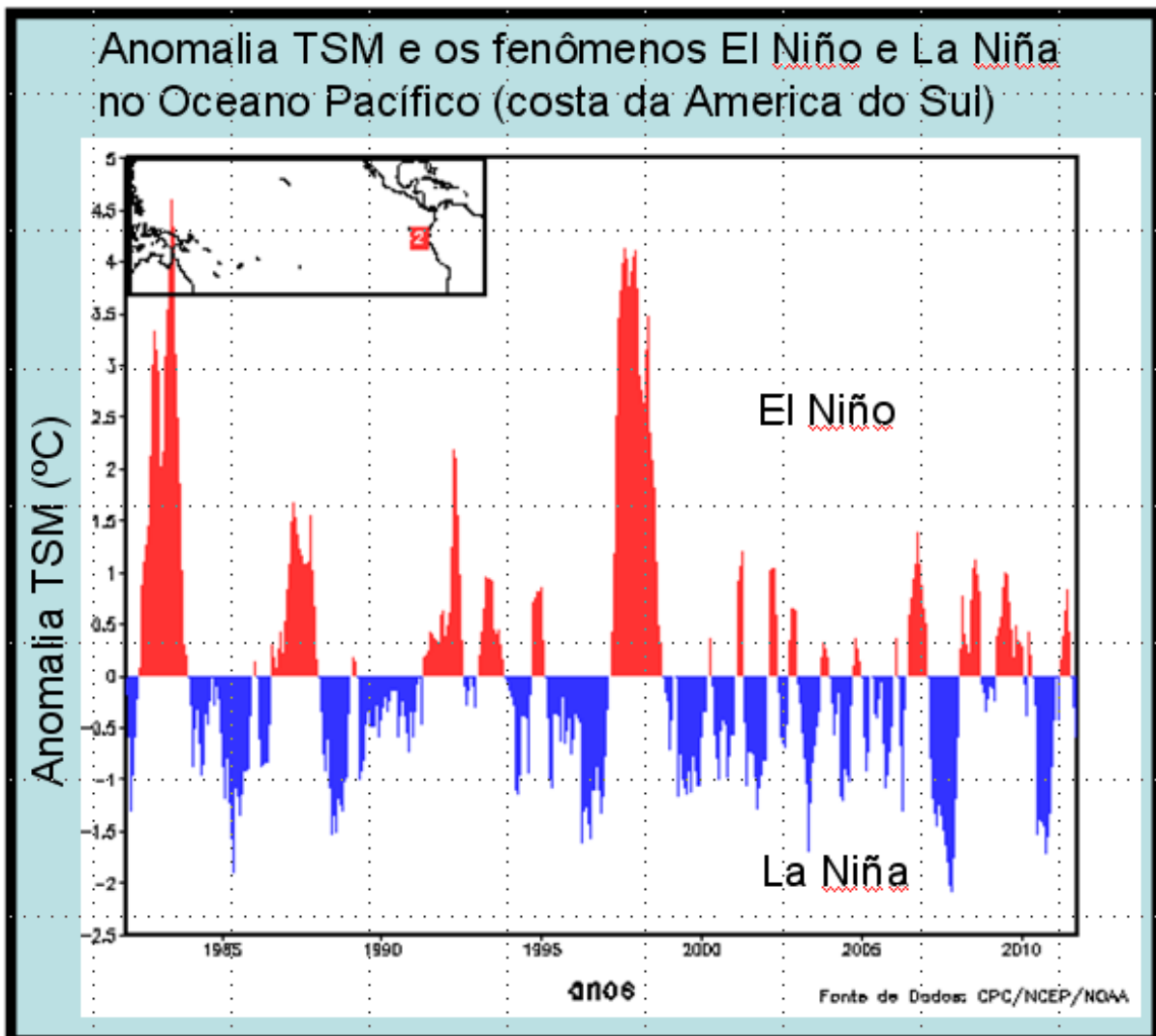
Observação: os dados de 2011 se referem até o mês de agosto

Mesmo com a média global de 1600 mm, é importante salientar que para o período estudado ocorreu registro pluviométrico mínimo de 622,6 mm/ano, no ano de 1983, e registro máximo de 2481,6 mm/ano, em 2008. Tal discrepância demonstra que existem anos de intensa precipitação e outros de seca extrema, dificultando a avaliação acerca de uma possível mudança climática local. Tanto as

secas quanto as chuvas excepcionais ocorrem quando há atuação irregular da Zona de ZCIT e das Ondas de Leste EMPARN (2011), ocasionadas por fenômenos que atuam principalmente sobre o Oceano Atlântico associados com os fenômenos globais de El Niño e La Niña (Gráfico 53).

De acordo com informações do INPE, o fenômeno El Niño, neste período de estudo, ocorreu fortemente nos anos 1982-1983, 1991-1993 e 1997-1998 e moderadamente nos anos 1996-1998, 1994-1995, 2002-2003, 2006-2007. Nos anos não listados, esse fenômeno foi fraco.

Gráfico 53 - Anomalias TSM sobre o Oceano Pacífico, próximo à costa sul-americana



Fonte: INPE (2011).

Farias e Correia (2008) discutiram as interrupções de energia elétrica na área da CHESF, no Nordeste, devido às descargas atmosféricas relacionadas aos fenômenos de El Niño e La Niña. Porém, eles alertaram que embora um dos efeitos climáticos mais conhecidos em episódios de El Niño é a redução drástica na quantidade de chuvas na região, esse efeito de grande escala não impede que fatores locais em muitas situações sejam responsáveis pela evolução de sistemas meteorológicos intensos e conseqüentemente haja ocorrências de falhas no sistema de transmissão de energia produzidas por descargas elétricas.

Neste sentido, esses autores estabeleceram algumas relações entre variáveis meteorológicas, que permitiram equacionar a influência de condições atmosféricas em interrupções no fornecimento de energia elétrica decorrentes de descargas atmosféricas com base em registros de eventos de atividade convectiva intensa em anos de El Niño e La Niña intensos. E, por fim, demonstraram um aumento substancial na ocorrência de falhas em episódios de La Niña (1988/1989, 1995/1996, 1999/2000) quando comparado com períodos sob a influência do fenômeno EL Niño (1989/1990, 1991/1992 e 1997/1998). Embora os resultados tenham sido bastante satisfatórios, os autores alertam também que não devem ser considerados como decisivos, já que, as análises apresentadas referem-se a um estudo de caso utilizando dados de dezembro de 1997 sob a influência de El Niño e dados de janeiro de 2000 sob a influência de La Niña. Entretanto, os indicativos obtidos são encorajadores no sentido de dar continuidade ao estudo apresentado, uma vez que, os resultados confirmam características ambientais importantes associadas com tempestades intensas, tais como vapor d'água abundante na baixa atmosfera (anomalias positivas de umidade) e ventos intensos nos baixos níveis e variação substancial do vento com a altura. Sugerindo que nos anos de La Niña a área com atividade convectiva intensa é mais freqüente e mais abrangente do que nos anos de El Niño.

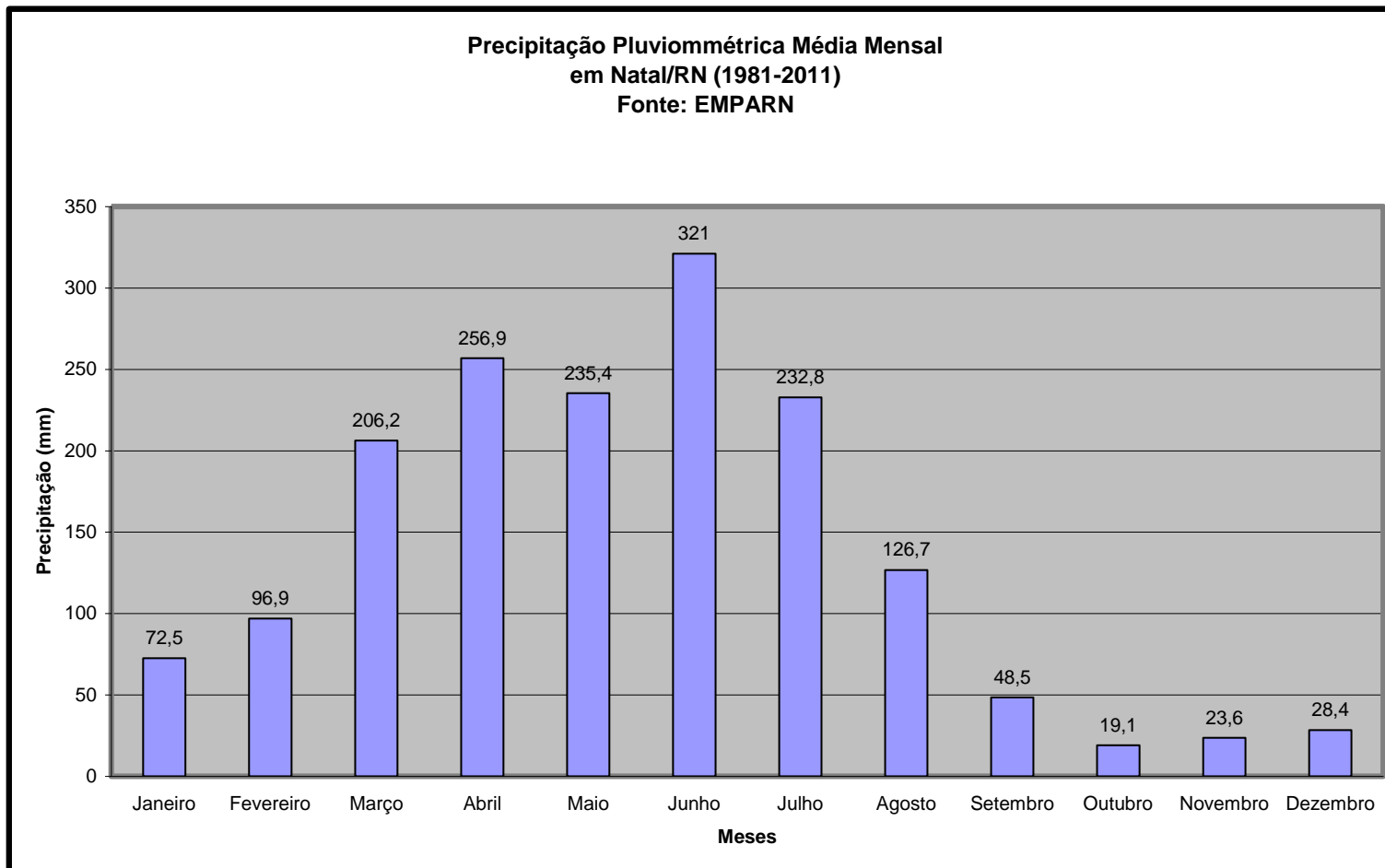
Cabe destacar que, se o recorte espacial feito for dividido em três partes iguais (a cada dez anos), observa-se que as décadas de 80 e 90 apresentam bastante similaridade pluviométrica, onde as chuvas acima de 1.500 mm/ano ocorrem numa espacialidade temporal não contínua, sem necessariamente repetir-

se em anos subseqüentes. A partir do ano 2000, tal fenômeno já é mais recorrente, ou seja, as chuvas acima de 1.500 mm/ano são freqüentes e ocorrem em curto espaço de tempo, verificando-se somente dois casos em que ocorreram chuvas abaixo de tal referência, nos anos 2001 e 2010.

No entanto, há ocorrência de índices superiores a 2.000mm anuais nos anos de 1986, 1994, 2000, 2002, 2004, 2005, 2008, 2009 e no ano de 2011. Nos anos mais chuvosos da década de 90 houve transbordamento de lagoas semi-perenes existentes na área urbana de Natal. Galvão e Silva (2007) verificaram que nos anos cuja média pluviométrica foi acima de 1.100 mm, aconteceram alagamentos nas imediações da lagoa do Jiqui, conhecida também como lagoa do Makro, porém, a concentração de chuvas ocorreu no seu período habitual, com chuvas mensais acima de 200 mm. De maneira mais específica, o transbordamento da lagoa acontece nos meses de junho e julho, período no qual o referido acúmulo de precipitação, geralmente é atingido.

Ao longo desses últimos 31 anos a média pluviométrica do município de Natal, exposta no Gráfico 54, a seguir, foi de aproximadamente 1600 mm/ano, cabendo destacar que as médias mensais maiores dos índices pluviométricos, influenciados pelas massas de ar oriundas do Oceano Atlântico, que ocorrem entre os meses de março e julho ultrapassam os 200 mm, com pico de 321 mm no mês de julho. Nesse período há registros de chuvas torrenciais e esparsas. Em seguida, tem início o período de estiagem, em agosto, se prolongando até o início do outro ano, com mínimas durante os meses de setembro a dezembro, com médias mensais abaixo de 126,7 mm, com mínimas abaixo de 30 mm nos meses de outubro a dezembro.

Gráfico 54 - Média pluviométrica mensal entre os anos de 1981-2011



Fonte: Adaptado da EMPARN (2011).

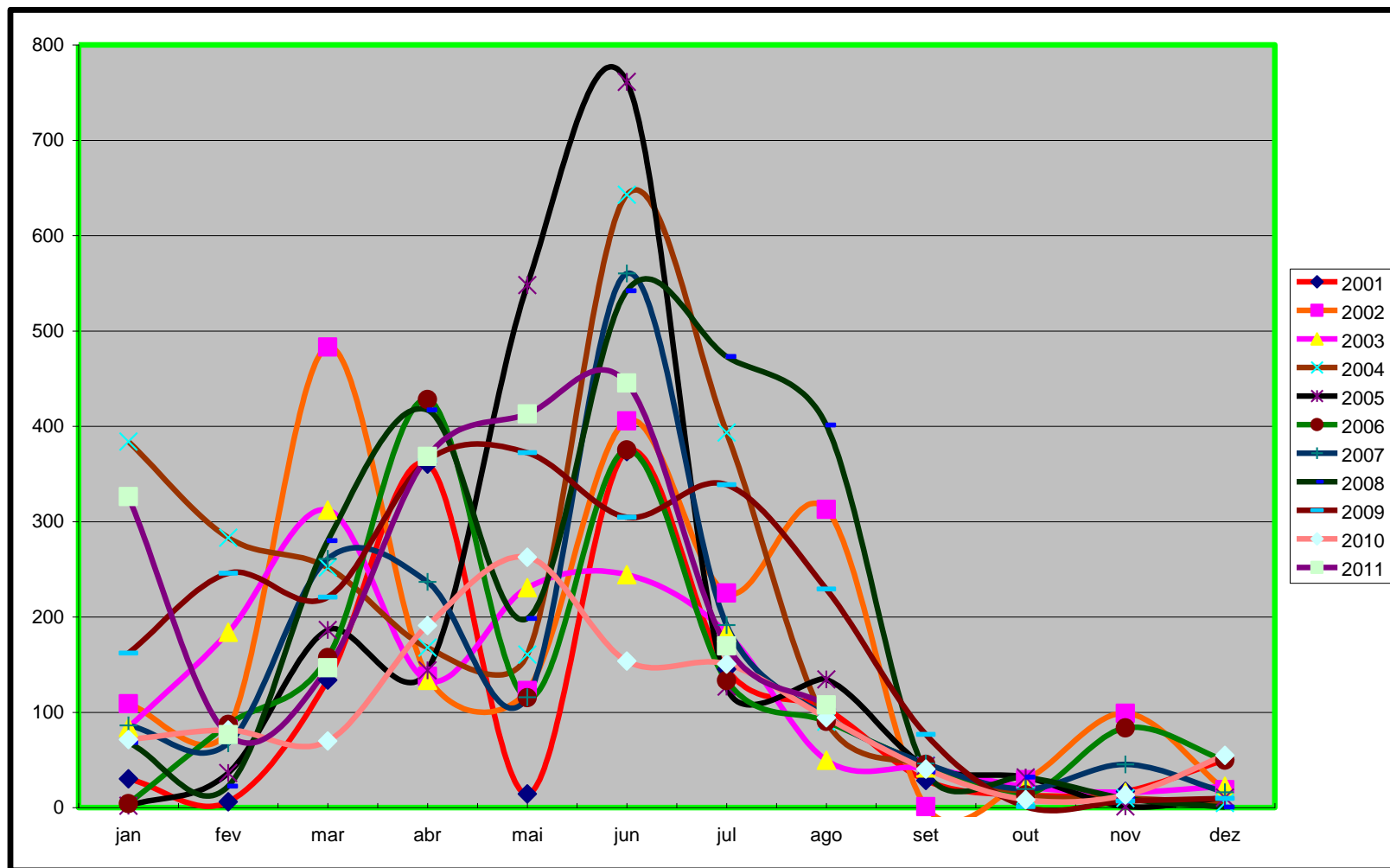
Outro destaque é a média das médias dos meses de março a julho que tem girado em torno de 250 mm, enquanto a média das médias dos meses de agosto a fevereiro cai para 59,38 mm, caracterizando assim, o clima da região do estuário do Potengi, por fazer parte da cidade de Natal, se enquadra no domínio do tipo climático BSH, segundo a classificação Köppen, definido como clima tropical chuvoso quente com verão seco (Tabela 34 e Gráfico 55).

Tabela 34 - Pluviometria do Município de Natal - RN (2001-2011)

Meses	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Média
Jan	30,1	108,9	84,1	383,9	2	4,2	86,3	68,2	162,1	71,3	326,1	58,6
Fev	6,2	82,3	184	283	36,4	87,2	67,6	22,4	245,7	81,4	76,5	109,3
Mar	133,8	483,1	312	252	186,3	157,4	260,9	279,8	220,6	69,9	146,7	206,2
Abr	360,2	137,7	133,4	167,8	144	427,9	236,8	417	364,3	191	368,3	249,6
Mai	14,4	122,8	230,8	160,6	548,2	115,3	115,7	198,3	372,3	262,7	413	239,3
Jun	373,4	405,6	244,3	642,9	761,3	375,1	560,4	542	304,5	153,6	445,4	261,1
Jul	145,2	225,2	183,5	393,4	126,9	133,3	191,4	473,1	338,5	150,5	169,5	209,1
Ago	103,2	312,9	49,6	90,1	134,4	90,3	95,8	401,1	229,2	94,3	107,6	111,3
Set	28,4	1	41,6	44,4	43,9	45,2	46,2	37,8	76,7	40,5		51,1
Out	13,2	29,2	21,7	13	31,6	13,4	19,6	32	0,9	8,2		17,9
Nov	17,1	98,9	16,1	10,1	1,2	83,5	45,2	9,5	6,7	13,2		15,8
Dez	50,2	18,8	22,5	4,8	10,4	49,8	16	0,4	9,5	54,7		25
Total	1275,4	2026,4	1523,6	2446	2026,6	1582,6	1741,9	2481,6	2331	1191,3	2053,1	1554,3

Fonte: Adaptado de EMPARN (2011).

Gráfico 55 - Total mensal pluviométrica do período de 2001-2011



Fonte: Adaptado de EMPARN (2011).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

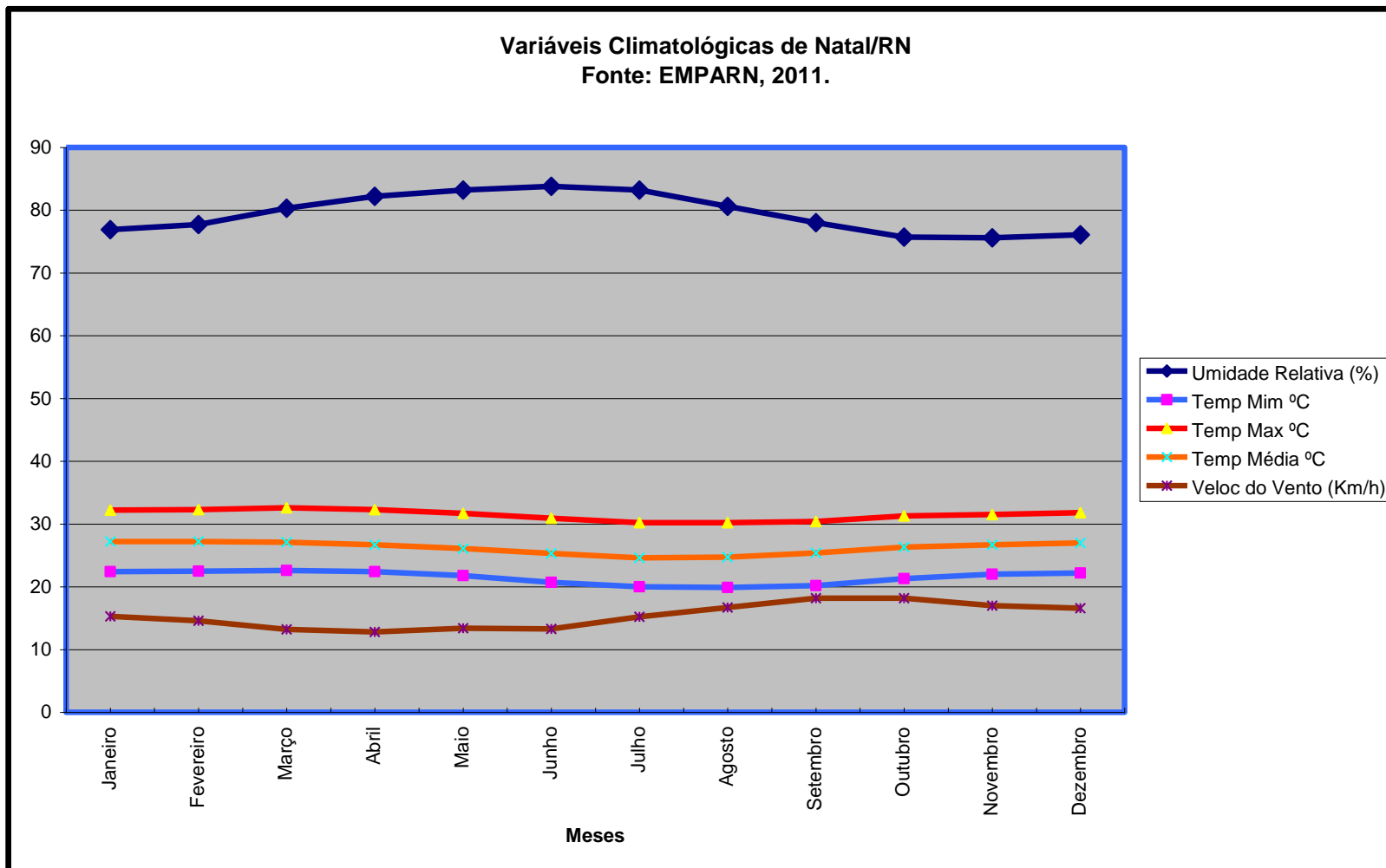
Outras variáveis climatológicas como a umidade relativa do ar (em %), temperaturas máxima, mínima e média, além da velocidade do vento (em km/h) também são discutidas neste texto com base na Tabela 35 e no Gráfico 56.

Tabela 35 - Variáveis Climatológicas de Natal (2001-2011)

Mês	Pressão (Hpa)	UR (%)	Tmín (°C)	Tmáx (°C)	Tméd (°C)	VEL (Km/h)
Jan	1006,0	76,9	22,4	32,2	27,2	15,3
Fev	1005,8	77,7	22,5	32,3	27,2	14,6
Mar	1005,6	80,3	22,6	32,6	27,1	13,2
Abr	1005,6	82,2	22,4	32,3	26,7	12,8
Mai	1006,6	83,2	21,8	31,7	26,1	13,4
Jun	1008,2	83,8	20,7	30,9	25,3	13,3
Jul	1009,2	83,2	20,0	30,2	24,6	15,2
Ago	1009,4	80,6	19,9	30,2	24,7	16,7
Set	1008,7	78,0	20,2	30,4	25,4	18,2
Out	1007,5	75,7	21,3	31,3	26,3	18,2
Nov	1006,6	75,6	22,0	31,5	26,7	17,0
Dez	1006,1	76,1	22,2	31,8	27,0	16,6

Fonte: EMPARN (2011).

Gráfico 56 - Variáveis Climatológicas de Natal/RN referente ao período de 2001 - 2011

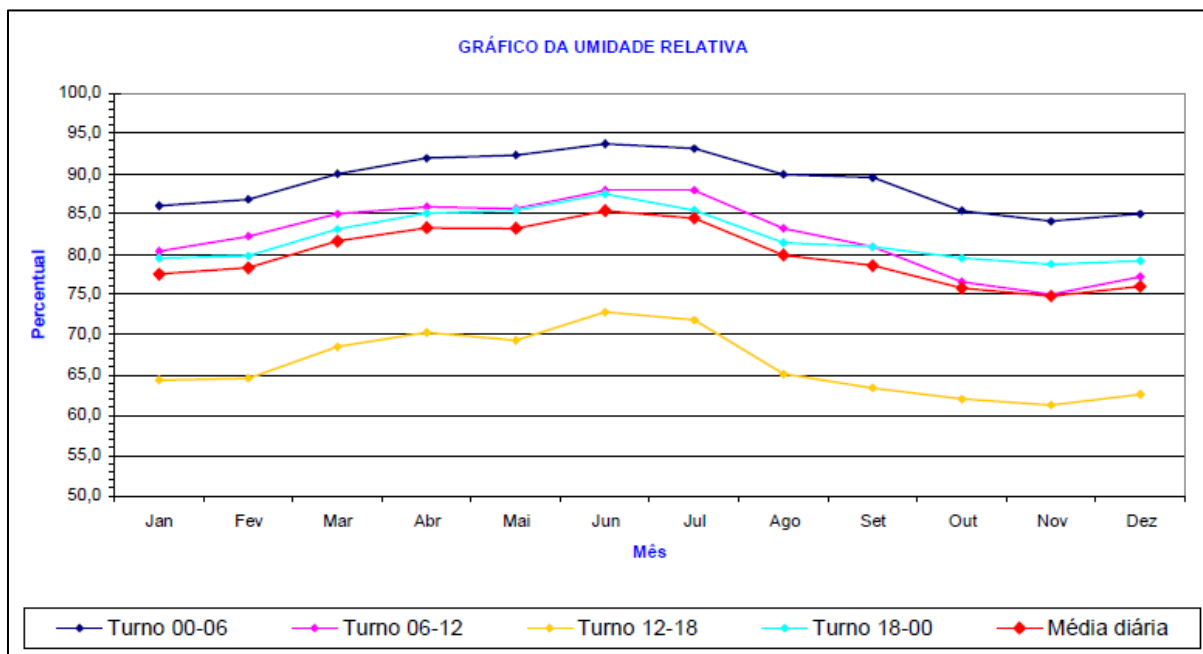


Fonte: Adaptado de EMPARN (2011).

b) Umidade Relativa do Ar

Umidade é a soma das gotículas de água em suspensão no ar. A medida mais comum é umidade relativa - que é a soma de vapor d'água presente no ar em um certo instante e local que é expresso pelo percentual da soma máxima de vapor d'água que o ar pode reter, a uma certa temperatura. O Gráfico 57, abaixo, expõe a umidade relativa do ar na cidade de Natal.

Gráfico 57 - Umidade Relativa do Ar medida por turno de 6 horas para a cidade de Natal/RN



Fonte: INPE (2004).

Percebe-se que a média anual da umidade relativa do ar na cidade de Natal é homogênea e estável ao longo do ano, abrangendo valores acima de 80%, nos meses mais úmidos, tendo valores máximos acima de 83% nos meses de maio a julho, e valores abaixo de 80% nos meses mais secos com as mínimas em torno de 76%, entre outubro e dezembro. Entretanto, o declínio na umidade não chega a ser acentuado em função dos ventos carregados de umidade que sopram do mar durante a maior parte do ano.

c) Temperatura

As temperaturas na cidade de Natal são relativamente elevadas ao longo de todo o ano em função da grande quantidade de radiação solar incidente na superfície terrestre associada à grande quantidade de nebulosidade, porém, amenizada pela proximidade do mar que induz a redução na amplitude térmica. Os valores médios mensais acima de 26°C até 27,2°C ocorrem nos meses de outubro a maio e valores abaixo de 25,4°C até 24,6°C nos meses de junho a setembro, com amplitude média de apenas 2,6°C. No entanto, observam-se valores médios para as mínimas abaixo de 21°C até 19,9° para os meses de junho a setembro e valores acima de 21° até 22,6°C para os meses de outubro a maio, enquanto que as máximas com valores abaixo de 31,4°C até 30,2 ocorrem nos meses de junho a outubro e valores acima de 31,4°C até 32,6°C aparecem nos meses de novembro a maio.

De acordo com Cunha (2010), a média anual no período de 1984 a 2006 foi de 26,54°C, com amplitude de 1,74°C. Essa pequena amplitude anual da temperatura do ar é consequência da baixa latitude combinada com a proximidade do mar e da baixa elevação topográfica de Natal.

d) Ventos

Vento é uma parte vital do sistema circulatório do planeta, conecta a maior parte da vida da Terra. Sem ventos, os trópicos ficariam insuportavelmente quentes e muitas regiões do planeta congelariam. Além disso, os ventos transportam nutrientes de um lado para outro, como poeiras ricas em fosfatos e ferro, tornando solos de outras regiões mais produtivos ou parte dos oceanos com maior crescimento do fitoplâncton, favorecendo as cadeias alimentares. No entanto, pode também transportar pesticidas de terras em processos de erosão eólica ou poeira com certos tipos de fungos que pode desempenhar um papel de degradação ou morte de recifes de corais, além de afetar a saúde humana.

Durante a estação chuvosa de outono/inverno sobre o leste do NE, os ventos que sopram perpendicularmente a zona costeira de Natal são os alísios em 86% de

sudeste, oriundos do Oceano Atlântico. Estes ventos parecem favorecer a ocorrência da zona de convergência noturna associada à brisa terrestre. Apresentam pouca intensidade a noroeste, sendo responsáveis pelas condições climáticas moderadas da cidade, com uma média de 4,27 m/s, equivalentes a 15,37 km/h, para o período de 2001 e 2011. As menores velocidades, compreendidas em torno das médias mensais de 2,9 m/s, foram registradas nas estações úmidas nos meses de março a abril, e as maiores velocidades em torno de 4,94 m/s ou 17,8 km/h foram observadas nas estações secas, nos meses de setembro a novembro.

Segundo Cunha (2010), os ventos são os alísios de sudeste, com uma média de 211 dias por ano, abrangendo de 58% do ano, seguidos pelos ventos de leste, em 102 dias, cerca de 28%, e pelos ventos do sul, em 37 dias, abrangendo apenas 10% do ano. Todos esses ventos são oriundos do Oceano Atlântico.

Os ventos de sul são mais freqüentes de abril a julho, os ventos de leste de outubro a março enquanto os ventos de sudeste ocorrem nos meses de novembro a fevereiro. A velocidade média mensal do vento, exposta na Tabela 36, para o período de 1984 a 2002, observada na Estação Meteorológica da Universidade Federal do RN - UFRN foi de 4,1 m/s, com maiores medias ocorrendo nos meses de agosto a novembro e as menores nos meses de março e abril (CUNHA, 2010).

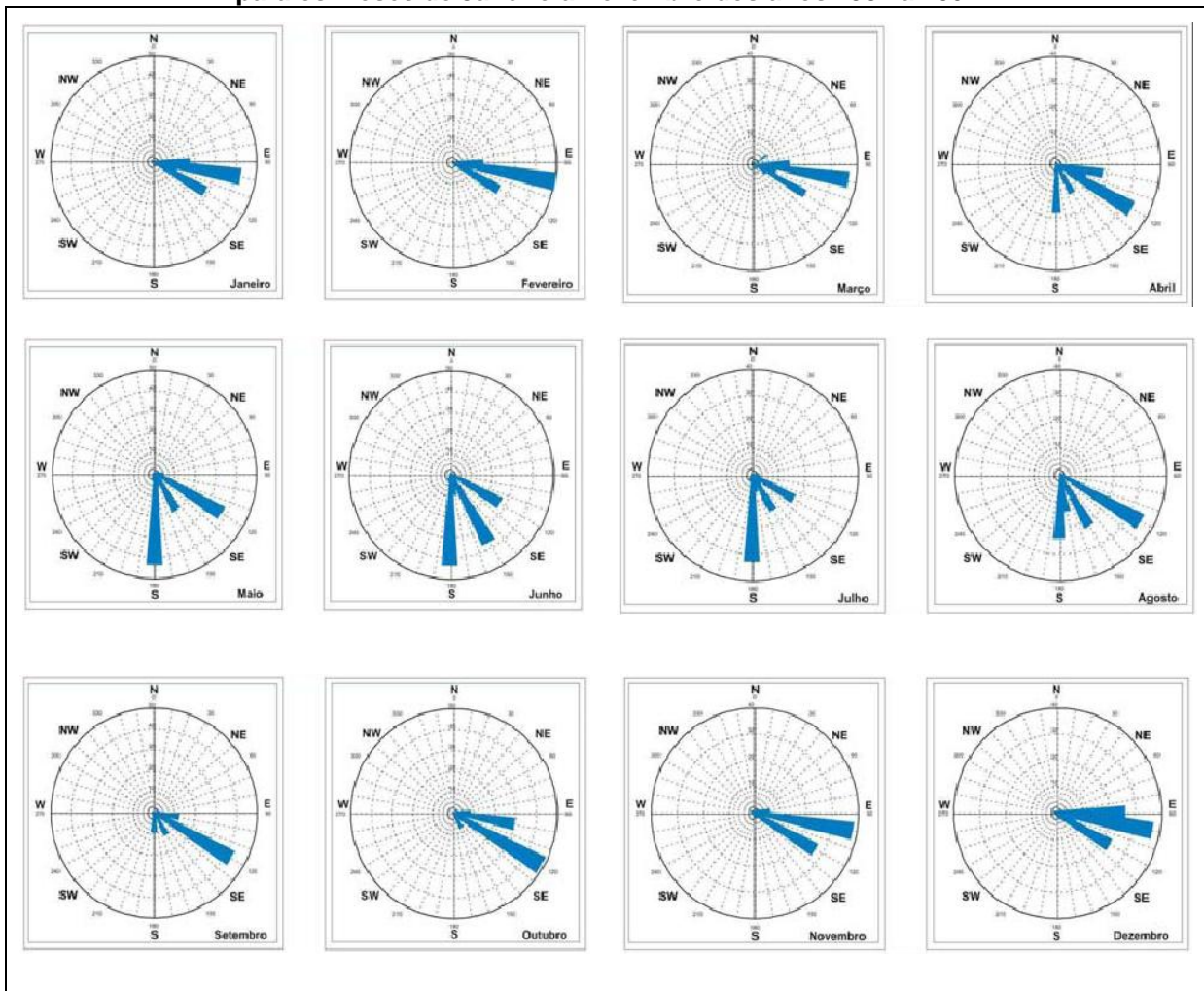
Tabela 36 - Velocidade média mensal (m/s) dos ventos na região de Natal/RN

Anos	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1984	5,2 SE-E	5,5 SE-E	3,8 E-SE	3,3 SE-S	6,4 SE-S	4,7 SE-S	5,7 S-SE	6,0 SE-E	5,3 SE-E	5,3 SE-E	5,0 SE-E	4,2 E-SE
1985	3,7 E-SE	6,3 E-SE	2,0 SE-E	2,3 S-SE	2,2 SE-S	3,6 SE-S	1,3 SE-S	3,3 SE-E	4,3 SE-E	4,4 E-SE	4,9 SE-E	4,5 SE-E
1986	4,6 SE-E	3,3 SE-E	2,4 SE-E	3,2 SE-S	3,3 SE-S	4,0 S-SE	3,8 SE-S	3,6 SE-E	5,3 SE-S	4,0 E-SE	4,6 SE-E	4,2 SE-S
1987	4,7 SE-E	4,3 SE-E	3,0 SE-E	4,0 SE-E	3,8 SE-S	4,4 SE-E	3,5 SE-S	4,1 SE-S	4,3 SE-S	4,2 E-SE	4,0 E-SE	4,3 SE-E
1988	3,9 E-SE	4,0 SE-E	3,1 E-SE	3,4 SE-E	3,6 SE-S	3,4 SE-E	5,8 E-SE	5,9 SE-S	5,7 SE-E	4,6 E-SE	4,8 SE-E	3,7 E-SE
1989	4,0 E-SE	3,6 E-SE	3,1 E-SE	3,1 SE-E	5,1 SE-E	3,1 S-SE	3,1 S-SE	4,2 SE-S	4,1 SE-E	5,2 SE-E	4,0 SE-E	3,9 E-SE
1990	4,6 SE-E	4,2 SE-E	4,7 SE-E	4,6 SE-E	4,0 SE-E	4,6 SE-E	4,2 SE-E	4,4 SE-E	5,0 SE-E	7,8 SE-E	5,0 SE-E	4,7 E-SE
1991	4,7 E-SE	5,2 E-SE	4,3 E-SE	6,1 SE-E	4,2 SE-E	4,6 SE-E	5,0 SE-E	5,5 SE-S	5,5 SE-E	5,3 E-SE	4,7 E-SE	4,6 SE-E
1992	4,7 E-SE	4,7 SE-E	4,4 SE-E	4,5 SE-E	4,3 SE-E	4,1 SE-E	4,5 SE-E	4,7 SE-S	5,0 SE-E	5,0 SE-E	4,9 SE-E	5,0 SE-E
1993	5,0 SE-E	5,2 E-SE	5,0 E-SE	4,8 SE-E	5,0 SE-E	4,2 SE-E	4,5 SE-E	5,5 SE-S	5,1 SE-E	5,5 SE-E	5,6 SE-E	5,1 SE-E
1994	4,1 E-SE	4,4 SE-E	3,4 E-SE	3,5 SE-S	3,8 SE-S	2,9 SE-S	4,5 SE-S	5,5 SE-S	5,7 SE-E	5,6 SE-E	5,4 SE-E	4,9 E-SE
1995	4,8 SE-E	3,8 SE-E	4,1 SE-E	3,3 SE-E	3,3 SE-E	4,1 SE-S	3,9 SE-E	5,3 SE-E	5,6 SE-E	5,1 E-SE	4,6 E-SE	4,2 SE-E
1996	4,7 SE-E	4,2 E-SE	2,9 E-SE	2,6 SE-S	4,2 SE-S	4,4 SE-S	4,1 SE-S	3,9 SE-S	5,4 SE-S	5,4 SE-E	4,4 SE-E	4,5 SE-E
1997	4,5 E-SE	4,8 SE-E	3,9 SE-E	3,6 SE-E	3,9 SE-E	4,0 SE-E	4,7 SE-S	4,9 SE-E	4,9 SE-E	4,9 SE-E	4,7 E-SE	4,3 E-SE
1998	4,1 E-SE	4,6 SE-E	4,6 SE-E	4,8 SE-E	4,7 SE-S	4,5 SE-S	4,1 SE-E	5,4 SE-E	5,5 SE-E	5,4 SE-E	4,4 E-SE	4,6 E-SE
1999	4,6 E-SE	4,6 E-SE	4,2 E-SE	4,6 SE-E	3,9 SE-E	4,4 SE-S	4,6 SE-S	4,9 SE-S	5,1 SE-E	4,4 SE-E	4,2 E-SE	4,3 E-SE
2000	4,0 E-SE	3,8 SE-E	4,3 E-SE	3,7 SE-E	4,2 SE-S	3,6 SE-S	3,6 SE-S	4,5 SE-S	4,9 SE-S	5,2 SE-E	4,5 SE-E	4,1 E-SE
2001	5,1 SE-E	4,8 SE-E	3,7 SE-E	4,0 SE-S	4,2 SE-E	3,8 SE-S	4,5 SE-S	5,4 SE-S	5,2 SE-E	4,6 SE-E	4,7 SE-E	4,3 SE-E
2002	3,6 SE-E	4,3 SE-E	3,6 SE-E	3,7 SE-S	3,8 SE-S	-	-	-	-	-	-	-
Média	4,5	4,5	3,7	3,9	4,1	4,1	4,2	4,8	5,1	5,1	4,7	4,4
Sentido Médio Predominante	E-SE	SE-E	SE-E	SE-E	SE-S	SE-S	SE-S	SE-S	SE-E	SE-E	SE-E	E-SE

Fonte: INMET (2002, apud SILVA 2002).

A Figura 135, a seguir, mostra diagramas de rosetas indicando os sentidos predominantes na região de Natal/RN para os meses de Janeiro a Dezembro dos anos 1984 a 2002.

Figura 135 - Diagramas de rosetas indicando os sentidos predominantes na região de Natal/RN para os meses de Janeiro a Dezembro dos anos 1984 a 2002



Fonte: Silva (2002).

e) Insolação

A insolação média anual foi de 3050 e 2919 horas para os anos de 2001 e 2002, e a umidade relativa do ar apresentou valores máximos de 88 e 85%, para 2001 e 2002, entre os meses de junho a agosto. (CODERN, 2006).

4.1.1.3 Análise dos Dados Climáticos da Região de Natal

Galvão e Silva (2007) se utilizaram de dados meteorológicos e de aplicações probabilísticas sobre as variáveis climáticas associadas à erosividade, um dos fatores componentes do processo de erosão, para discutir as questões relacionadas ao planejamento urbano, evitando a ocorrência de possíveis alagamentos, bastante comum em uma cidade como Natal, onde as altas taxas de crescimento certamente impedem um melhor controle sobre os procedimentos coerentes na ocupação urbana.

Esses autores utilizaram dados meteorológicos de vinte anos (1984-2004) obtidos na Estação Meteorológica da UFRN para analisar probabilisticamente as variáveis: chuva (precipitação), vento, temperatura, conforto térmico e erosividade com a utilização das metodologias baseadas nos modelos de Kimball, para calcular a precipitação e a temperatura; de Bertoni e Lombardi Neto, para calcular os índices de erosividade e o modelo de Wind Chill, para calcular o conforto térmico e a velocidade dos ventos.

Eles observaram que os resultados preliminares, em nível probabilístico de 90%, é caracterizado por uma quantidade de precipitação pluviométrica de 36mm, uma temperatura média de 26,9°C e um vento médio de 3,8 m/s, o que caracterizaria uma fraca erosividade com uma sensação térmica de confortável para fresco. Por outro lado, no nível de probabilidade mínima (5%) podem ocorrer precipitações acima de 300 mm, uma temperatura média acima de 24,2°C, um vento médio acima de 6m/s, com um forte índice de erosividade, mesmo assim, persistindo uma sensação térmica confortável. Já numa probabilidade média de 50%, há uma quantidade de chuva de 124,8mm, uma temperatura média de 25,2°C e ventos de 4,9m/s. Observaram que, nas probabilidades entre 5% e 50%, esses resultados apareceram em dez eventos nesses vinte anos analisados, comprovando-se uma alta quantidade de precipitações, podendo, caso não ocorra um planejamento adequado nas áreas urbanas, causar alagamentos e prejudicar seriamente a capital potiguar como a mídia tem veiculado em seus noticiários.

Por fim, deduz-se deste trabalho, embora as médias climáticas mostram uma certa estabilidade, que há uma forte variabilidade no que se diz respeito aos indicadores de precipitação, temperatura, vento, além da indicação de uma sensação térmica confortável, Galvão e Silva (2007) concluíram que se torna necessário um monitoramento mensal das condições adversas do tempo e do clima, utilizando as metodologias e dados probabilísticos, pois além de prevenir possíveis fenômenos que venham a ocorrer em escala bioclimática, evita possíveis problemas decorrentes das grandes quantidades de precipitação, como os alagamentos, auxiliando, assim, para reduzir problemas no planejamento urbano na capital potiguar, demonstrando a importância da análise meteorológica e probabilística para a probabilidade de variáveis climatológicas.

4.1.2 Geologia

Caracterização geológica resumida apresentada em escala regional, englobando as principais unidades estratigráficas e suas feições estruturais, assim como em escala local, a qual deverá contemplar o respectivo grau de intemperismo das unidades estratigráficas.

De acordo com a CPRM (2006) em seu Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do RN - Escala 1:500.000, como parte do Programa Geologia do Brasil - PGB, Área Integrações Geológicas Regionais em parcerias com o Governo do Estado do RN através da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do RN - FAPERN, com a interveniência da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico - SEDEC - RN e seguindo as citações de Almeida e Hasui (1984), as rochas situadas no Estado do RN localiza-se geotectonicamente nas Províncias Borborema e Costeira. A Província Borborema, representa o segmento crustal de uma extensa faixa fortemente afetada por vários ciclos orogenéticos, enquanto que a Província Costeira é caracterizada por varias bacias sedimentares formadas durante a abertura do Oceano Atlântico. O substrato da primeira província é constituído por rochas pré-cambrianas que ocupam cerca de 65% da área do Estado. Já na

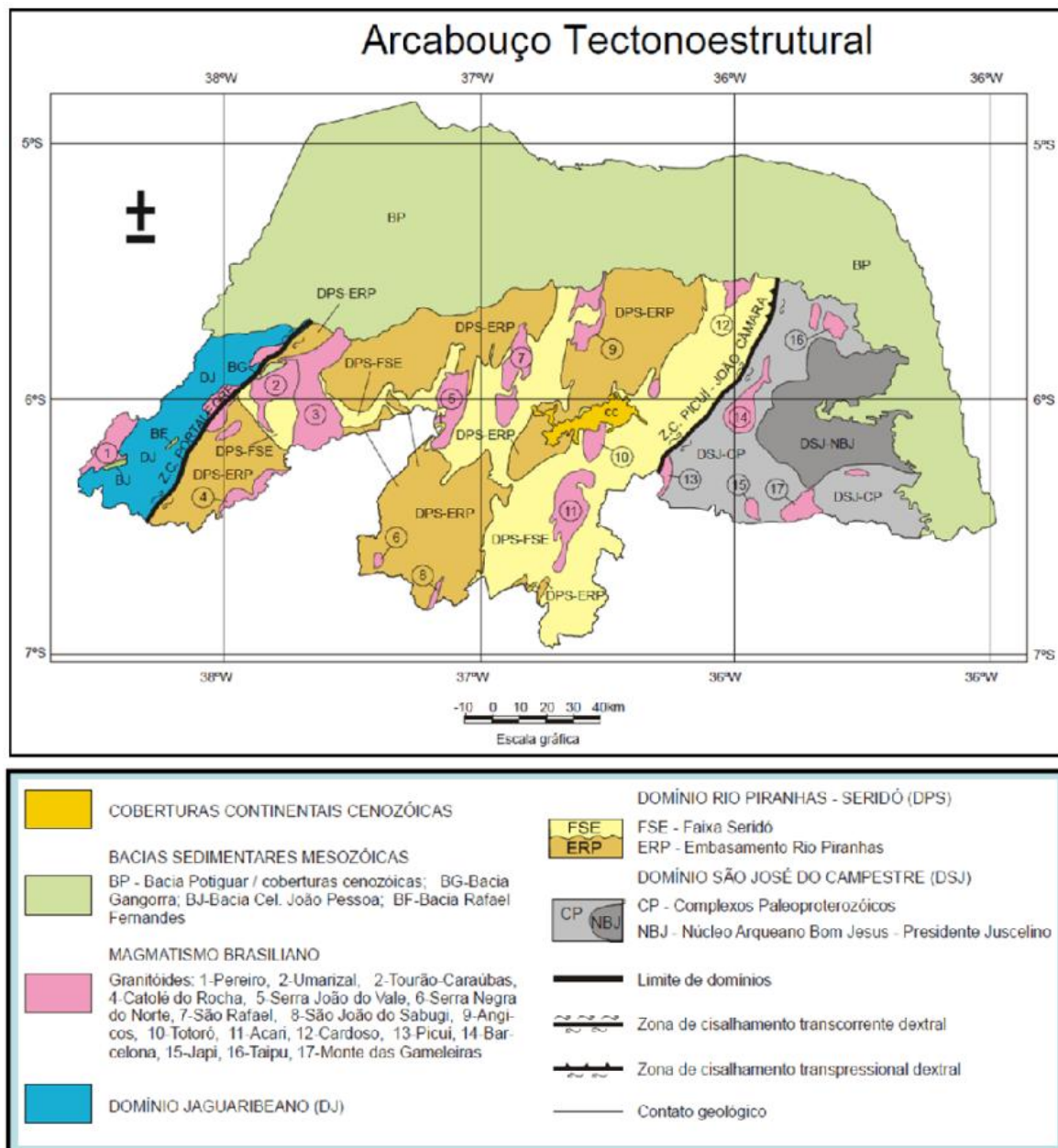
segunda província ocorrem rochas sedimentares meso-cenozóicas que recobrem a zona costeira.

4.1.2.1 *Província Borborema*

O substrato da Província Borborema (Figura 136) é composto de gnaisses e migmatitos com idades do Arqueano ao Paleoproterozóico, denominadas de Grupo Caicó, além de rochas supracrustais neoproterozóicas do Grupo Seridó e intrusivas ácidas e intermediárias neoproterozóicas, todas deformadas pela Orogênese Brasileira no Pré-Cambriano (600 +/- 100 Ma). Essa orogenia imprimiu extensas zonas de cisalhamento na Província Borborema, destacando os lineamentos Portalegre, a oeste do Estado, separando os domínios tectonoestruturais Jaguaribeano - DJ, a oeste, do Rio Piranhas-Seridó - DPS, parte central; e o lineamento Picuí - João Câmara, a leste do Estado, separando os domínios Rio Piranhas-Seridó - DPS do São José do Campestre - DSJ.

A Figura 136, a seguir, mostra o Mapa Arcabouço Tectonoestrutural destacando as duas grandes províncias.

Figura 136 - Mapa Arcabouço Tectonoestrutural destacando as duas grandes províncias



Fonte: CPRM (2006).

a) Domínio Jaguaribeano - DJ

O Domínio Jaguaribeano - DJ da era Paleoproterozóica (2.5 - 1.6 Ga.), é pouco representativo no Estado. Congregam predominantemente rochas metaplutônicas migmatizadas do Complexo Jaguaretama do Riachão, período que se estendeu de 2.3 a 2.05 Ga. quando teve início uma série de colisões entre as placas tectônicas, comprimindo as bacias sedimentares geradas no período anterior,

num processo chamado orogenia, gerando uma sequência metassedimentar com metavulcânicas subordinadas correspondente ao Grupo Serra de São José e o magmatismo anorogênico da Suíte Serra do Deserto, ambas as unidades do período Estateriano que se estendeu de 1.8 a 1.6 Ga. onde, após dois períodos em que os continentes só aumentavam de tamanho, teve início uma fase de quebras, gerando novamente vários blocos continentais menores.

Ainda no Domínio Jaguaribeano, sob influência do magmatismo brasileiro, há ocorrência dos granitóides indiscriminados pertencentes às suítes São João do Sabugi e Itaporanga, ambas do período Ediacariano (630 e 542 Ma.)

b) Domínio Rio Piranhas-Seridó - DPS

Complexo Gnaissico-Migmatítico reúne os litotipos paleoproterozóicos dos complexos Caicó, no RN, e Jaguaratama, no Ceará, que compõem grande parte do embasamento cristalino em toda porção sul da área (ANGELIM, 2006). Sua composição é essencialmente de ortognaisses tonalíticos a granodioríticos, geralmente metamorfisados sob condições de fácies anfibolito alto, apresentando graus variados de migmatização.

O DPS representado pelo Embasamento Gnáissico-Migmatito do Rio Piranhas da era Paleoproterozóica (2.3 - 1.6 Ga.). As rochas do Embasamento Rio Piranhas apresentam idades dos períodos riaciano/orosiriano que se estende de 2.3 a 1.8 Ga. O Riaciano é caracterizado como um dos mais significativos períodos de formação de montanhas da história da Terra. As orogenias iniciadas no Riaciano terminaram sua evolução e outras tantas tiveram início, continuando um grande ciclo de colagem de placas. Em termos de litologias, o embasamento Rio Piranhas é constituído pelo Complexo Caicó, do período Riaciano (2.3 a 2.05 Ga.), o qual encerra unidades gnaisse bandado, metavulcânica sedimentar e ortognaisse, e pelas rochas da suíte sin a tardiorogênica Poço da Cruz, do Período Orosiriano (2.05 a 1.8 Ga.).

O embasamento Rio Piranhas tem uma cobertura de rochas supracrustais neoproterozóica-ediacaranas que constituem o Grupo Seridó. Trata-se de uma

sequência de rochas metassedimentares aflorantes no centro do RN, estruturadas durante o ciclo Orogênese Brasileira ocorrida entre 630 e 542 milhões de anos atrás. Ciclo este, desenvolvido na Plataforma Sul-Americana que inicia com o regime extensional formando riftes entre 950 e 800 milhões de anos e termina entre 510 e 490 milhões de anos com o colapso dos orógenos e transição para um novo regime extensional. O climax orogênico ocorrido entre 670 e 550 milhões de anos está associado a intenso tectonismo, metamorfismo de alto grau e expressiva granitogênese.

O Grupo Seridó consta de uma sequência inferior metavulcânica sedimentar designada de Formação Serra dos Quintos, das unidades de rochas siliciclásticas e carbonáticas de ambiente plataformar representadas pelas formações Jucurutu e Equador e, no topo, de uma sequência turbidítica flyschóide pertencente à Formação Seridó. Outras litologias mais jovens desse período aparecem neste domínio, pertencentes às suítes Dona Inês, Catingueira e Umarizal. Na sequência, aparecem diques de rochas graníticas do Período Cambriano (542 - 488 Ma.) e o Granito Flores do Período Ordoviciano (488-443 Ma.) da era Paleozóica.

A Zona de Cisalhamento Picuí-João Câmara - ZCPJC esta marcada segundo a direção NNE-SSW, exibindo uma cinemática transcorrente dextral (Jardim de Sá, 1994), a qual marca o contato entre as rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico e as metasupracrustais do Grupo Seridó.

c) Domínio São José Do Campestre - DSJ

No DSJ, situado próximo a cidade de Natal, é o núcleo Arqueano mais antigo da Província Borborema, sendo representado pelas rochas subalcalinas que constitui os termos petrográficos mais evoluídos e diferenciados do núcleo arqueano, destacando o Metatonalito Bom Jesus, um fragmento da crosta mais antigo da plataforma Sul-americana constituído de ortognaisses tonalítico-trondhjemiticos, de afinidade calcialcalina de baixo K, peraluminosos (3,412 Ga. U-Pb); o Complexo Presidente Juscelino formado por migmatitos estromáticos, bandados a nebulíticos, com mesossomas tonalíticos a granodioríticos e

leucossomas granodioríticos, contendo granada (j2); ortognaisses tonalito-trondhjemitó-granodiorito - TTG (j1). Ambos de afinidade calcialcalina de baixo K, metaluminosos a peraluminosos (3,255 - 2,814 Ga. U-Pb) (3,55 Ga. U-Pb); o Complexo Brejinho que se caracteriza por incluir rochas ortognaisses granodioríticos a graníticos predominantes, incluindo metatonalitos/metatondhjemitos com variado estágio de migmatização, peraluminosos (3,176 Ga. U-Pb); o Complexo Senador Elói de Souza composto por uma associação de rochas hedenbergita-oligoclásio ortognaisses (oligoclasitos), metagabros, metaleuconoritos e metanortositos, metaluminosos (3,033Ga U-Pb); e por último, o Granitóide São José do Campestre descrito como hornblenda ortognaisses sieno-monzograníticos, leucometanoritos e metanortositos (2,683 - 2,655 Ga. U-Pb).

Nesse domínio aparecem também unidades litoestratigráficas do Riacciano (2.300 a 2.050 Ma.) dos Complexos Paleoproterozóicos João Câmara com seus migmatitos bandados e nebulíticos com mesossomas granodioríticos (2,250 Ga. U-Pb); Serrinha -Pedro Velho compostos de biotita leucortognaisses granodioríticos a graníticos, peraluminosos, migmatizados (sp4) (2,183 Ga. U-Pb); biotita ortognaisses graníticos (sp3); biotita-hornblenda migmatitos com mesossomas tonalíticos a granodioríticos e leucossomas graníticos, com intercalações de anfibolitos (sp2) (2,187 Ga. U-Pb); biotita ortognaisses trondhjemitóicos, parcialmente migmatizados (sp1) (2,273 - 2,203 Ga U-Pb); Santa Cruz, augen gnaiesses graníticos, leucortognaisses quartzo monzoníticos a graníticos (2,230 - 2,069 Ga. U-Pb); e da Suíte Inharé com seus diques de rochas metabásicas de afinidade toleítica (2,189 Ga. U-Pb).

Na sequência aparecem várias unidades litológicas do expressivo plutonismo brasileiro de idade Neoproterozóica Edicariana, cujo principal episódio ocorreu no intervalo de 580-570 Ma (idades U-Pb).

d) Domínio Das Sequências Sedimentares Mesozóicas

Trata-se do Domínio das Sequências Sedimentares Mesozóicas (quadro 19) clasto-carbonáticas consolidadas em bacias de margens continentais, tipo rift. Nesse

domínio predominam as sequências com predomínio de calcários e sedimentos sílticos argilosos sobrepondo os sedimentos quartos-arenosos e conglomeráticos com sedimentos síltico-argilosos e ou calcíferos. Dentre essas sequências sedimentares destacam-se a Bacia Potiguar, ocupando grandes zonas nas porções Norte e Leste até as respectivas faixas litorâneas do Estado; a Bacia Cel. João Pessoa e a Bacia Rafael Fernandes que ocorrem sobre o Domínio Jaguaribeano; e a Bacia Gangorra, uma sequência de clásticos finos, predominantemente folhelhos escuros, cinza-esverdeados e carbonosos que aparecem sobre as rochas do Domínio Rio Piranhas-Seridó. Além dessas bacias ocorre também o magmatismo básico na Era Mesozóica, representado pelo Basalto Rio Ceará-Mirim, do Período Cretáceo Inferior (145,5 - 65,5 Ma.) e pelo Basalto Serra do Cuó, do Período Cretáceo Superior (96,6 - 65,5 Ma.), conforme a correlação estratigráfica, na Figura 137 a seguir.

Figura 137 - Correlação estratigráfica das Bacias Sedimentares

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	BACIAS SEDIMENTARES		MAGMATISMO BÁSICO
			B. POTIGUAR	B. GANGORRA - R. FERNANDES-CEL. J. PESSOA	
MESOZÓICO	Cretáceo Superior	65,5	Gr. Apodi K2j Fm. Jandaíra K12a		K2bc Basalto Serra do Cuó
	Cretáceo Inferior	96,6	Fm. Açú	Gr. Areia Branca K1pn Fm. Pendência	K1bcm Basalto Rio Ceará-Mirim
		145,5			

Fonte: CPRM (2006).

Quadro 19 - Domínio das sequências sedimentares mesozóicas

Unidades	Litologias
Basalto Serra do Cuó	Derrames e soleiras de olivina basaltos com afinidade alcalina Apresentam idades de 99 Ma., datadas pelo método Ar/Ar
Formação Jandaíra	Calcarenitos e calcilutitos bioclásticos, cinza claros a amarelados, níveis de evaporito na base
Formação Açú	Arenitos finos a grossos, por vezes conglomeráticos, coloração variegada, intercalações de folhelhos e argilitos no sentido do topo
Formação Pendência	Arenitos finos a grossos, conglomerados e raras intercalações de calcários e argilitos
Basalto Rio Ceará-Mirim	Diques de diabásio e basaltos de afinidade toleítica Apresentam idades de 143Ma - 113Ma, datadas pelo método Ar/Ar

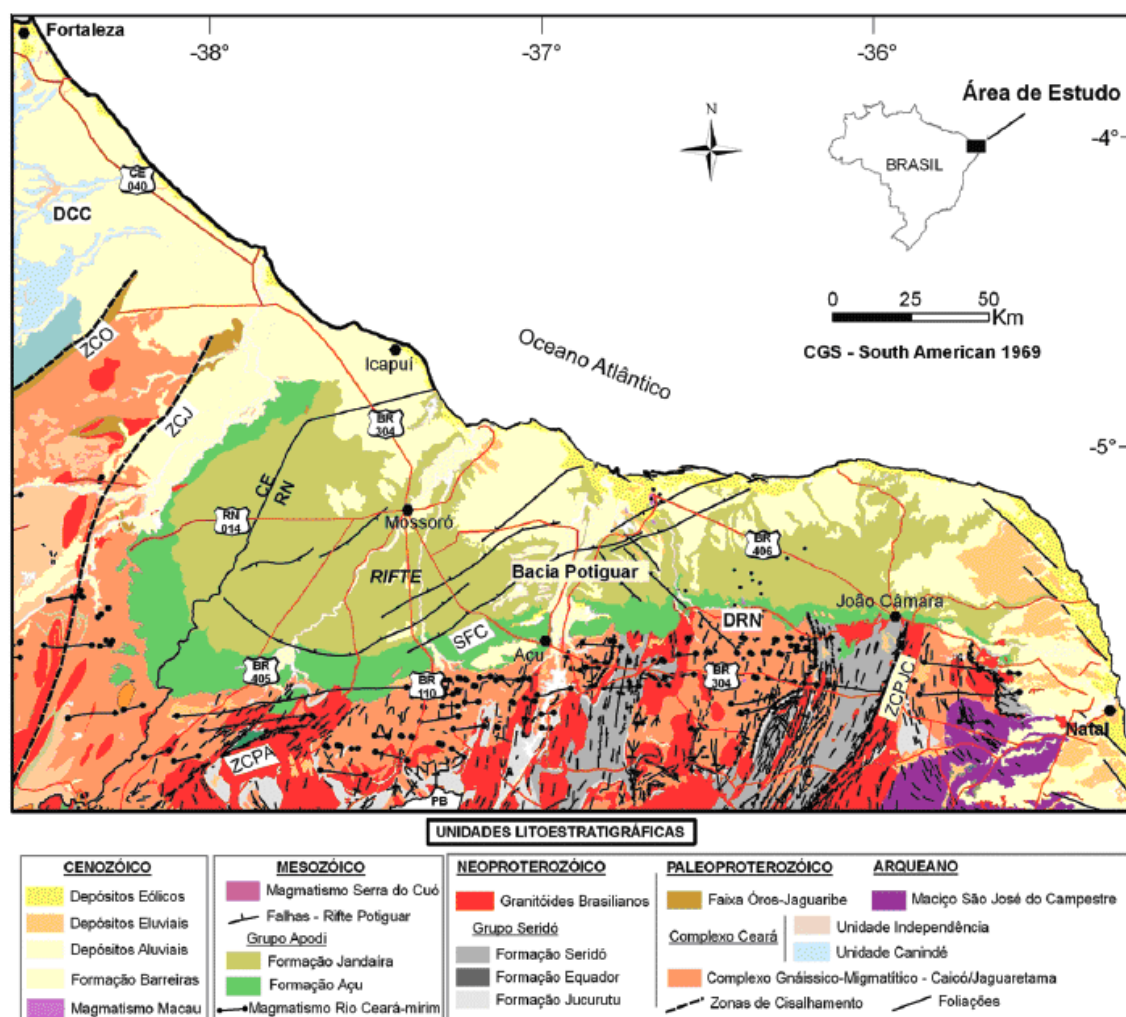
Fonte: CPRM (2006).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Pela importância regional e interesse neste trabalho, descreve-se, a seguir, a Bacia Potiguar.

A Bacia Potiguar é a mais oriental das bacias da margem equatorial e compreende cerca de 100.000 km² de área superficial e abrange parte dos estados do RN e Ceará (Figura 138). A sua importância econômica decorre dos resultados exploratórios significativos alcançados desde as primeiras descobertas no mar em Ubarana no ano de 1973 e na terra em Mossoró no ano de 1979. Atualmente constitui-se no principal produtor de petróleo em terra do Brasil, com uma produção em torno de 100 mil barris/dia.

Figura 138 - Mapa Geológico da Bacia Potiguar terrestre



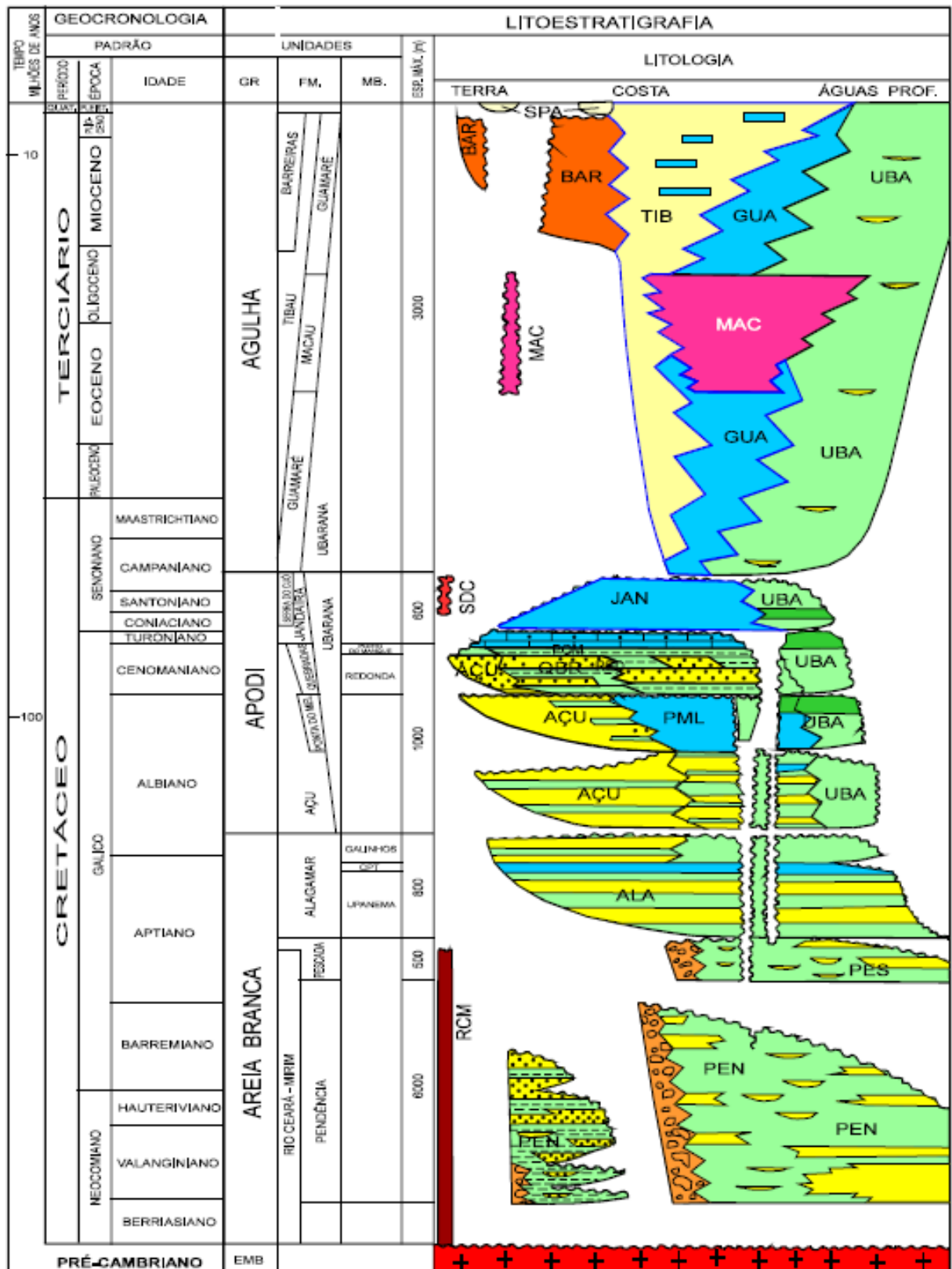
Mapa Geológico da porção emersa da Bacia Potiguar (modificado de CPRM, 2003 e Angelim, 2006). Domínios Crustais: DCC – Ceará Central; e DRN – Rio Grande do Norte. Zonas de Cisalhamento: ZCO – Orós; ZCJ – Jaguaribe; ZCPA – Portalegre; ZCPJC – Picuí-João Câmara; e SFC – Sistema de Falhas Carnaubais.

Fonte: CPRM (2006).

A Bacia Potiguar está inserida na porção setentrional da Província Borborema, um amplo segmento geológico pré-cambriano, estruturado durante o Ciclo Pan-Africano/Brasiliano (Neoproterozóico) e caracteriza-se por um arranjo complexo de domínios tectono-estratigráficos, limitados por zonas de cisalhamento regionais e por intenso magmatismo granítico (ALMEIDA; NEVES; CARNEIRO, 2000), já discutido neste texto.

A Carta Estratigráfica da Bacia Potiguar (Figura 139) mostra o registro estratigráfico que inclui três mega-sequências: i) Sin-rifte, depositada no Cretáceo Inferior, ii) uma transicional, de idade aptiano (Formação Alagamar), e outra iii) pós-rifte, depositada entre o Albiano e o Recente.

Figura 139 - Carta Estratigráfica da Bacia Potiguar



Fonte: Araripe e Feijó (1994).

A mega-sequência sin-rifte é representada pelos depósitos flúvio-deltaicos e lacustres da Formação Pendência (Berriasiano/Barremiano). Uma segunda fase sin-rifte, ou rifte tardio, é representada pela Formação Pescada, com sedimentos de idade Barremiano-Aptiano Inferior, depositados nos depocentros da Falha de Pescada (ARARIPE; FEIJÓ, 1994), concomitantemente às manifestações magmáticas na bacia (MILANI; THOMAZ FILHO, 2000).

e) Coberturas Sedimentares Cenozóicas

Ainda com base nos trabalhos da CPRM (2006), as unidades geológicas que afloram no RN são constituídas por material de origem sedimentar da Era Cenozóica (como mostra o Quadro 20), subdividida nos Períodos Paleógeno (65,5 - 23,03 Ma) e Neógeno (23,03 Ma - atual). As unidades aflorantes consistem na Formação Tibau, Formação Serra dos Martins, Formação Barreiras, Formação Potengi e a do magmatismo básico (Basalto Macau) intrudido na Bacia Potiguar, todas do período Paleógeno. Na sequência aparecem os depósitos colúvios-eluviais, os de mangues, os depósitos flúvio-marinhos, as paleodunas, os depósitos flúvio-lacustres, os aluvionares antigos e por fim os depósitos aluvionares recentes, todos do período Neógeno, conforme a coluna estratigráfica (Figura 140).

Figura 140 - Coluna Estratigráfica das Coberturas Continentais

ERA	PERÍODO	IDADE (Ma)	COBERTURAS CONTINENTAIS	MAGMATISMO BÁSICO
CENOZÓICO	Neógeno		<p>N4a Dep. Aluvionares</p> <p>N34f1c Dep. flúvio-lacustrinos</p> <p>N34elp Dep. eólicos litorâneos de paleodunas</p> <p>N4l1pd Dep. litorâneos de praias e dunas móveis</p> <p>N3a Dep. aluvionares antigos</p> <p>N3fm Dep. flúvio-marinhos</p> <p>N23m Dep. de mangues</p> <p>N23c Dep. colúvio-eluviais</p>	
	Paleógeno	23,03 65,5	<p>ENsm Fm. Serra do Martins</p> <p>ENpt Fm. Potengi</p> <p>ENb Gr. Barreiras</p> <p>E3N1t Fm. Tibau</p>	<p>E3bm Basalto Macau</p>

Fonte: CPRM (2006)

Quadro 20 - Coberturas sedimentares cenozóicas

Unidades	Litologias
Depósitos aluvionares	Areias, cascalhos e níveis de argilas
Depósitos litorâneos de praia e dunas móveis	Areias finas a grossas e areias finas a médias bem selecionadas
Depósitos eólicos litorâneos de paleodunas	Areias finas a médias, bem selecionadas, geralmente recobertas por vegetação
Depósitos flúvio-lacustrinos	Areias finas, siltes, argilas e material orgânico
Depósitos flúvio-marinhas:	Areias médias a siltes
Depósitos aluvionares antigos	Areias, cascalhos e argilas pouco litificadas ou inconsolidadas
Depósitos de mangues:	Areias finas, siltes, argilas e material orgânico lamoso
Depósitos colúvio-eluviais	Sedimentos areno-argilosos, arenosos e conglomeráticos, inconsolidados
Formação Tibau:	Arenitos grossos hialinos
Basalto Macau	Derrames, diques, <i>plugs</i> e <i>necks</i> de olivina basaltos com afinidade alcalina intrudida na Bacia Barreiras. Apresentam idades de 29,7 - 26,2 Ma., datadas pelo método Ar/Ar
Formação Potengi	Sedimentos quartzosos com pouca argila, de coloração avermelhada e amarelada
Formação Barreiras	Arenitos e conglomerados, intercalações de siltitos e argilitos
Formação Serra do Martins	Arenitos médios a conglomeráticos, arenitos argilosos, crosta laterítica com seixos de quartzo

Fonte: CPRM (2006)

A seguir é descrito resumidamente as litologias de cada uma dessas unidades, do topo para a base e, em seguida a Formação Barreiras.

a) Formação Barreiras

Os sedimentos da Formação Barreiras consistem de camadas arenosas a conglomeráticas intercaladas com camadas areno-argilosas, depositadas em ambiente fluvial. Afloram nas encostas do rio Potengi e em algumas encostas próximas à praia. No restante da região esta unidade está abaixo daquelas aflorantes. Apresentam várias cores dependendo da sua constituição granulométrica

e mineralógica. Em geral apresentam cores variando entre laranja, vermelho e roxo. São identificadas ainda camadas com concreções ferruginosas.

Segundo a Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA publicada na revista Geologia USP - Série Científica, em 2005, durante muito tempo, a Formação Barreiras era considerada de origem essencialmente continental. Entretanto estudos posteriores evidenciaram que as rochas da Formação Barreiras teriam sido depositadas a partir de leques aluviais com prováveis influências de marés na porção mais distal do sistema. Com a identificação de fácies sedimentares carbonáticas e siliciclásticas por Rossetti (2006) na Formação Barreiras, nos estados do Pará e Maranhão, a levou a uma interpretação de ambientes marinhos rasos e litorâneos numa evolução associadas às variações eustáticas do Mioceno mostradas por Arai (2006) ao realizar datações palinológicas e correlações estratigráficas principalmente no norte do Brasil levou a interpretação de que houve um controle tectônico associado à sedimentação dessa unidade em vales estaurinos.

A idade da Formação Barreiras tem sido atribuída ao intervalo de tempo que varia do Mioceno até o Plioceno-Pleistoceno, a partir de interpretações geomorfológicas e paleoclimáticas. Estudos palinológicos e radiométricos posteriores apontam para uma idade Miocênica.

b) Formação Potengi

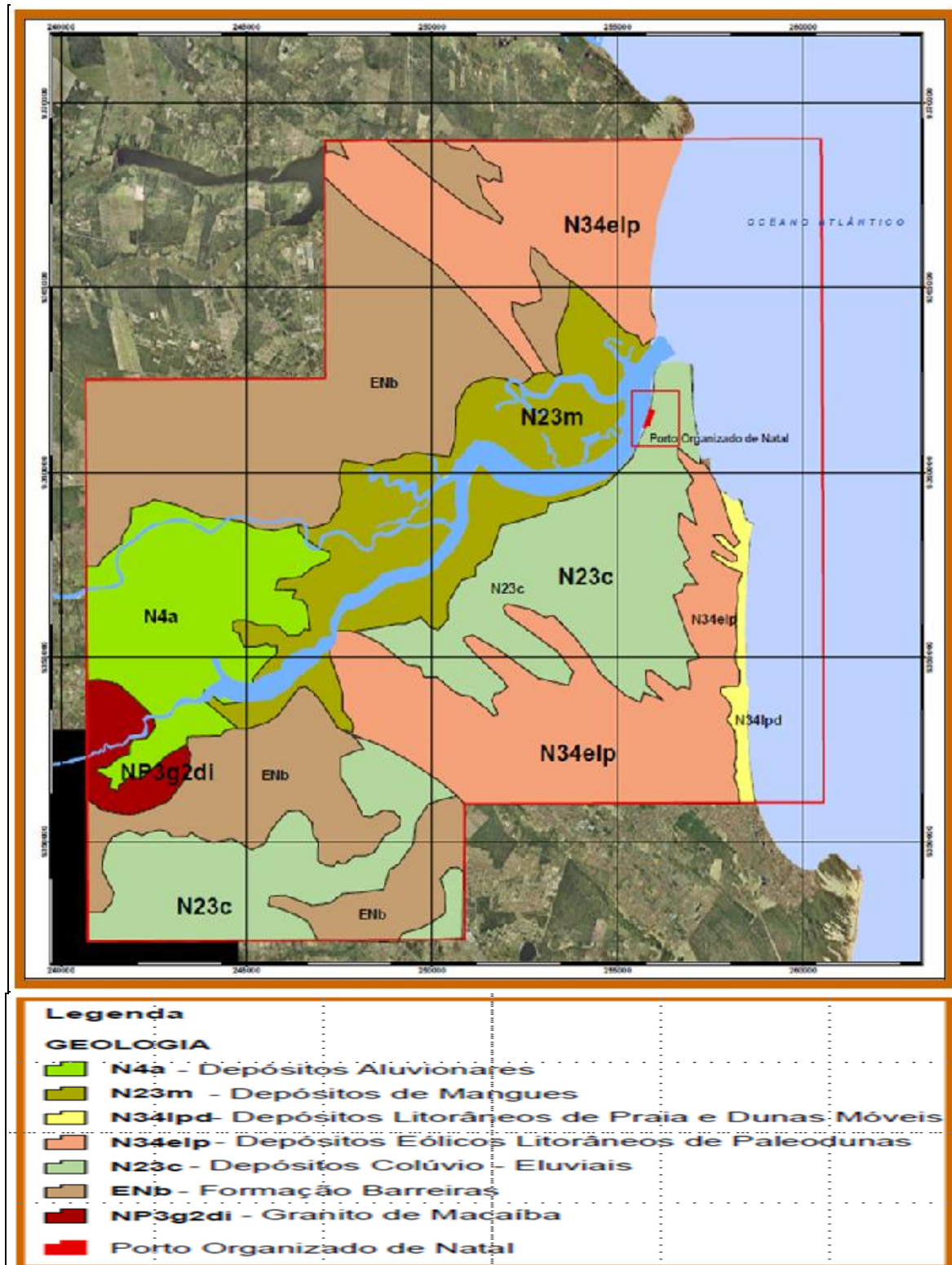
A Formação Potengi é constituída por sedimentos de cor avermelhada predominantemente arenosa. Ocupa uma boa parte da superfície da região urbana de Natal. Esses sedimentos estão sobrepostos aos da Formação Barreiras, cartografada de modo restrito na região litorânea centro-norte do RN, entre as cidades de Macau e Galinhos. Nazaré Jr. (1993, apud SEMURB, 2008) atribuiu para essa Formação, em função da granulometria dos sedimentos (areias finas, com grãos bem selecionados), um transporte eólico. A presença de partículas com diâmetros superiores a 2 mm foi atribuída a uma possível contribuição fluvial pós-deposição. Duarte (1995, apud SEMURB, 2008) caracterizou o ambiente de sedimentação do material como um terraço fluvial. Em afloramento na Estrada de

Genipabu, observou a presença de uma camada conglomerática basal, característica de deposição em canal. Por outro lado, não descartou a possibilidade de contribuição eólica devido a grande presença de areias médias e finas, além do fato de que essa formação só é observada próximo ao litoral.

4.1.2.2 Geologia da Região de Natal

Ainda de acordo como mapa na escala 1:500.000 da CPRM (2006) em seu Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do RN a região de Natal e seu entorno é caracterizada por rochas e sedimentos das seguintes unidades litológicas que pode ser observadas no mapa geológico, na Figura 141, do topo para a base, e nas informações no Quadro 21 na sequência.

Figura 141 - Mapa Geológico da Região de Natal/RN e entorno



Fonte: Adaptado de CPRM (2006).

Quadro 21 - Legenda do Mapa Geológico da Região de Natal/RN e entorno

Unidades	Litologias
N4a - Depósitos aluvionares	Areias, cascalhos e níveis de argilas
N23m - Depósitos de mangues:	Areias finas, siltes, argilas e material orgânico lamoso
N4lpd - Depósitos litorâneos de praia e dunas móveis	Areias finas a grossas e areias finas a médias bem selecionadas
N34elp - Depósitos eólicos litorâneos de paleodunas	Areias finas a médias, bem selecionadas, geralmente recobertas por vegetação
N34flc - Depósitos flúvio-lacustrinos	Areias finas, siltes, argilas e material orgânico
N23c - Depósitos colúvio-eluviais	Sedimentos areno-argilosos, arenosos e conglomeráticos, inconsolidados
ENB - Formação Barreiras	Arenitos e conglomerados, intercalações de siltitos e argilitos
NP3g2di - Granito de Macaíba	Hornblenda e/ou biotita granitos, leucogranitos, granulação fina a média, com fácies com muscovita ou granada e feições migmatíticas, de afinidade calcialcalina de alto K pertencente à Suíte intrusiva Dona Inês, da Era Neoproterozóica, com a idade de 628 Ma.
A23 j2 - Complexo Presidente Juscelino	Migmatitos estromáticos, bandados a nebulíticos, com mesossomas tonalíticos a granodioríticos e leucossomas granodioríticos de afinidade calcialcalina de baixo K, metaluminosos a peraluminosos e contendo granada. Apresentam idades entre 3,255 e 2,814 Ga pelo método U-Pb, pertencendo, portanto a Era Meso/Paleoarqueano.

Fonte: CPRM (2006)

Com base no Quadro 21 acima, será descrito resumidamente a seguir, cada unidade e suas respectivas litologias, bem como os locais de ocorrência.

a) Depósitos Quaternários

Além da Formação Barreiras, a região estudada é composta de diversos depósitos sedimentares de idade quaternárias, incluindo os depósitos de praia, arenitos de praia, os depósitos eólicos, aluvionares e lacustres. A seguir, apresentaremos uma breve descrição destas unidades.

I. Depósitos Aluvionares - N4a e de Mangues - N23m

São depósitos recentes de sedimentos inconsolidados que se formam a partir do intemperismo físico e químico das rochas nas bacias hidrográficas e se acumulam ao longo das margens dos rios e nas desembocaduras dos cursos d'água com alguma massa de água parada (lago, laguna ou mar).

O acúmulo desses sedimentos nas margens dos cursos d'água dá origem às várzeas, locais tradicionalmente procurados para agricultura, pois aliam fertilidade à presença d'água.

Os sedimentos aluvionares podem ser bem ou mal selecionados e pouco ou muito bem trabalhados (arredondados) dependendo em que ponto do curso do rio se encontra. Depósitos na região do alto curso tendem a ser pouco selecionado e pouco trabalhado, ao passo que depósitos no médio e baixo curso tendem a serem mais bem selecionados.

Os depósitos aluvionares tendem a se acumularem dando origem às planícies aluviais. Devido às fortes e bruscas mudanças de regime dos cursos fluviais, os depósitos das planícies aluviais se constituem, geralmente e intercalações de se camadas e lentes de diversas granulometria, indo da fração argilosa à fração conglomerática.

Os depósitos de sedimentos aluvionares distribuídos em todo litoral potiguar estão associados aos sistemas fluviais e lacustres atuais. Na área de estudo são encontrados nas várzeas dos rios Potengi, Jundiá e no estuário. Compõem-se de areias, cascalhos e níveis de argilas, de coloração branco-acinzentada, cuja granulometria varia da fração areia fina à fração conglomerática.

Já os depósitos de Mangues são constituídos de areias finas, siltes, argilas e material orgânico lamoso contendo restos de vegetais em decomposição, recobertos por vegetação arbustiva característica. Ocorrem às margens dos rios Potengi, Jundiá e no estuário. São originados por processos de tração/suspensão subaquosa, pela ação das marés, representando fácies de intermaré/submaré rasa.

II. Depósitos Eólicos Litorâneos de Praias Atuais e Dunas Móveis - N4lpd

São os depósitos de areias quartzosas atuais, cujas granulometrias variam de fina a grossa e de fina a média bem selecionadas, além de cascalhos e de conchas de moluscos.

Normalmente, apresentam-se como uma estreita faixa de forma retilínea e se desenvolvem entre os ambientes marinhos e os terrestres diretamente na linha da costa, altamente dinâmicos. São mais desenvolvidas em função da maior disponibilidade de sedimentos e dos ajustes constantes das condições de energia das ondas geradas pelos ventos, das correntes litorâneas, das marés e suas oscilações de longos períodos. É importante salientar que a praia tem uma importância na proteção da faixa costeira, já que sofre uma ação direta da energia do oceano.

As dunas móveis (mostradas na Figura 142, a seguir) são constituídas por areias esbranquiçadas de granulometria fina a média, bem selecionadas, com grãos arredondados. São do tipo barcana, barcanóide e parabólica formando campos de dunas e interdunas atuais. Apresentam formas com relevo que se destacam na paisagem, com pouca ou nenhuma vegetação. Elas se superpõem às paleodunas num processo migratório para NW, deslocando-se no mesmo sentido das paleodunas. As discordâncias entre os depósitos eólicos (paleodunas/dunas móveis) são representadas por contatos abruptos entre dunas de diferentes texturas e colorações (BARRETO et al. 2004). As Dunas Móveis são formadas a partir de processos eólicos e apresentam as mesmas características granulométricas das Paleodunas, exceto pelo fato de apresentar uma coloração esbranquiçada. Quanto mais clara, mais "jovem" é a duna. Quanto mais escura - tom avermelhado - mais antiga é a duna. A coloração avermelhada daquelas que chamamos de paleo-dunas deve-se à sua natureza ferruginosa.

Estão distribuídas ao longo da faixa leste da cidade, onde atingem cota de até 106 m (DUARTE, 1995, apud SEMURB, 2008).

Figura 142 - Dunas móveis Praia de Genipabu, no município de Extremoz



Fonte: Guia do Litoral (2011).

III. Depósitos Eólicos Litorâneos de Paleodunas - N34elp

São depósitos que representam antigas linhas de praias, constituídos por arenitos de praia, de composição essencialmente quartzosa, pobremente selecionada, de granulometria grossa a fina, com cimentação carbonática e estes estão distribuídos ao longo da linha de costa. Esses arenitos de praia podem ser observados tanto nos terraços antigos, como também, formando terraços aflorantes nas bordas dos canais, ou sotopostos às areias holocênicas. Apresentam um arcabouço composto por grãos tamanho areia de granulometria grossa e matriz fina, podendo apresentar também fragmentos de conchas com granulometria >2,00 mm e cimentação carbonática (BEZERRA; AMARO, 1998).

Já as Paleodunas (Figuras 143 e 144) ou Dunas Fixas são constituídas por sedimentos quartzosos esbranquiçadas de granulação fina a média, bem selecionadas, maduras, com estruturas de grain fall e estratificação cruzada de baixo ângulo, formando dunas tipo barcana, barcanóide e parabólica. Aparecem também na coloração amarelo-avermelhados devido à ação do intemperismo nas rochas

ferruginosas, com grãos bem selecionados do tamanho de areia média e fina e forma sub-areondada a sub-angulosa. A presença de ferro nestas dunas lhe dá estabilidade e sustentação, de modo que é utilizada para a construção de edificações. Geralmente aparecem recobertas por vegetação e ocorrem na faixa contígua à praia.

Figura 143 - Exemplos de Paleodunas



Fonte: Panoramio (2011).

Figura 144 - Exemplos de Paleodunas



Fonte: Panoramio (2011).

IV. Depósitos flúvio-lacustrinos - N34flc (não representado no mapa)

São depósitos constituídos de barra de pontal, originários do regime meandrante dos rios, formados de areias finas, siltes, argilas e material orgânico e depósitos de transbordamento constituídos por planície de inundação, ocasionada pelas cheias, com grande aporte de material siltico-argiloso e depósitos lacustres, com deposição sob baixa energia, resultando em fácies mais argilosas. Associados aos sedimentos de fundo e lagoas são encontrados os depósitos de diatomita e argilas brancas. Estes depósitos ocorrem na zona mediana do afluyente da margem direita do Rio Doce.

V. Depósitos Colúvio-Eluviais - N23c

São depósitos de sedimentos areno-argilosos, arenosos e conglomeráticos, inconsolidados que aparecem ao norte e oeste de Extremoz, na região de

Parnamirim e ao longo do estuário do rio Potengi, na cidade de Natal. Algumas destas coberturas cartografadas podem incluir areias eólicas retrabalhadas.

VI. Formação Barreiras - ENb

Os sedimentos da Formação Barreiras consistem de camadas arenosas a conglomeráticas intercaladas com camadas de siltitos e argilitos, depositadas em ambiente fluvial. Afloram nas proximidades do rio Potengi, tanto na sua porção norte como na porção sul. Também afloram em algumas encostas junto à praia, formando as falésias como próximo a Ponta Negra (Figura 145). No restante da região de Natal esta unidade está recoberta pelas unidades mais recentes. Apresentam várias cores dependendo da sua constituição granulométrica e mineralógica. Em geral apresentam cores variando entre laranja, vermelho e roxo. São identificadas ainda camadas com concreções ferruginosas.

Figura 145 - Formação Barreiras em Ponta Negra-Natal/RN e depósitos das antigas linhas de praias, primeiro plano.



Fonte: Equipe técnica. Outubro de 2011

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Segundo a ABEQUA publicada na revista *Geologia USP - Série Científica*, em 2005, durante muito tempo, a Formação Barreiras era considerada de origem essencialmente continental. Entretanto estudos posteriores evidenciaram que as rochas da Formação Barreiras teriam sido depositadas a partir de leques aluviais com prováveis influências de marés na porção mais distal do sistema. Com a identificação de fácies sedimentares carbonáticas e siliciclásticas por Rossetti (2006) na Formação Barreiras, nos estados do Pará e Maranhão, a levou a uma interpretação de ambientes marinhos rasos e litorâneos numa evolução associadas às variações eustáticas do Mioceno mostradas por Arai (2006) ao realizar datações palinológicas e correlações estratigráficas principalmente no norte do Brasil levou a interpretação de que houve um controle tectônico associado à sedimentação dessa unidade em vales estaurinos.

A idade da Formação Barreiras tem sido atribuída ao intervalo de tempo que varia do Mioceno até o Plioceno-Pleistoceno, a partir de interpretações geomorfológicas e paleoclimáticas. Estudos palinológicos e radiométricos posteriores apontam para uma idade Miocênica.

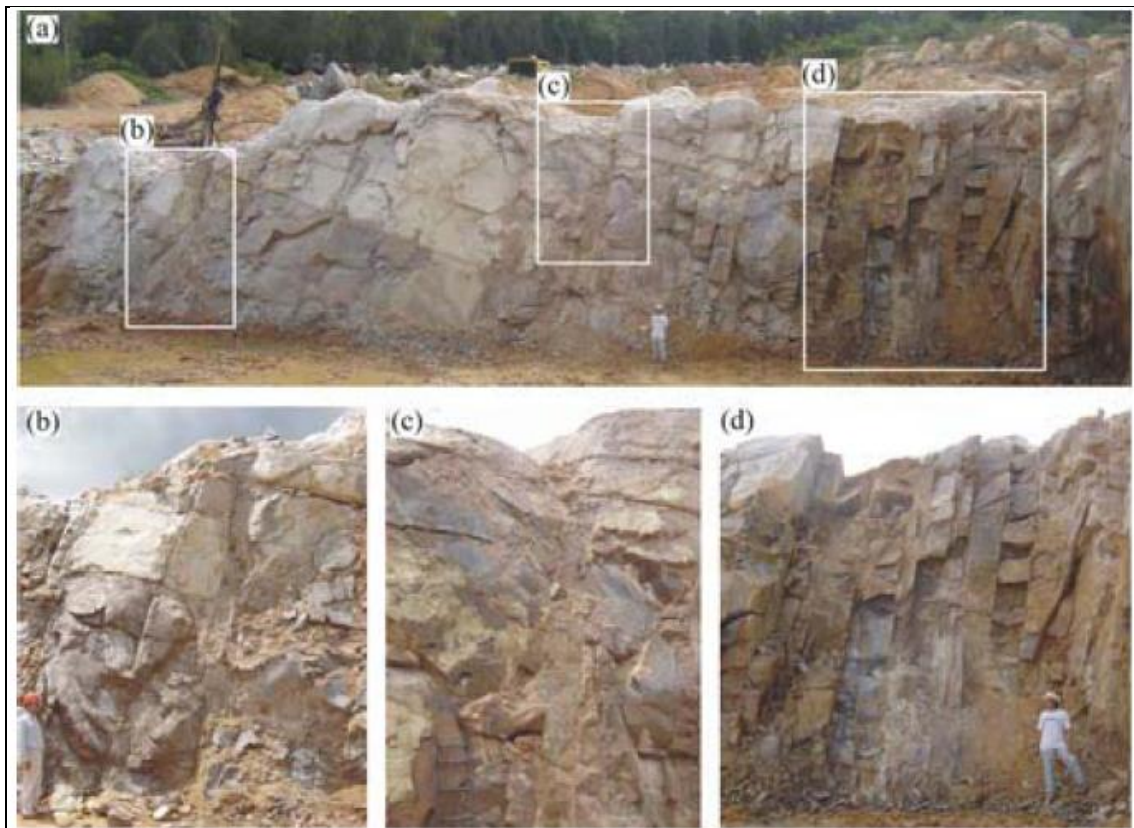
Outros autores, como Nazaré Jr. (1993, apud SEMURB, 2008), descreve outra unidade a qual denominou de Formação Potengi (não representado no mapa). Segundo esse autor essa unidade é constituída por sedimentos de cor avermelhada predominantemente arenosa. Ocupa uma boa parte da superfície da região urbana de Natal. Esses sedimentos estão sobrepostos aos da Formação Barreiras, cartografada de modo restrito na região litorânea centro-norte do RN, entre as cidades de Macau e Galinhos. Nazaré Jr. (1993, apud SEMURB, 2008) atribuiu para essa Formação, em função da granulometria dos sedimentos (areias finas, com grãos bem selecionados), um transporte eólico. A presença de partículas com diâmetros superiores a 2 mm foi atribuída a uma possível contribuição fluvial pós-deposição. Duarte (1995, apud SEMURB, 2008) caracterizou o ambiente de sedimentação do material como um terraço fluvial. Em afloramento na Estrada de Genipabu, observou a presença de uma camada conglomerática basal, característica de deposição em canal. Por outro lado, não descartou a possibilidade

de contribuição eólica devido a grande presença de areias médias e finas, além do fato de que essa formação só é observada próximo ao litoral.

VII. Granito Macaíba - NP3g2di

O Granito de Macaíba (Figura 146) é uma rocha ígnea intrusiva classificada como Hornblenda e/ou biotita granito, leucogranito, de granulação variando de fina a média, com fácies com muscovita ou granada e feições migmatíticas devido ao intenso metamorfismo. Apresenta afinidade calcialcalina de alto K. a datação radiométrica mostrou uma idade de 628 Ma (Neoproterozóica). Pelo nome, ocorrem no município de Macaíba entre os rios Potengi e Jundiá. Também aparece no extremo oeste ao longo do rio Potengi.

Figura 146 - Granito em Macaiba/RN intensamente deformado com falhas preenchidas por sedimentos coluvionares



Fonte: Nogueira (2008).

4.1.2.3 Estruturação Tectônica na Região de Natal

De acordo com os estudos de Bezerra e Amaro (1998) e de Nogueira (2008), a estruturação Cenozóica atuante na Formação Barreiras na costa leste do RN apresenta três sistemas de falhas principais orientadas em direções N40-60°E, N40-60°W e NS identificadas por imagens de satélites, poços e dados de geofísica. Sendo os conjuntos com trends gerais NE e NW dominantes na área estudada.

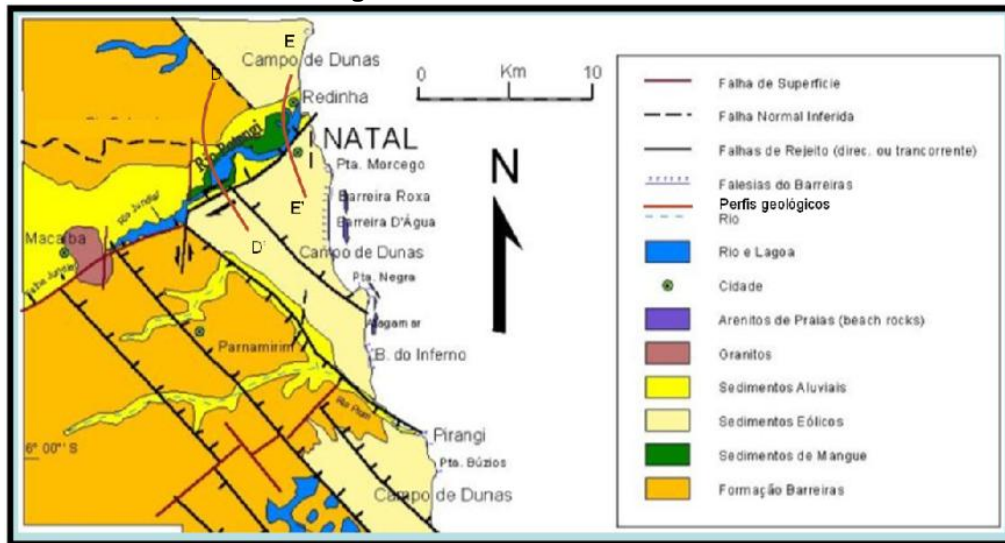
As falhas de trends gerais NE e NW são amplamente condicionantes dos padrões retangulares e paralelos das drenagens. Estes padrões de drenagens são comuns nos platôs compostos pelas superfícies aplainadas da Formação Barreiras, que correspondem aos blocos soerguidos, dissecados e capeados por terraços aluvionares e campos dunares.

As duas figuras a seguir (Figuras 147 e 148), segundo Bezerra e Amaro (1998), mostram que o *meiograben* do Rio Potengi tem extensão superior a 20 km desde a linha costeira até a cidade de Macaíba, controlado pela Falha do Potengi de direção N60°E localizada nas margens direitas dos rios Potengi e Jundiáí.

As seções geológicas no vale do Rio Potengi indicam desníveis verticais de 40-60 m relacionados à Falha do Potengi frequentemente recobertos por campos dunares.

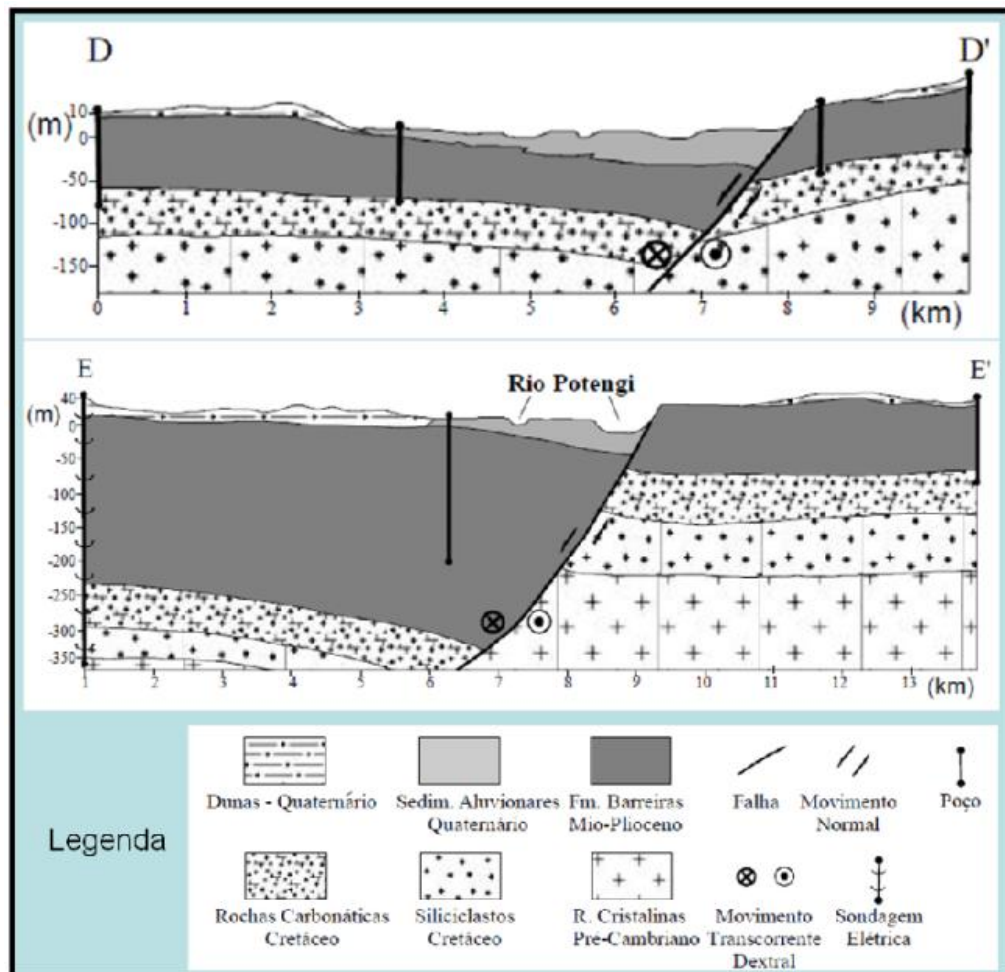
As seções DD'e EE' da Figura 148 sugerem para as rochas sedimentares que preenchem o *meiograben* do Potengi uma espessura superior a 350 m. Os sedimentos da Formação Barreiras neste local variam desde cerca de 100 m nos blocos soerguidos até valores superiores a 250 m no bloco rebaixado (seção EE'), com a base indicando desnível vertical superior a 250 m. Já os terraços aluvionares do Rio Potengi são melhor desenvolvidos na margem esquerda (largura superior a 5 km) do que na margem direita do rio (largura inferior a 1 km), sugerindo uma inclinação contínua do bloco rebatido controlando a migração lateral dos canais do rio em direção à Falha do Potengi, feições consistentes com as características da estrutura de meio-graben.

Figura 147 - Mapa geológico simplificado da Faixa Litorânea Oriental do Estado do RN, na região da cidade de Natal/RN



Fonte: Bezerra e Amaro (1998).

Figura 148 - Seções geológicas no vale do Rio Potengi



Fonte: Bezerra e Amaro (1998).

Ainda segundo Bezerra e Amaro (1998), a Falha do Potengi intercepta toda a sequência estratigráfica da área desde o embasamento cristalino e provavelmente continua para oceano. A área do *meiograben* é interceptada pelo sistema de falhas de direção NS que condicionam inúmeras feições morfológicas.

Com esse estudo, os autores confirmaram a existência de um expressivo tectonismo atuante na região de idade terciária, pelo menos miocênica a quaternária. Um par conjugado de falhas de direção NE e NW é o principal condicionante de grabens e horsts ao longo da área.

Já Nogueira (2008) confirmou que os dados de geofísicas associados aos de furos de sondagens mecanizadas indicaram uma profundidade de cerca de 80 metros para a base da Formação Barreiras em alguns pontos e de 30 metros em outros, sendo interpretada como forte indicativo de falhas formadas ou reativadas no Terciário, Quaternário.

4.1.2.4 Intemperismo das Unidades Estratigráficas da Região de Natal

Os depósitos sedimentares discutidos anteriormente - Geologia da Região de Natal - representam o resultado da interação entre a atmosfera e a hidrosfera sobre as rochas preexistentes na região e sobre as que afloram nas bacias hidrográficas dos rios Potengi e Jundiaí, a montante. Esses depósitos sedimentares ali existentes são secundários no que diz respeito à sua origem, ou seja, derivaram do intemperismo de rochas preexistentes, cujos produtos foram depositados e continuam a depositar em áreas de acumulação pela ação da água e do vento.

O intemperismo das rochas preexistentes inclui tanto a decomposição química como a desintegração mecânica e por isso os produtos finais consistem em minerais argilosos, sais solúveis diversos e grãos de minerais inertes: quartzo, zircão, rutilo e magnetita. As rochas sedimentares podem dividir-se em duas classes, dependendo da natureza mecânica ou química de suas origens.

As rochas sedimentares oriundas do processo de intemperismo físico ou mecânico compõem-se de partículas de minerais inertes ou grãos de minerais que resistiram ao ataque químico. Esses produtos foram e são transportados pelas águas fluviais e pelos ventos para dentro de massas de água (lagos, mares ou oceano) onde se depositaram em camadas.

Enquanto a de origem química compõe-se de sais solúveis que foram dissolvidos pelas águas que circulam através das rochas e levados, por essas águas, para lagos, mares ou oceano, onde se precipitaram através de algum processo químico ou orgânico.

Em geral todas as rochas sedimentares caracterizam-se, por um arranjo paralelo de suas partículas constituintes e forma camadas ou estratos que se distinguem entre si pelas diferenças em espessura, dimensão das partículas ou cores. Em todas as rochas sedimentares de granulação grossa existe algum material que age como um cimento circundando as partículas minerais individuais e unindo-as. Este cimento é geralmente a sílica, o carbonato de cálcio ou o óxido de ferro.

Os constituintes das rochas sedimentares podem ser substâncias primárias e secundárias. As substâncias primárias, por sua vez, podem ser detríticas como fragmentos líticos (fragmentos de rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares) ou grãos minerais, ou ainda precipitados químicos. As substâncias secundárias, como a sílica, carbonatos, e óxidos de ferro podem ser introduzidos ou são resultados da reorganização da própria rocha.

Os minerais que constituem as rochas sedimentares de origem mecânica são geralmente estáveis (fragmentos líticos e grãos inertes) porque resistem ao intemperismo e ao transporte pelos agentes dinâmicos (principalmente água), ou porque foram formados sob as condições da superfície da Terra (argilominerais). Por outro lado os minerais que constituem as rochas sedimentares de origem química são extremamente susceptíveis à dissolução por carbonatação.

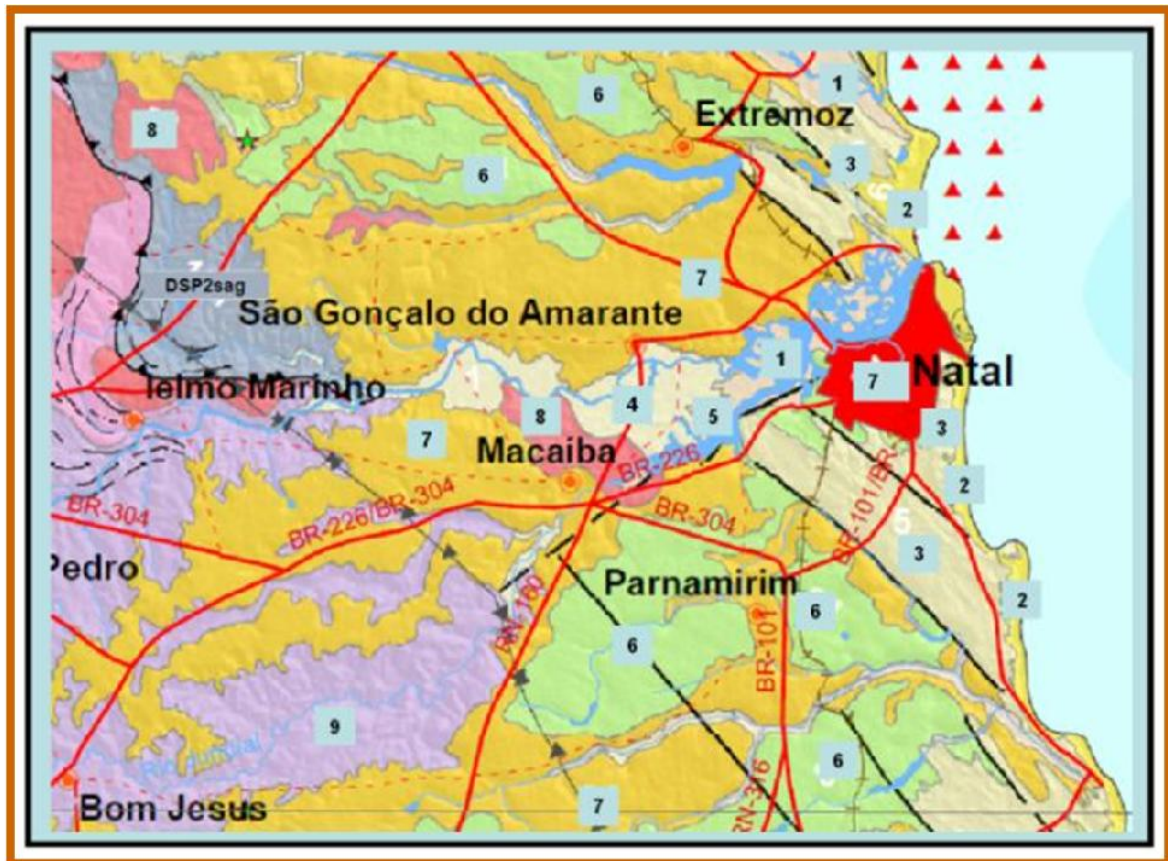
Embora as partículas constituintes das rochas sedimentares clásticas tenham sua estabilidade assegurada por terem resistido aos processos de intemperismo e erosão o mesmo não pode ser garantido com relação ao agregado que elas formam,

e muitas delas são friáveis ou físseis. A resistência à desagregação das rochas sedimentares pode ser consideravelmente alterada quando a água que penetra pelos espaços porosos introduz materiais cimentantes ou produz a dissolução, substituição ou remoção de alguns ingredientes. Estas mudanças incluídas sob o termo diagênese ainda incluem, entre outras, a compactação mecânica, a oxidação e redução, a recristalização, a desidratação e a cristalização de colóides. A litificação ou endurecimento de sedimentos argilosos por substituição atômica e fixação de partículas coloidais pode transformar argilas em micas, como muscovita e cloritas.

Além da constituição química dos minerais que constituem os fragmentos detríticos e os precipitados químicos das rochas sedimentares, outras características como granulometria, seleção, maturidade, diagênese e litificação devem ser considerados para que se possa estabelecer algum tipo de ordenamento com relação à resistência das rochas sedimentares ao intemperismo e à erosão. A partir desse conjunto de informações sugere-se uma sequência decrescente de resistência, que vai do arenito quartzoso, maduro e bem selecionado (ortoquartzito), aos sedimentos inconsolidados (aluviões, colúvios, e pedimentos).

Com essa pequena introdução sobre o intemperismo, vamos tecer alguns comentários sobre algumas influências das unidades geológico-ambientais e formas de relevo na adequabilidade e potencialidade e limitações frente ao uso e ocupação por obras de engenharia, agricultura, recurso hídricos, fontes poluidoras propostos pela CPRM (Figura 149).

Figura 149 - Mapa da Geodiversidade da região de Natal/RN



Fonte: CPRM (2006).

- a) Depósitos aluvionares - Planícies Fluviais ou Flúvio-Lacustres (1 - no mapa). São áreas com tendência a inundações periódicas, de fertilidade muito variável, alta vulnerabilidade à poluição e contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Áreas inadequadas à ocupação humana e implantação de empreendimentos com fontes poluidoras. As atividades de mineração devem ser bem planejadas e com controle ambiental rígido.
- b) Depósitos litorâneos de praia e dunas móveis - Campos de Dunas (2 - no mapa). Em algumas áreas a migração de dunas ocasiona o assoreamento de ecossistemas aquáticos, como lagoas, banhados e mangues. Construções civis estabelecidas nas zonas de migração de dunas podem ser soterradas lentamente pela remobilização das areias. Áreas desprovidas de solos agricultáveis.

- c) Depósitos eólicos litorâneos de paleodunas - Campos de Dunas (3 - no mapa). Exibem pedogênese incipiente, com solos de baixa fertilidade natural, excessivamente ácidos, de baixa capacidade hídrica, erosivos e de difícil manejo devido à constituição arenosa e ao relevo.
- d) Depósitos flúvio-lacustrinos - Relevo plano (4 - no mapa). Áreas sujeitas a alagamentos durante o período chuvoso. Predomínio de solos argilosos, ricos em matéria orgânica, que são altamente corrosivos e liberam gás metano.
- e) Depósitos de mangues. - Margens dos rios (5 - no mapa). Parcelas próximas às margens dos rios, freqüentemente alagadas. Solos de baixa capacidade de suporte, inviabilizando obras de engenharia. Faixas de proteção dos cursos d'água e matas ciliares. Alta vulnerabilidade à contaminação dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos.
- f) Depósitos colúvio-eluviais - Vertentes (6 - no mapa). Áreas sujeitas a movimento de massa com baixa capacidade de suporte.
- g) Formação Barreiras (7 - no mapa). Podem ocorrer sedimentos argilominerais expansivos. Dependendo das variações de umidade podem tornar-se colapsíveis e desagregam em pequenas pastilhas, podendo causar deformações e truncamentos em obras de construção civil. Onde predominam sedimentos arenosos, os solos possuem baixa fertilidade natural, são ácidos, de baixa capacidade de reter água e nutrientes. As águas subterrâneas podem apresentar, em determinadas áreas, elevados teores de ferro.
- h) Granito de Macaíba (8 - no mapa). Geralmente ocorrem com a forma de relevos acidentados, ora em tabuleiros, ora em insebergs e outros relevos residuais, o que dificulta a ocupação dessas áreas. O aquífero é do tipo fissural com vazões irregulares. Os solos residuais dessas rochas, quando pouco evoluídos, têm altos potenciais erosivos e se desestabilizam em taludes de cortes.
- i) Complexo Presidente Juscelino (9 - no mapa). No geral, apresenta a mesma característica do granito de Macaíba.

4.1.2.5 Geologia do Estuário Potengi-Jundiáí

A área do estuário Potengi-Jundiáí, Quadro 22, apresenta rochas do período quaternário, destacando-se as extensas áreas de sedimentos aluvionares e de mangues dos rios Potengi e Jundiáí e as rochas sedimentares terciário-quaternárias da Formação Barreiras (Figura 145). Na porção mais ocidental aparecem rochas cristalinas relacionadas ao Pré-Cambriano. Em termos de geomorfologia, os terrenos de suaves ondulações são constituídos de rochas sedimentares do Grupo Barreiras na direção do rio Jundiáí, as terras baixas que correspondem às zonas de estuários, mangues, aos vales fluviais e aos terraços fluviais e de praia, apresenta terrenos com elevações de 15, 8 e 3 metros acima da margem dos rios.

Quadro 22 - Geologia do Estuário Potengi Jundiáí

Unidades	Litologias
N4a - Depósitos aluvionares	Areias, cascalhos e níveis de argilas
N4lpd - Depósitos litorâneos de praia e dunas móveis	Areias finas a grossas e areias finas a médias bem selecionadas
N34elp - Depósitos eólicos litorâneos de paleodunas	Areias finas a médias, bem selecionadas, geralmente recobertas por vegetação
N34flc - Depósitos flúvio-lacustrinos	Areias finas, siltes, argilas e material orgânico
N23m - Depósitos de mangues:	Areias finas, siltes, argilas e material orgânico lamoso
N23c - Depósitos colúvio-eluviais	Sedimentos areno-argilosos, arenosos e conglomeráticos, inconsolidados
ENB - Formação Barreiras	Arenitos e conglomerados, intercalações de siltitos e argilitos
NP3g2di - Granito de Macaíba	Hornblenda e/ou biotita granitos, leucogranitos, granulação fina a média, com fácies com muscovita ou granada e feições migmatíticas, de afinidade calcialcalina de alto K pertencente à Suíte intrusiva Dona Inês, da Era Neoproterozóica, com a idade de 628 Ma.
A23 j2 - Complexo Presidente Juscelino	Migmatitos estromáticos, bandados a nebulíticos, com mesossomas tonalíticos a granodioríticos e leucossomas granodioríticos de afinidade calcialcalina de baixo K, metaluminosos a peraluminosos e contendo granada. Apresentam idades entre 3,255 e 2,814 Ga pelo método U-Pb, pertencendo, portanto a Era Meso/Paleoarqueano.

Fonte: CPRM (2006).

a) Intemperismo das Unidades Estratigráficas do Estuário Potengi-Jundiáí

Os depósitos sedimentares discutidos no item 4.1.2.2 - Geologia da Região de Natal - representam o resultado da interação entre a atmosfera e a hidrosfera sobre as rochas preexistentes na região e sobre as que afloram nas bacias hidrográficas dos rios Potengi e Jundiáí, a montante. Esses depósitos e as rochas sedimentares ali existentes são secundários no que diz respeito à sua origem: os materiais de que se compõem derivaram do intemperismo de rochas preexistentes. Elas se depositaram e continuam a depositar em áreas de acumulação pela ação da água e do vento.

O intemperismo das rochas preexistentes inclui tanto a decomposição química como a desintegração mecânica e por isso os produtos finais consistem em minerais argilosos, sais solúveis diversos e grãos de minerais inertes: quartzo, zircão, rutilo e magnetita. As rochas sedimentares podem dividir-se em duas classes, dependendo da natureza mecânica ou química de suas origens.

As rochas sedimentares de origem mecânica compõem-se de partículas de minerais inertes ou grãos de minerais que resistiram ao ataque químico. Esses produtos foram e são transportados mecanicamente por rios ou ventos para dentro de massas de água (lagos, mares ou oceano) onde se depositaram em camadas.

Enquanto a de origem química compõe-se de sais solúveis que foram dissolvidos pelas águas que circulam através das rochas e levados, por essas águas, para lagos, mares ou oceano, onde se precipitaram através de algum processo químico ou orgânico.

Em geral todas as rochas sedimentares caracterizam-se, por um arranjo paralelo de suas partículas constituintes e forma camadas ou estratos que se distinguem entre si pelas diferenças em espessura, dimensão das partículas ou cores. Em todas as rochas sedimentares de granulação grossa existe algum material que age como um cimento circundando as partículas minerais individuais e unindo-as. Este cimento é geralmente a sílica, o carbonato de cálcio ou o óxido de ferro.

Os constituintes das rochas sedimentares podem ser substâncias primárias e secundárias. As substâncias primárias, por sua vez, podem ser detríticas como

fragmentos líticos (fragmentos de rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares) ou grãos minerais, ou ainda precipitados químicos. As substâncias secundárias, como a sílica, carbonatos, e óxidos de ferro podem ser introduzidos ou são resultados da reorganização da própria rocha.

Os minerais que constituem as rochas sedimentares de origem mecânica são geralmente estáveis (fragmentos líticos e grãos inertes) porque resistem ao intemperismo e ao transporte pelos agentes dinâmicos (principalmente água), ou porque foram formados sob as condições da superfície da Terra (argilominerais). Por outro lado os minerais que constituem as rochas sedimentares de origem química são extremamente susceptíveis à dissolução por carbonatação.

Embora as partículas constituintes das rochas sedimentares clásticas tenham sua estabilidade assegurada por terem resistido aos processos de intemperismo e erosão o mesmo não pode ser garantido com relação ao agregado que elas formam, e muitas delas são friáveis ou físseis. A resistência à desagregação das rochas sedimentares pode ser consideravelmente alterada quando a água que penetra pelos espaços porosos introduz materiais cimentantes ou produz a dissolução, substituição ou remoção de alguns ingredientes. Estas mudanças incluídas sob o termo diagênese ainda incluem, entre outras, a compactação mecânica, a oxidação e redução, a recristalização, a desidratação e a cristalização de colóides. A litificação ou endurecimento de sedimentos argilosos por substituição atômica e fixação de partículas coloidais pode transformar argilas em micas, como muscovita e cloritas.

Além da constituição química dos minerais que constituem os fragmentos detríticos e os precipitados químicos das rochas sedimentares, outras características como granulometria, seleção, maturidade, diagênese e litificação devem ser considerados para que se possa estabelecer algum tipo de ordenamento com relação à resistência das rochas sedimentares ao intemperismo e à erosão. A partir desse conjunto de informações sugere-se uma sequência decrescente de resistência, que vai do arenito quartzoso, maduro e bem selecionado (ortoquartzito), aos sedimentos inconsolidados (aluviões, colúvios, e pedimentos).

A seguir, são apresentados argumentos sobre algumas influências das unidades geológico-ambientais e formas de relevo na adequabilidade e



potencialidade e limitações frente ao uso e ocupação por obras de engenharia, agricultura, recurso hídricos, fontes poluidoras propostos pela CPRM (Figura 150 e Quadro 23).

Figura 150 - Mapa representativo da Geodiversidade do RN (Escala original 1:500.000)



Fonte: CPRM (2006).

Quadro 23 - Legenda do mapa representativo da Geodiversidade do RN

Unidades		Limitações
N4a - Depósitos aluvionares - Planícies Fluviais ou Flúvio-Lacustres	1	Áreas com tendência a inundações periódicas, de fertilidade muito variável, alta vulnerabilidade à poluição e contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Áreas inadequadas à ocupação humana e implantação de empreendimentos com fontes poluidoras. As atividades de mineração devem ser bem planejadas e com controle ambiental rígido.
N4lpd - Depósitos litorâneos de praia e dunas móveis - Campos de Dunas	2	Em algumas áreas a migração de dunas ocasiona o assoreamento de ecossistemas aquáticos, como lagoas, banhados e mangues. Construções civis estabelecidas nas zonas de migração de dunas podem ser soterradas lentamente pela remobilização das areias. Áreas desprovidas de solos agricultáveis.
N34elp - Depósitos eólicos litorâneos de paleodunas - Campos de Dunas	3	Exibem pedogênese incipiente, com solos de baixa fertilidade natural, excessivamente ácidos, de baixa capacidade hídrica, erosivos e de difícil manejo devido à constituição arenosa e ao relevo.
N34flc - Depósitos flúvio-lacustrinos - Relevo plano	4	Áreas sujeitas a alagamentos durante o período chuvoso. Predomínio de solos argilosos, ricos em matéria orgânica, que são altamente corrosivos e liberam gás metano.
N23m - Depósitos de mangues. - Margens dos rios	5	Parcelas próximas às margens dos rios, freqüentemente alagadas. Solos de baixa capacidade de suporte, inviabilizando obras de engenharia. Faixas de proteção dos cursos d'água e matas ciliares. Alta vulnerabilidade à contaminação dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos.
N23c - Depósitos colúvio-eluviais - Vertentes.	6	Áreas sujeitas a movimento de massa com baixa capacidade de suporte.
ENB - Formação Barreiras	7	Podem ocorrer sedimentos argilominerais expansivos. Dependendo das variações de umidade podem tornar-se colapsíveis e desagregam em pequenas pastilhas, podendo causar deformações e truncamentos em obras de construção civil. Onde predominam sedimentos arenosos, os solos possuem baixa fertilidade natural, são ácidos, de baixa capacidade de reter água e nutrientes. As águas subterrâneas podem apresentar, em determinadas áreas, elevados teores de ferro.
NP3g2di - Granito de Macaíba	8	Geralmente ocorrem com a forma de relevos acidentados, ora em tabuleiros, ora em insebergs e outros relevos residuais, o que dificulta a ocupação dessas áreas. O aquífero é do tipo fissural com vazões irregulares. Os solos residuais dessas rochas, quando pouco evoluídos, têm altos potenciais erosivos e se desestabilizam em taludes de cortes.
A23j2 - Complexo Presidente Juscelino	9	O mesmo do anterior.

Fonte: CPRM (2006).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

4.1.3 Geomorfologia

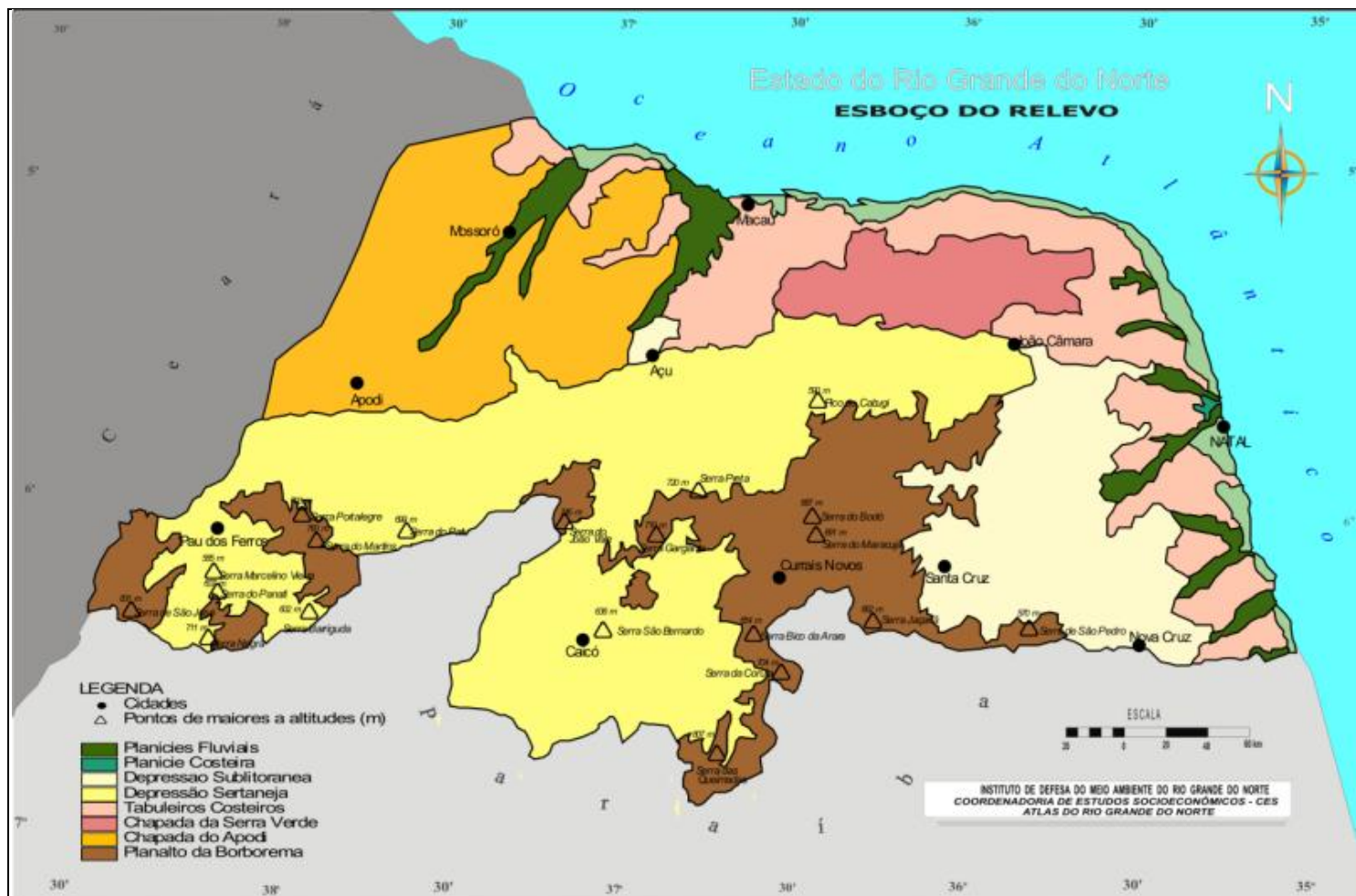
Para compreender quaisquer formas de relevo, deve-se considerar a atuação conjunta de alguns fatores, principalmente a influência interna representada pelo tectonismo e a atuação do clima nos diferentes tipos de rocha, dos quais resultaram as formas de terrenos com suaves ondulações, decorrentes da pediplanação sobre os sedimentos plio-pleistocênicos da Formação Barreiras. Além disso, é necessário observar a evolução do clima e as reativações das estruturas tectônicas pré-existentes na região, o que explicaria o modelado do presente. Além disso, no Nordeste, como no Brasil em geral, a estrutura geológica é antiga, mas as atuais formas de relevo em geral foram esculpidas recentemente, no decurso da Era Cenozóica.

As principais formas do relevo potiguar podem ser visualizadas no Mapa: Esboço do Relevo (IDEMA, 2007), Figura 151, que correspondem as seguintes unidades:

- a) **Planície Costeira** - estende-se por todo o litoral do Estado e é formada por praias que se limitam de um lado com o mar e do outro com os tabuleiros costeiros, apresentando, ainda, a formação de dunas. Em sua extensão encontram-se as principais praias de nosso litoral: Ponta Negra, Pirangi, Genipabu, Pipa, Galinhos etc.
- b) **Planícies Fluviais** - terrenos baixos e planos, situados às margens dos rios. São conhecidos também por vales, como o Vale do Açú e o Vale do Rio Ceará-Mirim, e por várzea, inundados pela enchente dos rios Ceará-Mirim, Potengi, Trairi etc.
- c) **Tabuleiros Costeiros** - também denominados de planaltos rebaixados, são formados basicamente por argila e possuem áreas planas e de baixa altitude. Estão localizados próximo ao litoral, às vezes chegando até o mar, como em Barra de Tabatinga e em Pipa.
- d) **Depressão Sub-Litorânea** - são os terrenos rebaixados localizados entre os Tabuleiros Costeiros e o Planalto da Borborema.

- e) **Planalto da Borborema** - formação que se estende por terras potiguares, paraibanas e pernambucanas, aqui estão localizadas as serras e os picos mais altos do Estado.
- f) **Depressão Sertaneja** - são os terrenos baixos situados entre as partes mais altas do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodi.
- g) **Chapada do Apodi** - são terrenos planos, ligeiramente elevados e que são cortados pelos rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu.
- h) **Chapada da Serra Verde** - formação que também apresenta terrenos planos e ligeiramente elevados localiza-se entre os Tabuleiros Costeiros e o relevo residual do chamado “Sertão de Pedras”, estendendo-se pelos municípios de João Câmara, Jandaíra, Pedra Preta, Pedro Avelino e Parazinho.

Figura 151 - Mapa Esboço do Relevo

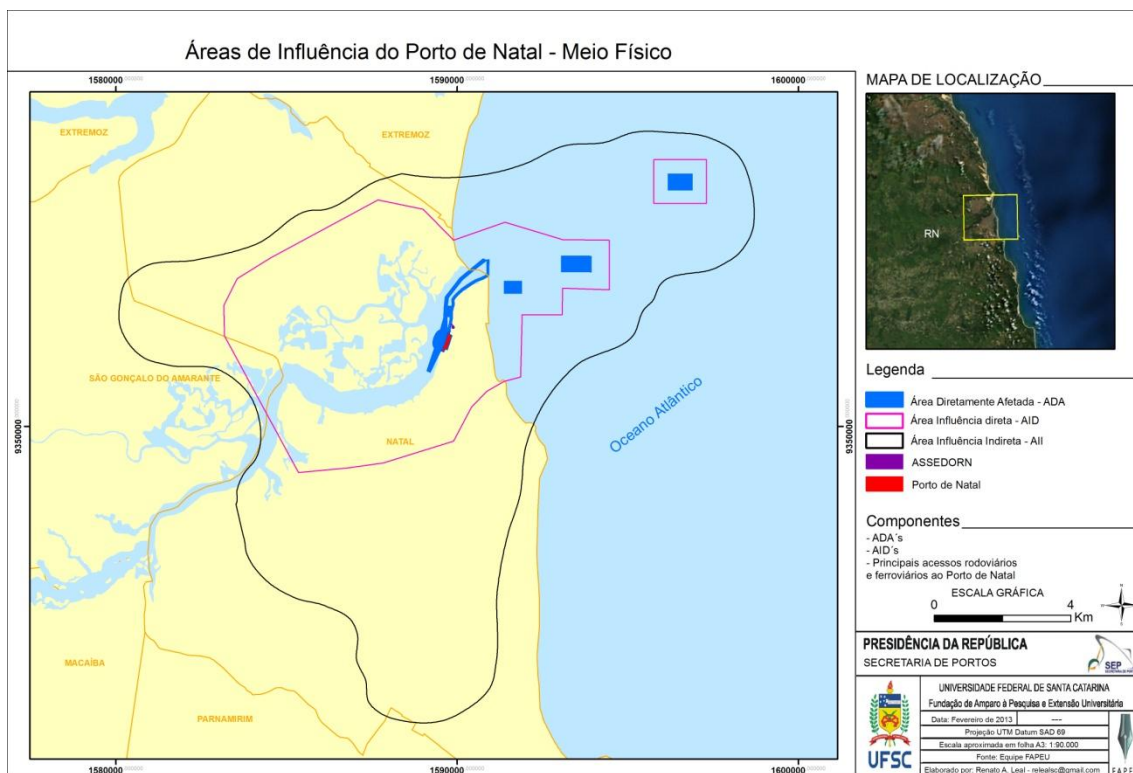


Fonte: IDEMA (2007).

4.1.3.1 Geomorfologia Local

No âmbito das áreas de influências do Porto de Natal e entorno (Figura 152) para o meio físico sugerido pelo TR para este estudo ambiental, podemos observar unidades geomorfológicas que comportam as influências de fatores litoestruturais e dos processos morfodinâmicos atuantes, tais como os marinhos, eólicos, fluviais e/ou combinados que se esboçam, por sua vez, nas áreas de sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras e dos sedimentos Quaternários.

Figura 152 - Áreas de Influência do Porto de Natal – Meio Físico



Fonte: Equipe técnica, 2012.

(Ampliação no Caderno de mapas, Figura 28, Página 29).

Aliás, a cidade de Natal, segundo as informações do Anuário 2006 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbano da Prefeitura de Natal - SEMURB

é composta por quatro formas geomorfológicas: I - Plataforma Continental, II - Superfícies de Aplainamento, III - Vales Fluviais Lacustres e IV - Formas Litorâneas.

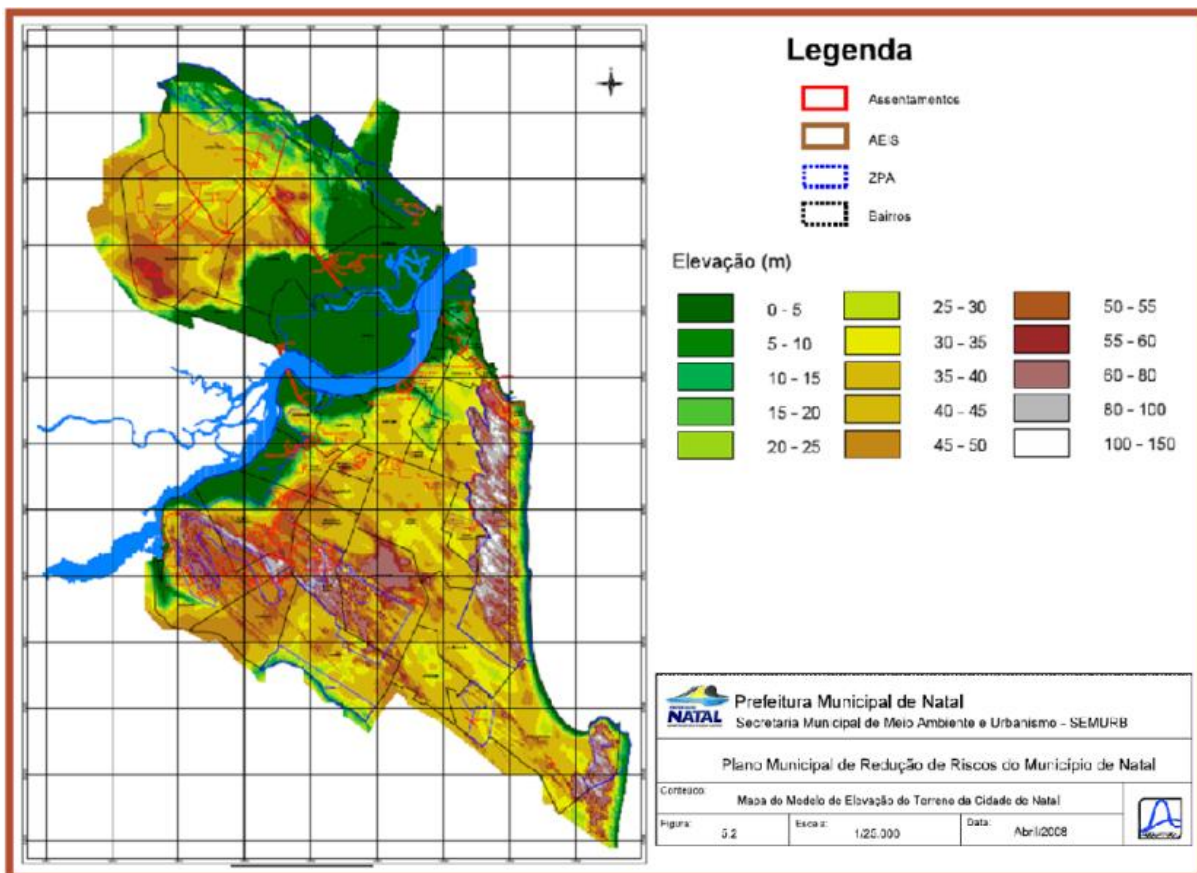
I - A Plataforma Continental apresenta um relevo plano com largura de 25 km, aproximadamente, e profundidade de até 100m. Estão presentes as feições morfológicas localizadas a cerca de 17 km da foz do Estuário Potengi, com a isóbata de 20 metros de profundidade, constituindo no canyon submarino do Rio Potengi, cuja reentrância se encontra a profundidades de 21 a 23 m.; terraços erosionais localizados na borda da plataforma continental e talude, no largo de Natal, aproximadamente 18 km da boca do estuário; bancos algais (ocorrendo na plataforma externa) e recifes de arenitos dispostos paralelamente à praia, bem como algumas feições de elevações topográficas de fundo do mar como a Cabeça de Negro e Baixinha, nas proximidades do extremo do Molhe Norte.

Estudos na plataforma continental brasileira são ainda pouco desenvolvidos, principalmente no Nordeste do Brasil e em particular no RN, segundo Vital, Silveira e Amaro (2005). Porém se sabe que depósitos de granulados litoclásticos marinhos, constituídos de areias e cascalhos, originados do continente, depositados na plataforma continental e retrabalhados pela ação conjunta das ondas e correntes marinhas, podem ser importantes insumos minerais para uso industrial e para obras de engenharia costeira.

A exploração destes depósitos teve um aumento significativo nas últimas décadas, em associação com o decréscimo das reservas no continente, principalmente em alguns como o Japão, Estados Unidos, Reino Unido, França e Dinamarca. No Brasil o conhecimento sobre estes recursos marinhos ainda é muito regional e os poucos projetos com utilização efetiva de granulados marinhos são para regeneração de praias em áreas metropolitanas com problemas de erosão costeira acentuada (SILVA et. al. 2000).

As outras feições geomorfológicas, a seguir, podem ser observadas nitidamente no Mapa Modelo Digital do Terreno da Cidade de Natal/RN, na Figura 153).

Figura 153 - Mapa Modelo Digital do Terreno da Cidade de Natal/RN



Fonte: Adaptado de SEMURB (2006).

II - Superfícies de Aplainamento ou Tabuleiros Costeiros - que constituem as formas de relevo condicionadas pelo sistema morfoclimático,. São feições geomorfológicas nos interflúvios planos, extensos, cuja superfície é interrompida pelas falésias localizadas ao longo da costa ou pelas vertentes dos vales. Atingem até a cota topográfica 80 metros, sendo menos elevadas nas proximidades do oceano.

Nos Tabuleiros Costeiros ocorrem os sedimentos do Grupo Barreiras, recobertos localmente por extensas coberturas arenosas coluviais e eluviais indiferenciadas, altamente permeáveis e lixiviados, tem sua distribuição em toda faixa litorânea do Nordeste do Brasil, recobrando as formações mais antigas. No litoral oriental do RN ocupa uma faixa média de 50 km continente adentro, formando

tabuleiros ou chapadas com suave inclinação em direção ao mar, não passando de 80 metros de altitude na cidade de Natal.

Esses tabuleiros costeiros são formados por argilas com a presença de seixos de quartzo arredondados e de cascalhos de quartzo oxidados, formando couraças ferruginosas. As suas cores variam do vermelho ao alaranjado. Normalmente são cortados por erosões regressivas por uma rede fluvial diversificada relacionada à estruturação tectônica reativada no meso-cenozóico. Como discutido no capítulo de geologia, as rochas do Grupo Barreiras assentam discordantemente tanto sobre as rochas pré-cambrianas, como as das bacias sedimentares mesozóicas.

As cotas altimétricas máximas observadas na cidade de Natal, estão em torno de 60 m, chegando ao litoral em média de 20 m. As que alcançam as zonas costeiras aparecem na forma de falésias, ora expostas à ação erosiva marinha, sucedendo em falésias vivas, ora em posições mais elevadas, convertendo-se então nas chamadas falésias mortas, onde as águas marinhas não mais atingem, deduzindo como testemunhos de um mar anterior com nível mais alto que o atual.

Ainda no âmbito da Grande Natal, destaca-se que, em alguns locais, esses sedimentos são interrompidos abruptamente, formando falésias vivas e mortas ao longo da costa como a do Parque Estadual das Dunas de Natal (Figura 154). Sendo as mais notáveis as de Pirangi, Ponta do Morcego, Barreira do Inferno, Barreira Nova e Ponta de Mãe Luíza, sendo esta última, nas proximidades da área de influencia indireta desse estudo.

Figura 154 - Falésia (morta) no Parque Estadual das Dunas de Natal

Fonte: Site Visite Natal (2011).

Secundariamente, encontram-se os recifes de arenitos bastante litificados, (Figura 155) devido aos processos diagenéticos resultantes da concentração de óxido de ferro e material argiloso, que atua como matriz-cimento nas áreas de contato com o mar e estão relacionados com o retrocesso causado pela erosão das falésias. Estes recifes apresentam formas irregulares com superfícies entalhadas, provavelmente desgastadas pela ação das grandes ondas de um mar antigo, que estava a 7 metros acima do atual, que se estendem paralelas à costa ou formando paredes perpendiculares, que penetram até 1,5 km no mar.

Os recifes de arenitos, denominados de rochas praias “beachrocks” ocorrem desde o Estado do Rio de Janeiro até o Ceará (SUGUIO, 1999). As rochas praias ou arenitos de praia são rochas sedimentares usualmente formadas na zona intermaré, embora possam desenvolver-se em zona sub-litorânea, úteis como indicadores da variação do nível do mar em regimes de mesomaré (BEZERRA; AMARO, 1998). A mineralogia das rochas praias pode variar de areias silícicas

puras a areias carbonáticas biogênicas, enquanto que o cimento pode variar de aragonita a calcita magnesiana.

Figura 155 - Rochas praias - Praia do Forte, Natal-RN



Fonte: Adaptado <<http://www.natalrn.org/>>201-

Os estudos realizados por Oliveira et al. (1990) inferiram a formação das rochas praias da região de Natal entre o sub-ambiente da zona de estirâncio e de antepraia. Dois cordões de *beachrocks* afloram, um mais recente com idade de 4.700 anos e outro mais antigo com 6.500 anos, este mais próximo ao continente mostrado na fotografia da Figura 156.

Figura 156 - Rochas praias (BR-01 e BR-02) paralelas à linha de costa. Praia do Meio, Natal-RN



Fonte: Vital (2001).

Observação: A.P = antes do presente

III - Os Vales Fluviais Lacustres ou a Planície Flúvio-Marinha - são formas contidas nas superfícies de aplainamento, denominadas vales fluviais ou vales lacustres, conforme a hidrografia. São constituídos pelos talwegues, leitos, planícies de inundações, terraços de 15-16 metros, de 7-8 metros e de 2-3 metros acima dos leitos atuais dos rios e vertentes.

O vale úmido na área onde se desenvolve o manguezal é caracterizado por uma planície flúvio-marinha, como mostra a Figura 157, formada pela ação combinada de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas. Na área de estudo podem ser classificadas duas formas de planície flúvio-marinha: uma de influência estuarina, com um acúmulo de sedimentos e matéria orgânica, formada por processos tectônicos. Outra encontrada em uma pequena faixa de terra, proveniente de deposições sedimentares diferenciadas, as quais constituem os terraços e planícies aluvionares, com acúmulo de sedimentos

argilosos com grãos de areia quartzosa de granulação média a fina, podendo ser relacionados às planícies de inundação, mas também apresentam unidades arenosas, correlacionáveis aos canais. Às vezes observa a presença de uma faixa de manguezal e sedimentos areno-quartzosos oriundos da deposição eólica marinha com presença de vegetação rasteira de restinga.

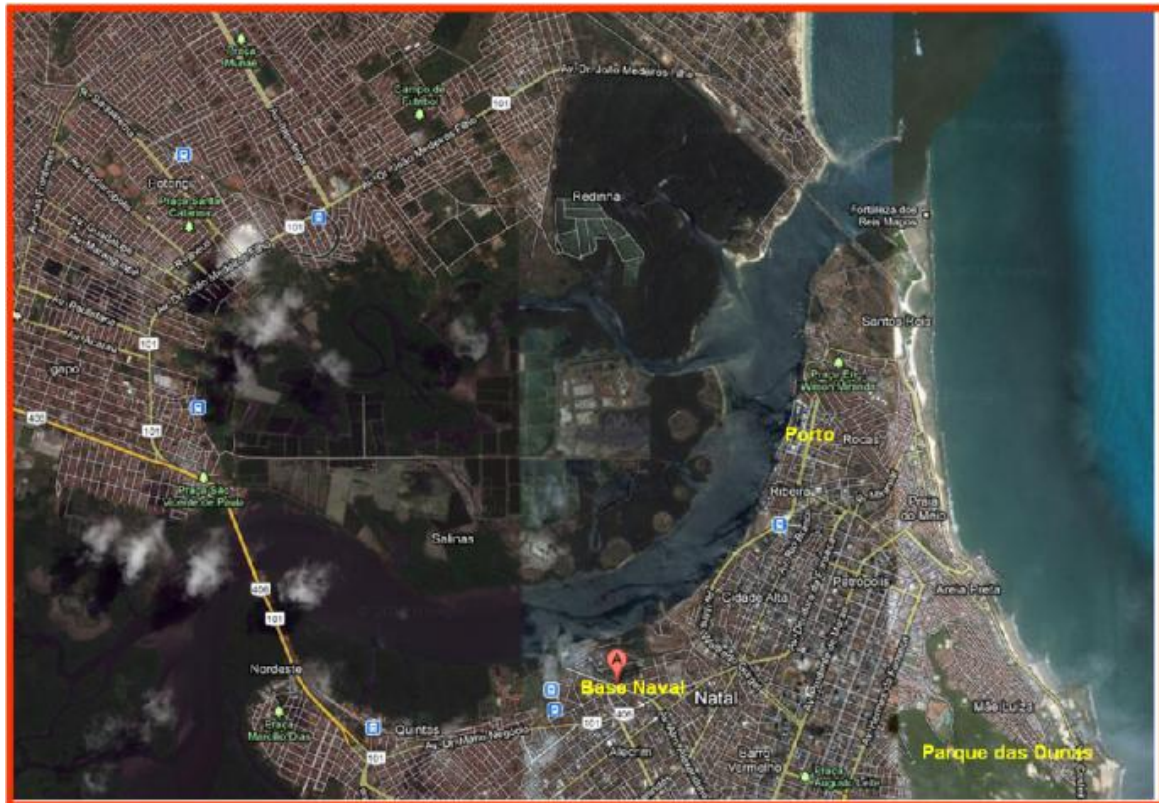
Figura 157 - Planície Flúvio - Marinha no Estuário do Potengi



Fonte: Júnior Santos. Novembro 2011.

Na área de estudo, a planície flúvio-marinha abrange as áreas da Quintas, margeando a Rua Rio Potengi até as imediações da Base Naval e as áreas de Salinas, acompanhando o traçado da Avenida João Medeiros Filho até a Redinha, sendo delimitado pela margem esquerda do estuário, como observado na Figura 158, a seguir.

Figura 158 - Planície flúvio-marinha no Estuário Potengi/Jundiaí



Fonte: Google Maps (2011).

IV - As Formas Litorâneas - são constituídas por planícies de maré, com mangues associados, ao longo do estuário Potengi, próximo à Redinha, depósitos praias e dunas. Há ainda a ocorrência de lagoas nos corredores interdunares e também nas regiões de contato entre as dunas e os tabuleiros costeiros, sendo alimentadas tanto pelas precipitações pluviométricas, quanto pelo aquífero Dunas/Barreiras.

As planícies de maré ou planície costeira ficam compreendidas entre o estirâncio e compartimentos de modelamentos costeiro: zona de estirâncio; faixa de pós-praia (podendo estar incluída na planície de deflação); falésias e campos dunares de colinas eólicas.

Os depósitos praias atuais constituídos de sedimentos arenosos inconsolidados, basicamente por quartzo, minerais pesados, mica, fragmentos de rochas e carapaças de organismos, com granulometria bastante variada. Estes sedimentos são submetidos à ação da dinâmica costeira e retrabalhamento

constante, sendo transportados para outras áreas produzindo diferenças na morfologia praial, por processos fluviais, e, principalmente, marinho e eólico, com aporte contínuo de sedimentos (Figura 159) se limitam de um lado com o mar e do outro com os tabuleiros costeiros, apresentando, ainda, a formação de dunas. Em sua extensão próxima à área de estudo encontram-se as praias de Jenipabu, Praia do Forte, Praia do Meio, Praia Areia Preta e Praia Mãe Luiza.

Figura 159 - Depósitos praias atuais



Fonte. Equipe Técnica, (28/10/2011).

Dentre todos os ecossistemas costeiros, as praias são os mais dinâmicos e sensíveis, pois resultam da interação entre diversos processos marinhos e continentais, que atuam em ampla variação de escala temporal, entre curtas

flutuações (diárias, semanais e mensais) até flutuações de longo período (até milhares de anos) (SOUZA, 2001).

Desde a pré-história, as praias oceânicas vêm desempenhando múltiplas funções sócio-ecológicas, destacando-se: proteção costeira natural para os ecossistemas adjacentes ou mesmo os equipamentos urbanos, contra o ataque de ondas e marés de tempestade; habitat para várias espécies animais e vegetais; recreação e lazer; esportes; turismo; e atividades econômicas diretas e indiretas (SOUZA et al., 2005; SOUZA, 2009a).

As dunas são feições de destaque em Natal e cidades vizinhas. São constituídas de sedimentos quaternários, provenientes da Formação Barreiras e sedimentos transportados da Plataforma Continental.

Antes de caracterizar as dunas de Natal/RN, seria importante ter o entendimento da sua formação, a parte.

4.1.3.2 Formação de Dunas

As dunas se formam a partir da disponibilidade de sedimentos arenosos de granulacão fina, ventos frequentes capazes de movimentá-los e locais adequados para a acumulação. As regiões costeiras oceânicas são propícias à formação de dunas, tanto pela ocorrência dos ventos fortes e frequentes decorrentes, em ultima análise, das diferenças de albedo e de troca de calor entre o mar, o continente e a atmosfera, como pela disponibilidade de materiais de praias dissipativas (gradiente suave e grande acúmulo de areia) e pelos cordões arenosos existentes, adequados ao acúmulo.

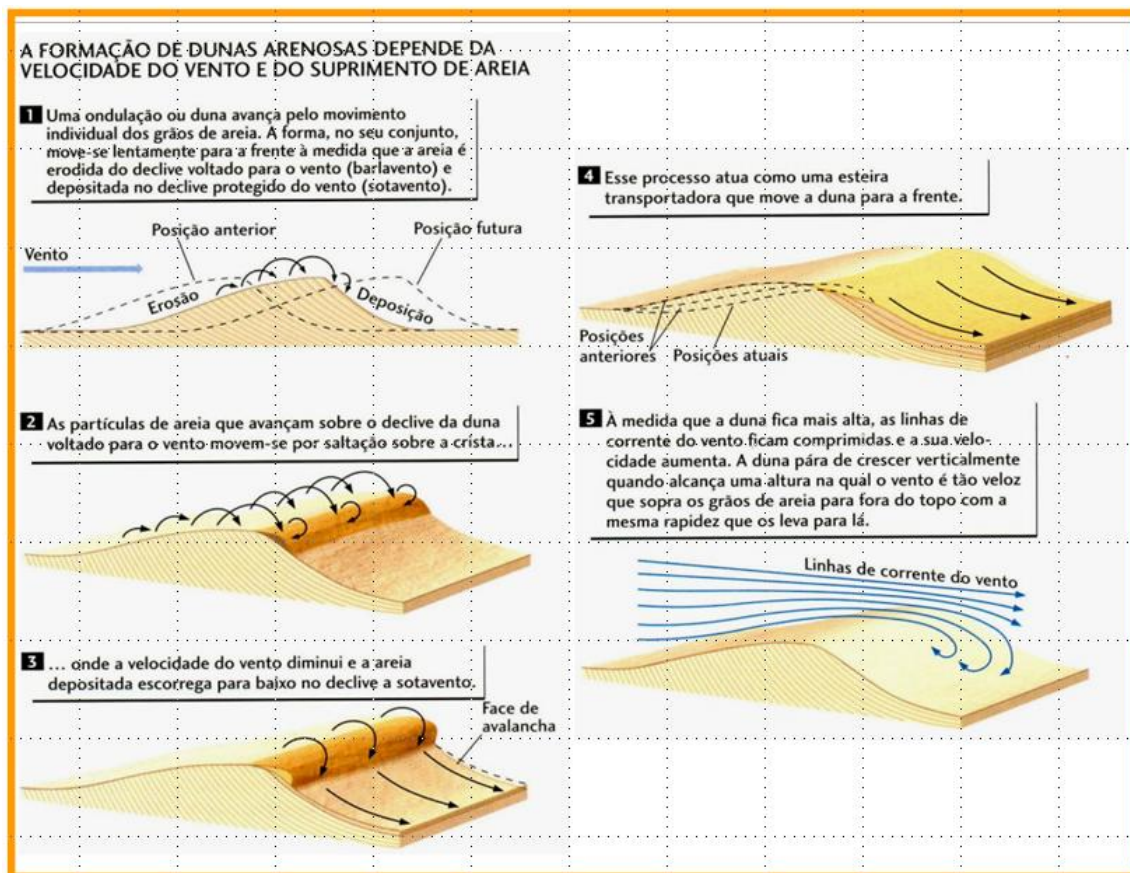
As dunas são características de climas áridos, mas também podem ser formadas em climas temperados e mesmo em áreas úmidas, quando podem interagir com a vegetação, que tornam as dunas fixas ou estáveis e, neste caso, a estabilização favorece o crescimento vertical. Já as dunas estacionárias ou fixas

assim permanecem em função da umidade, obstáculos internos (blocos ou troncos) ou desenvolvimento de vegetação.

Quando o vento move a areia, deslizando-a e rolando-a ao longo da superfície e causando a saltação. De modo inevitável, esse processo produz ondulações e dunas de maneira semelhante às aquelas formadas pela água - transversais à corrente. A medida que o vento aumenta, as ondulações tornam-se maiores.

Com areia e vento suficientes, os depósitos geralmente se formam quando o vento encontra um obstáculo ao fluxo, distorcendo-o da seguinte maneira: diante do obstáculo, como uma grande rocha ou um tufo de ervas, o vento o contorna e o ultrapassa, mas aí ocorre um setor de redução da velocidade, favorecendo a deposição e a formação de montículos arenosos que também alteram o fluxo. Os montículos se ligam e constituem o início de uma pequena duna. À medida que a duna se desenvolve, todo o monte começa a migrar na direção do vento por movimentos combinados de uma multidão de grãos individuais, como pode ser observado na Figura 160, a seguir.

Figura 160 - Processos de Formação de Dunas



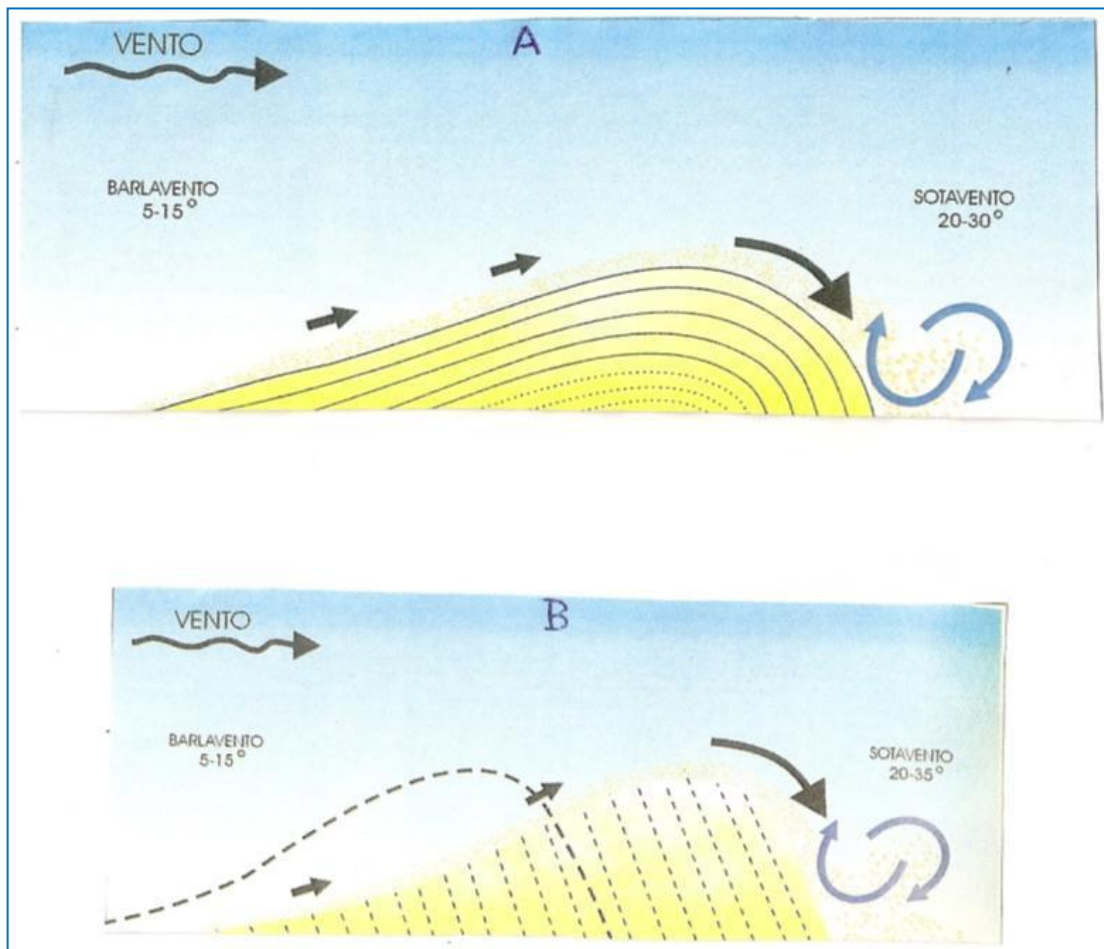
Fonte: Grotzinger et al (2006, apud PRESS et al 2006).

Na evolução do processo, os grãos de areia vão sendo depositados conforme o sentido dos ventos, formando acumulações geralmente assimétricas. No barlavento, frente voltada para o vento, a inclinação pode variar de 5° a 15°, enquanto no sotavento, face oposta e protegida do vento, a inclinação pode variar entre 20° e 30°. Essa assimetria é resultado da ação da gravidade sobre os grãos secos de areia, sem coesão e com ângulo de atrito variável com a granulometria. Quando a inclinação da face de sotavento ultrapassa o ângulo de atrito, os grãos de areia rolam e o flanco desmorona, até que o ângulo de repouso é estabelecido. No barlavento o ângulo de repouso não é alcançado, por constituir-se na face de retrabalhamento do vento. No desenvolvimento desse processo a duna forma camadas em conformidade com a morfologia da duna (Figura 161) (“A”).

À semelhança das dunas estacionárias, nas dunas migratórias o transporte dos sedimentos passa pela face de barlavento até a superfície livre de sotavento,

onde se deposita. Essa sequência gera uma estrutura de camadas com inclinação próxima à da face de sotavento, em avanços sucessivos no sentido dos ventos (GIANINI et al, 2005). (Figura 161) (“B”).

Figura 161 - Representações esquemáticas dos processos de evolução de dunas estacionárias (A) e dunas migratórias (B)



Fonte: Sigolo (2000).

Observa-se também uma relação entre a energia das ondas, na arrebentação, e o desenvolvimento das dunas, como resultado do controle das ondas no suprimento de sedimentos. À retaguarda das praias de baixa energia se desenvolvem dunas frontais pequenas. Com o aumento da energia das ondas, há um conseqüente aumento do aporte de sedimentos e as dunas frontais se tornam mais largas e instáveis (MUHE, 2008).

O Vento como agente geológico formador de Dunas

Isoladamente, o vento não constitui agente capaz de erodir grandes massas de rocha dura, no entanto, torna-se eficaz quando atua em rochas degradadas pela ação do intemperismo, que pode levar à perda de coesão e à desintegração, quando então atua, basicamente, no arrancamento dos grãos minerais. O vento é particularmente efetivo quando sopra sobre depósitos de materiais soltos e secos, como ocorrem, por exemplos, nas areias de pós-praias e de cordões arenosos litorâneos, largamente presentes na região de Natal.

Entretanto, o vento não se constitui em agente de intensidade permanente. Sua velocidade é muito variável e pode reduzir-se a níveis tais em que o processo de transporte passa a ser de deposição, embora, posteriormente, os depósitos formados voltem a ser alvo de erosão e transporte. Há ainda a ressaltar que a velocidade do vento aumenta com a distância à superfície de base, até em torno da altura de 5 metros e, a partir daí, torna-se praticamente constante e deixa de ser turbulento, passando a laminar. Essa variação da velocidade na seção vertical pode ter origens diversas: atrito com a superfície de base, vegetação, construções e ondulações na superfície de base.

Partículas menores que 0,125 mm (areia fina, silte e argila) constituem uma “poeira” que representa o maior volume de material transportado pelos processos eólicos. Após serem removidas das fontes, essas partículas podem permanecer em suspensão por longos períodos e distâncias, em face do fluxo turbulento e função da velocidade do vento. Mais de 90% do volume transportado é realizado em altura em torno de 10 cm, em relação à superfície de base (GIANINI et al, 2005).

Partículas entre 0,125 mm e 0,5 mm (areia fina a grossa), por deslizamento ou rolamento ao longo de uma superfície, ou aos saltos, quando os grãos ficam temporariamente suspensos na corrente de ar. Esse processo assemelha-se à turbulência nos leitos dos rios, embora os saltos sejam maiores no ar (mais altos e mais longos) porque, sendo o ar menos viscoso, a resistência do meio ao movimento dos grãos é menor, além do que, o impacto da queda e choque com outros grãos tem um ricochete maior. No conjunto, à medida que os grãos saltitam sobre o leito arenoso, os grãos maiores, suficientemente pesados vão sendo

empurrados por rastejamento. Quando a velocidade do vento é alta, um grão pode, por impacto, empurrar outro até seis vezes maiores (SKINNER; PORTE, 1987).

Para grãos maiores que 0,5mm, o deslocamento, quando existente, faz-se por arrasto e é bem menos significativo.

Conclui-se então que o transporte pelos ventos é bastante seletivo, em média até areia fina, em razão da baixa densidade e viscosidade do ar. Partículas maiores geram turbulência ao redor e, uma vez ultrapassada, promovem a deposição das partículas em suspensão, pela redução da velocidade.

O Vento como agente de transporte

A quantidade de material que o vento pode carregar depende da intensidade do vento, do tamanho das partículas e dos materiais superficiais da área sobre a qual ele sopra.

Os ventos variam de velocidade, como mostra a Figura 162, e direção dia após dia, mas durante um longo período tendem a seguir uma direção principal. Ex: Nos trópicos, que estão entre 30° sul e 30° norte do equador, onde se situa a maioria dos desertos do mundo, os ventos alísios sopram do Leste. Esse cinturão surge porque o Sol aquece a superfície terrestre mais intensamente no equador, onde os raios solares são quase perpendiculares ao terreno. O Sol aquece a Terra com menor intensidade nos pólos, pois os raios incidem obliquamente ao terreno.

A capacidade de transporte do vento pode ser avaliada pelo dado a seguir: vento de alta intensidade (a partir de 48 km por hora) produz meia tonelada de areia, se agindo sobre a superfície de uma faixa com um metro de largura, ao longo de uma duna e durante um dia. (SKINNER; PORTER, 1987). Não surpreende que uma casa possa ser totalmente encoberta pelo processo continuado.

Figura 162 - Classificação Beaufort dos tipos de vento baseada em sua velocidade de deslocamento

Vento	Velocidade km/h
1. Calmaria	1,5
2. Aragem leve	1,5 a 6,1
3. Brisa leve	6,1 a 11,1
4. Vento suave	11,1 a 17,2
5. Vento moderado	17,2 a 24,1
6. Vento médio	24,1 a 31,6
7. Vento forte	31,6 a 38,5
8. Vento fortíssimo	38,5 a 46,4
9. Ventania forte	46,4 a 55,4
10. Ventania fortíssima	55,4 a 64,8
11. Furacão	> 64,8 (alguns com mais de 150 km/h).

Fonte: Sigolo (2000).

O tamanho da partícula

Quanto ao tipo de material transportado, a dependência é da fonte de fornecimento. Há predominância absoluta de quartzo de faces embaçadas e foscas, fruto dos impactos entre grãos, durante o processo de transporte. Subsidiariamente, podem estar presentes fragmentos microscópicos de minerais, material orgânico e bactérias.

Os ventos moderados podem carregar pó para alturas de muitos quilômetros, mas somente ventos fortes podem carregar partículas com diâmetro maior que 0,06 mm, tais como grãos de areia.

Quando o vento cessa, ele não pode mais transportar a areia, o silte e o pó que carregava. O material mais grosso é depositado em dunas arenosas de várias formas, cujo tamanho varia desde pequenos morrotes até imensos morros de mais de 100 m de altura.

A Figura 163, a seguir, relaciona o Diâmetro máximo de partículas movimentadas pelo vento, para partículas de quartzo, e a velocidade do vento em que essas são transportadas.

Figura 163 - Diâmetro máximo de partículas movimentadas pelo vento, para partículas de quartzo (Peso específico = 2,65g/cm³)

Velocidade do vento (km/h)	Diâmetro máximo movimentado (mm)
1,8	0,04
11	0,25
32	0,75
47	1,0
furacão	10

Fonte: Sigolo (2000).

Os materiais carregados pelo vento

Poeira eólica - O vento tem grande capacidade de suspender o pó, formado por fragmentos microscópicos de rochas e minerais de todos os tipos, especialmente silicatos, como poderia ser esperado dado à abundância como minerais formadores de rocha.

- a. Silicatos - argilas e cinzas vulcânicas;
- b. Materiais orgânicos - pólen e bactérias;
- c. Pó de carvão vegetal - florestas incendiadas;
- d. Resíduos industriais - cinza de carvão, compostos químicos sólidos.

Em grandes tempestades de poeira, 1 Km³ de ar pode carregar nada menos que 1.000 t de pó, equivalendo ao volume de uma pequena casa. Quando uma tempestade dessas cobre áreas de centenas de quilômetros quadrados, ela pode carregar mais do que 100 milhões de toneladas de pó e depositá-las em camadas de muitos metros de espessura.

Areia eólica - A areia que o vento transporta pode ser constituída por quase todo o tipo de grão produzido pelo intemperismo, principalmente quartzo.

Abrasão

A areia eólica é um agente efetivo da abrasão. Os “jatos de areia” naturais funcionam principalmente próximos ao solo, onde grande parte dos grãos de areia é carregada. Os ventifactos são seixos cujas faces, polidas pelo vento, apresentam superfícies curvas ou quase planas que se interceptam em arestas agudas. O aspecto fosco das partículas é decorrente dos impactos ocasionados pelo vento e, principalmente, pela ação do intemperismo químico que o orvalho promove nos grãos de quartzo. Esse aspecto embaçado é uma forte evidência de que o grão de areia foi carregado pelo vento.

Deflação

À medida que as partículas de pó, silte e areia tornam-se soltas e secas, o vento pode suspendê-las e carregá-las para longe, erodindo gradualmente a superfície do terreno num processo chamado de deflação. Quando a deflação remove os grãos de areia mais finos de uma mistura de cascalho, areia e silte em sedimentos e solos, ela produz uma superfície remanescente de cascalho.

Onde se formam as Dunas

As dunas arenosas ocorrem em relativamente poucas situações ambientais:

- a) Atrás das praias;

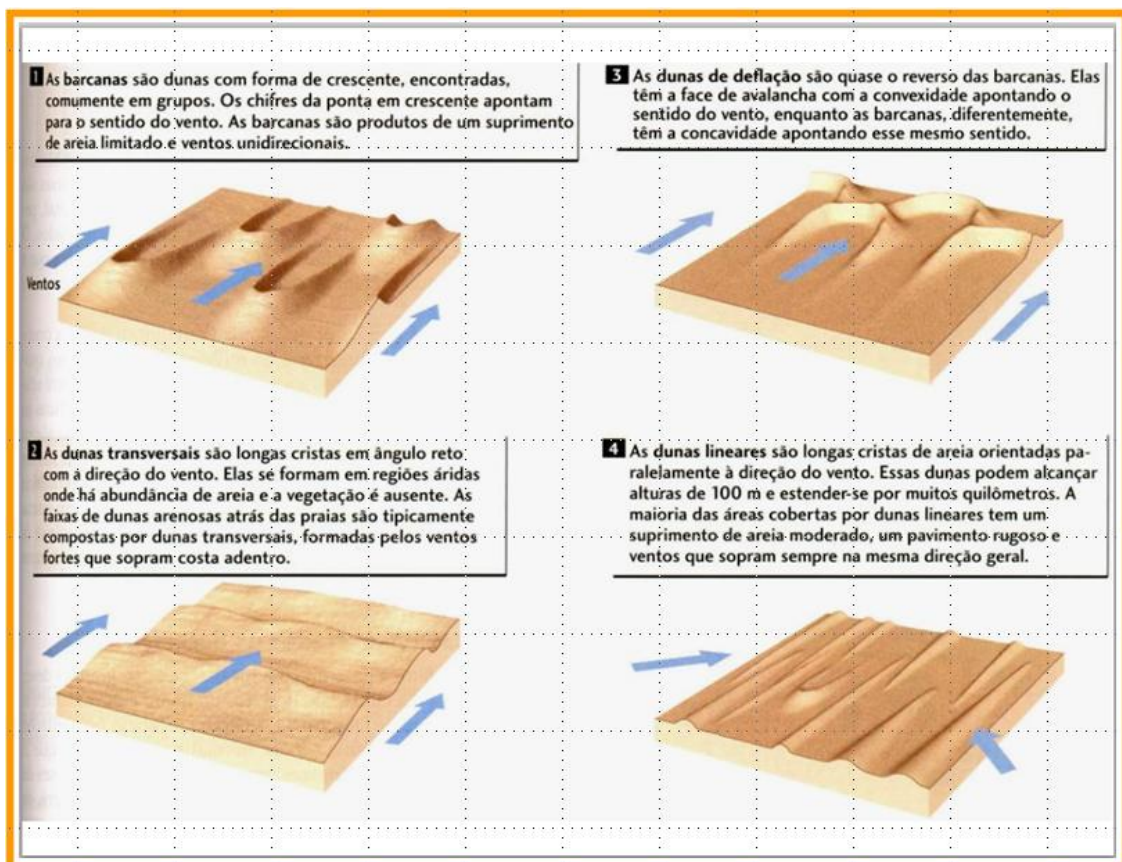
- b) Ao longo das margens de grandes lagos;
- c) Planícies de inundação de grandes rios;
- d) Em regiões áridas e semi áridas;
- e) Desertos.

As dunas formam-se somente em lugares onde há um suprimento de areia solta disponível.

Os tipos de Dunas

As formas e os arranjos gerais das dunas arenosas dependem da quantidade de areia disponível e da direção, duração e força do vento. Os mecanismos de formação ainda não estão bem especificados. Os geólogos reconhecem quatro tipos principais de dunas: barcana, transversal, de deflação e linear, apresentadas na Figura 164, a seguir.

Figura 164 - Tipos de Dunas



Fonte: Grotzinger et al (2006).

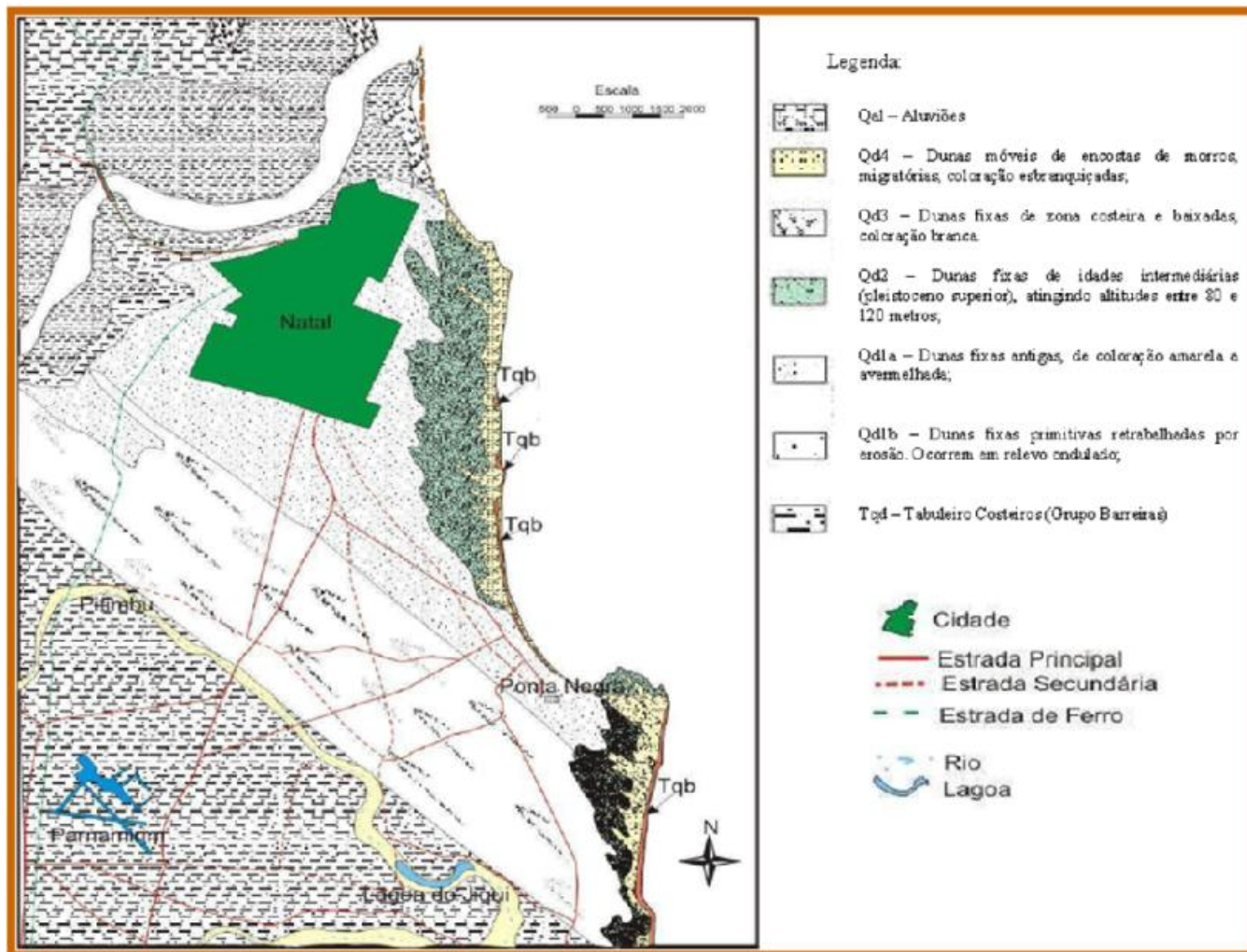
DUNAS DE NATAL/RN

As dunas de Natal formam verdadeiros cordões alongados paralelos, dispostos ao longo da praia, segundo a orientação SE-NW, em conformidade com a direção predominante dos ventos atuais. Compreendem depósitos eólicos (dunas móveis e fixas e lençóis de areia inativos) e marinhos (depósitos regressivos pleistocênicos, rochas praias holocênicas e depósitos de planície de maré atual) constituídas por areias quartzosas, de cores brancas, amareladas e avermelhadas, resultante de gerações diversas. Ocorrem desde as mais baixas cotas topográficas até 60 metros de altura, no geral. No entanto, em alguns locais elevam-se acima dos 100m de altura, como no Parque Estadual das Dunas de Natal.

Costa (1971, apud SILVA 2002) afirmou que os sedimentos constituintes dos campos de dunas da região de Natal/RN e adjacências constituíam-se por areias finas, bem selecionadas, de coloração esbranquiçada, amarelada e avermelhada, estando sobrepostos aos sedimentos do Grupo Barreiras. Com base em estudos feitos por Tricart e Silva (1968) e seguindo critérios de morfologia, topografia, condições de fixação, migração e de coloração, esse pesquisador dividiu os campos de dunas que ocorrem em Natal em quatro gerações, mostradas na Figura 165: Dunas mais Antigas, com alturas predominantes entre 40 e 60m, Dunas de Idade Intermediária, entre as cotas topográficas de 80 e 120m), Dunas do Pleistoceno Superior, entre 1 e 10m, nas praias e Dunas Atuais, também entre 1 e 10 metros, nas encostas dos campos de dunas intermediárias.

Baseando-se em parâmetros como idade relativa em associação com os eventos de subida e descida do nível do mar, extensão e coloração das dunas, em pesquisa posterior, Costa e Perrin (1981, apud SILVA, 2002) reconheceram dois sistemas de dunas na região de Natal sobrepostas ao Grupo Barreiras que correspondem respectivamente às sequências marinhas transgressivas e regressivas.

Figura 165 - Mapa Geológico representativo das quatro gerações de dunas



Fonte: Costa (1971, apud SILVA, 2002)
 Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

O primeiro sistema, o mais antigo e mais extenso, prolongou-se para o interior com alcance de até 15 km, cuja linha da costa é demarcada por cordões arenosos litorâneos, alinhados NW-SE observados no Parque da Cidade de Natal. Esses cordões antigos foram formados durante o curso transgressivo que migram em direção ao continente, superpondo-se aos sistemas lagunares e estuarinos, inclusive o Tabuleiro Barreiras. Tal sistema reflete a ocorrência de um clima mais árido do que o atual, com ventos fortes e constantes com a mesma direção atual, ou seja, direção SE-NW. O fim dessa fase se deve ao término do fornecimento de areia provocado pela transgressão marinha causada pelo derretimento das geleiras do último período glacial, há cerca de 18.000 mil anos. Conseqüentemente, com o nível do mar mais elevado, as águas oceânicas adentraram nas porções costeiras de pouca elevação, alargando assim, uma barreira transversal de progressão para as dunas. Com a transgressão marinha ocorreu um clima mais úmido, favorecendo o desenvolvimento da vegetação que recobre os atuais campos de dunas e provocando também a mudança de coloração das mesmas (SILVA, 2002).

O segundo sistema menos espesso do que o primeiro ocorreu ao longo da atual linha da costa, cuja largura não ultrapassa algumas centenas de metros. A formação dessas dunas se deve a regressão do mar associadas às linhas de costa progradantes, onde ocorrem sistemas ou planícies de cristas de praia que progradam em direção ao oceano, recobrando lamas ou areias relíquias de plataforma. Uma vez esses que materiais ficaram expostas ao fenômeno de deflação alimentando os atuais campos de dunas, limitadas a pouca progressão e à cor esbranquiçada da areia que compõem essas dunas.

Segundo Nogueira, (1982, apud FRAZÃO, 2003) existem quatro gerações diferentes de dunas.

i. Dunas Antigas (Paleodunas): são as dunas retrabalhadas inúmeras vezes, e fixadas por vegetação exuberante, com coloração alaranjada devido à oxidação. Apresentam cotas altimétricas entre 45 e 65m e, em alguns pontos da região, como por exemplo, as dunas do Bairro de Candelária (zona sul) e Bairro das Quintas (zona oeste), a devastação antrópica neste ambiente é evidente.

ii. Dunas Intermediárias: diferem da anterior apenas por estarem um pouco menos oxidadas e pelas cotas que variam entre 70 a 120m, como por exemplo, as dunas do Parque Estadual Dunas de Natal, criado através do Decreto Estadual nº 7.237 de 22/11/1977. Possui 1.172 hectares de mata nativa, sendo parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica Brasileira e exerce uma grande importância para a qualidade de vida da população da cidade de Natal (Figuras 166 a 168).

iii. Dunas do Pleistoceno Superior: são esbranquiçadas e ocupam as praias e baixadas, por exemplo, as dunas de Ponta Negra.

iv. Dunas Atuais ou Móveis: referem-se àquelas que se formaram atualmente, estando associadas ao desenvolvimento do litoral atual, e formam extensos cordões paralelos à costa litorânea.

Figura 166 - Foto panorâmica do Parque Estadual das Dunas de Natal/RN, 2º plano, da cidade de Natal, 3º plano, e do Estuário Potengi/Junidaí, ao fundo



Fonte: Sky Scrapper City (2011).

Figura 167 - Dunas de praia - Genipabu: Maré Vazante



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

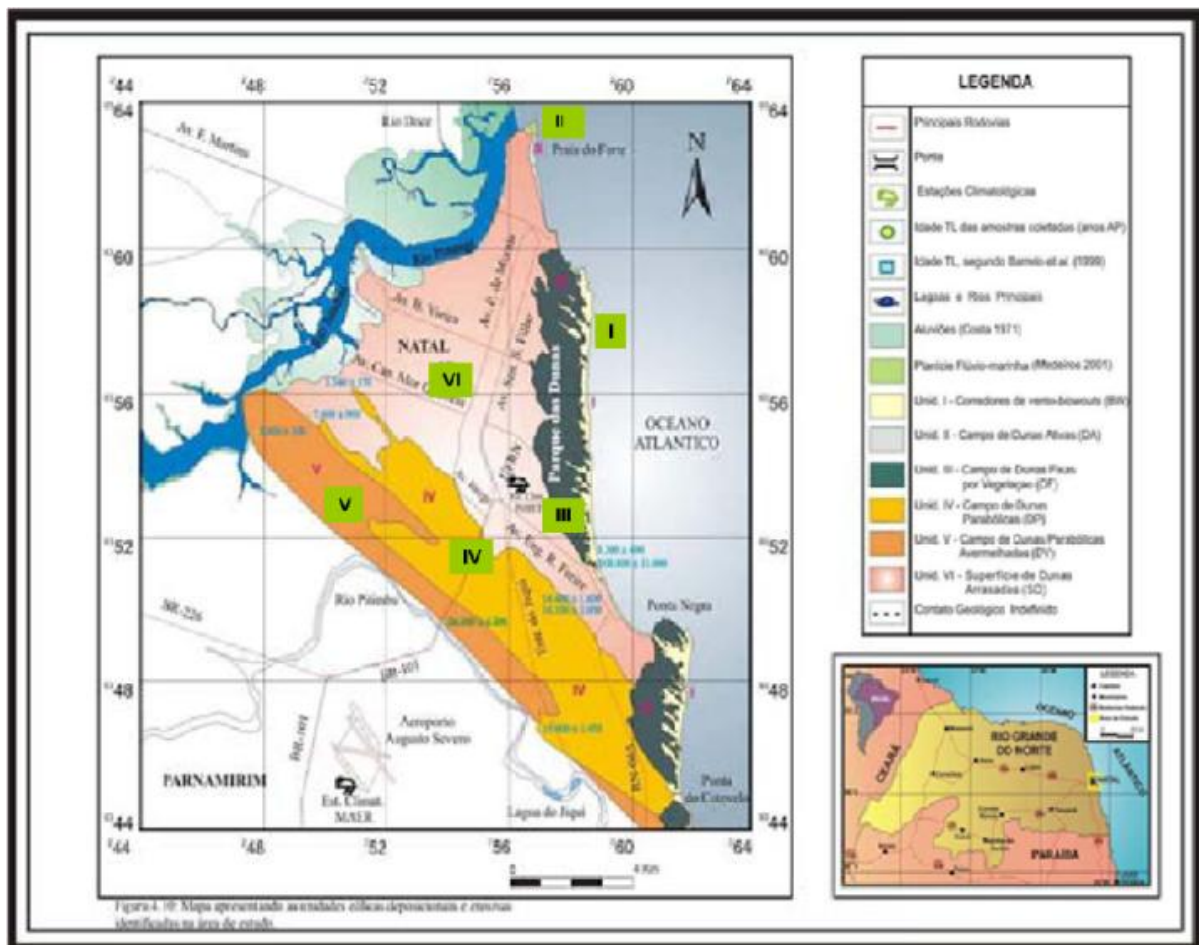
Figura 168 - Dunas de praia - Genipabu: Maré Enchente



Fonte: Equipe técnica, (28/10/2011).

Prosseguindo com as pesquisas sobre as dunas de Natal/RN, Silva (2002) definiu as características eólicas da área de Natal, através de estudo fotointerpretativo e carta topográfica, cujas unidades estão sintetizadas no mapa elaborado pela autora e representado na Figura 169, a seguir.

Figura 169 - Mapa das Dunas



Fonte: Adaptado de Silva (2002).

No mapa observar-se as seguintes unidades propostas pela autora:

Unidade I - Corredores de Vento, ou Blowouts - BW, representados por cordões paralelos à Planície Costeira, com a predominância dos ventos (SE-NW), com

largura média em torno de 800m. Apresentam coloração amarelo esbranquiçada e sofrem a ação erosiva do vento, caracterizando ambientes de interdunas secas.

Unidade II - Campo de Dunas Ativas - DA, em forma alongada em relevo mais ou menos aplainado e paralelo à linha costeira. Localiza-se na Praia do Forte, extremo NE da área de estudo. Apresentam coloração esbranquiçada e presença inconstante de vegetação.

Unidade III - Campo de Dunas Fixas por Vegetação - DF, localizados na porção oriental da área de estudo, englobando o Parque das Dunas (campo de dunas com aproximadamente 8,5 km de extensão e largura média de 2,0 km, limitado ao Norte pelo bairro de Mãe Luíza e ao Sul pelo bairro de Ponta Negra) e os campos localizados entre as praias de Ponta Negra e Cotovelo (campo de dunas com cerca de 6,0 km de extensão e largura média de 1,5 km). Atingem altitudes de 80 a 125 m, e apresentam coloração amarelo-esbranquiçada, estando fixos por vegetação.

Unidade IV - Campo de Dunas Parabólicas - DP, cujos ângulos de abertura dos flancos são da ordem de 5 a 30m. Apresentando-se sobreposto ao campo de dunas da Unidade V e com a coloração amarelada e presença inconstante de vegetação. Abrangem parte dos bairros Pitimbu, Cidade Nova, Candelária, Capim Macio, Neópoles e Ponta Negra, em Natal, onde estão construídos alguns conjuntos habitacionais.

Unidade V - Campo de Dunas Parabólicas Avermelhadas - DV apresenta uma superfície aplainada, e em vista superior a forma geométrica de parábola cujo vértice aponta para a direção NW, com extensão de aproximadamente 16,0 km (direção SENW), limitado pelo Rio Jundiá-Potengi. Apresenta coloração predominantemente avermelhada, estando inconstantemente coberto por vegetação. Essas dunas abrangem porções dos bairros Guarapes, Pitimbu, Neópoles, Ponta Negra e parte da região de Nova Parnamirim.



Unidade VI - Superfície de Dunas Arrasadas - SD ou aplainada, com nível topográfico inferior às duas últimas feições descritas e adjacente às mesmas. Apresenta coloração avermelhada e encontra-se completamente descaracterizada por abranger a área urbanizada mais antiga de Natal (regiões leste, oeste e sul).

RELEVO

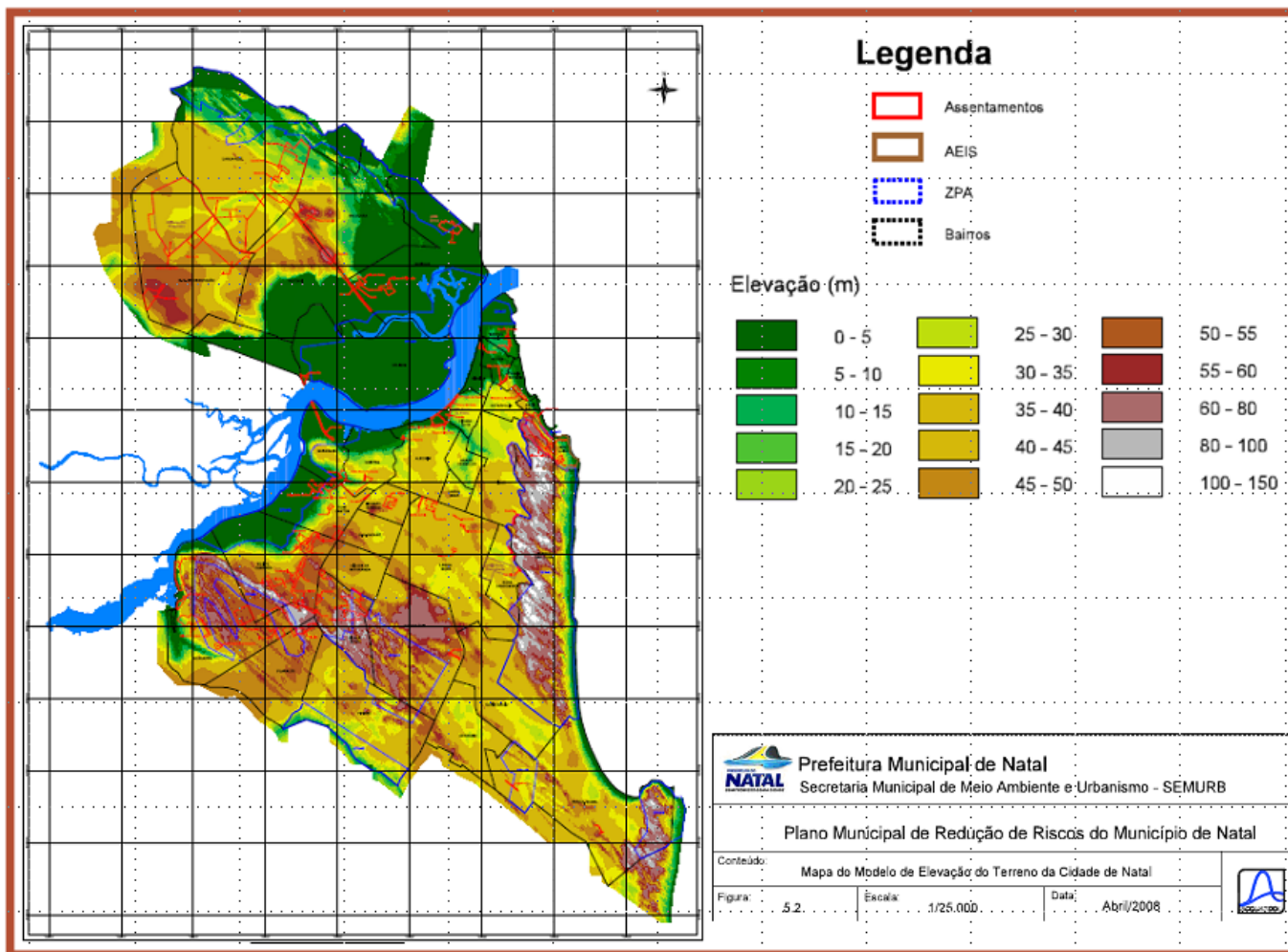
A apropriação do relevo pelo homem, como recurso ou suporte, é responsável por alterações substanciais do seu estado natural, como a implementação de cultivos que ocasionam desmatamento, modificando radicalmente as relações processuais: do predomínio da infiltração para o domínio do fluxo por terra; o desenvolvimento da morfogênese em detrimento da pedogênese; as atividades erosivas em relação ao comportamento biostático relativo ao estágio precedente; as perdas de recursos para adoção de medidas corretivas em detrimento de investimentos que poderiam ser destinados a benefícios sociais (CASSETI, 1991).

Os problemas ambientais estão relacionados aos fatores políticos e econômicos (relações homem-homem), que implicam diretamente na apropriação e ocupação do relevo (relação homem/natureza) (CASSETI, 1991). É por meio desses que temos as mais diferentes manifestações de impactos, como processos erosivos, assoreamento, solapamento, problemas com enchentes etc.

As principais formas do relevo da cidade Natal podem ser visualizadas nos mapas topográficos da cidade, em escala original de 1:10.000 do Relatório Final do Plano Municipal de Redução de Risco do Município de Natal (2008), da SEMURB Prefeitura Municipal de Natal/RN, (Figura 170), as quais correspondem às unidades de planície costeira, incluindo as praias e dunas costeiras, os planaltos rebaixados, correspondendo aos tabuleiros costeiros, às planícies fluviais, incluindo os terraços e as planícies das bacias dos rios Potengi e Jundiá, bem como os fundos de vale que os abrigam, definidas em função da similitude de formas de relevo e suas relações estruturais, incorporando a posição altimétrica.

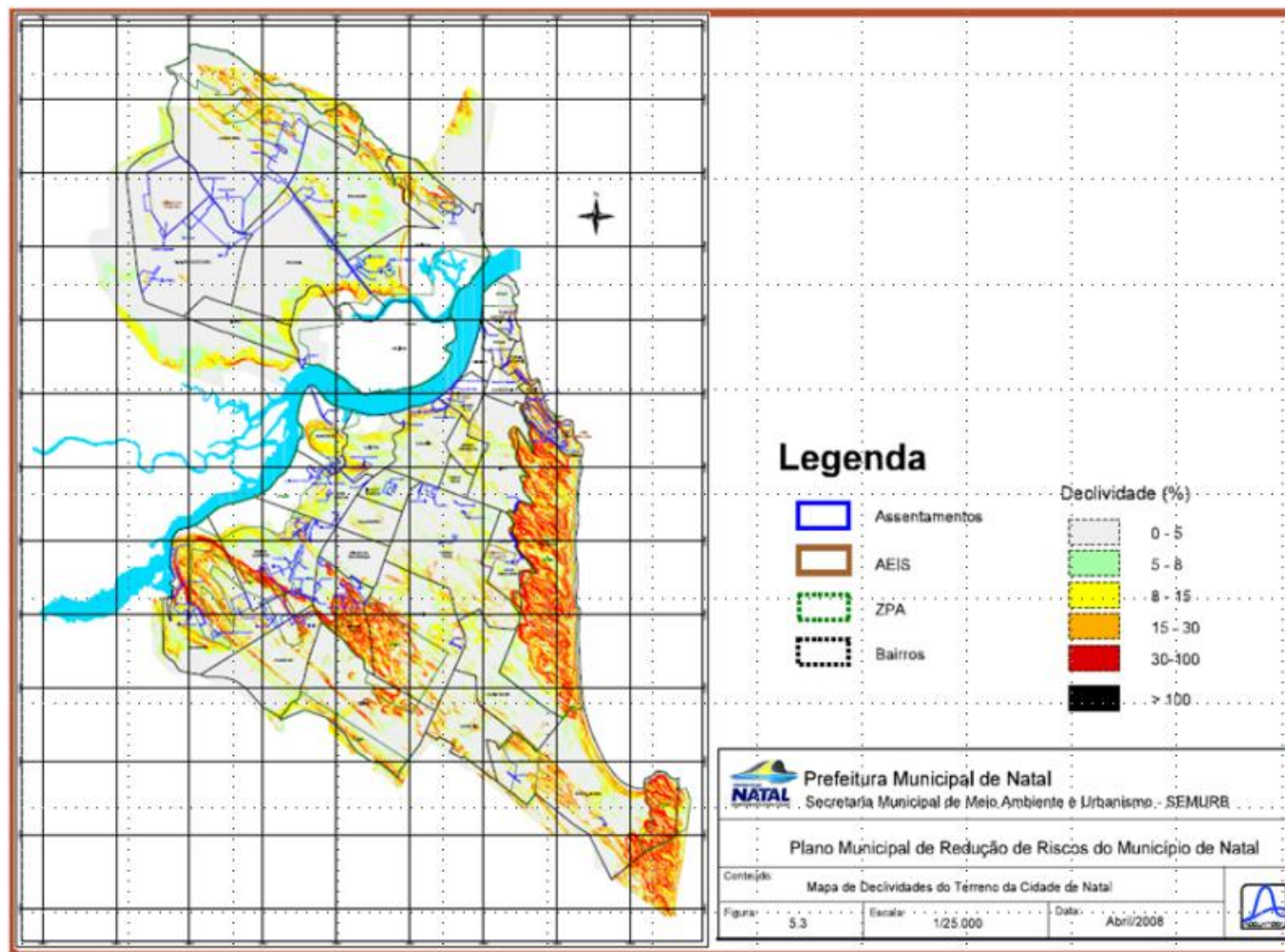
A partir dos referidos mapas topográficos obteve-se uma malha adensada de informações das cotas de diversos pontos área em estudo, gerando-se em seguida um modelo digital de elevação do terreno para a cidade de Natal e o mapa de declividades (Figura 171).

Figura 170 - Mapa de Modelo de Elevação do Terreno da Cidade de Natal.



Fonte: Compilado e adaptado de SEMURB (2008).

Figura 171 - Mapa de Declividade do Terreno da Cidade de Natal.



Fonte: Compilado e adaptado de SEMURB (2008).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A definição das unidades e respectivas características morfológicas permitiram a identificação de riscos em que o Relatório Final do Plano Municipal de Redução de Risco do Município de Natal (2008) agrupou em três setores com situação de presença ou a propensão a alagamento, erosão/queda de barreiras e de deslizamento e soterramento de dunas representadas nas Quadros compiladas do referido relatório.

a) Setores Susceptíveis a Sofrerem Processos Erosivos

Das setenta e quatro (74) áreas de risco listadas no relatório da SEMURB, a imensa maioria sofre, com diversos níveis de gravidade, processos erosivos. A Tabela 37 apresenta as 8 áreas onde o problema de erosão ou de queda de barreiras atinge grau de risco médio, alto ou muito alto.

Tabela 37 - Áreas com risco de erosão / queda de barreiras

Nome do assentamento	Zona Administrativa	Grau de Risco por Queda de Barreiras	Grau de Risco por Erosão
Ocidental de Cima	Leste	4	3
São José do Jacó		4	2
Hospício		0	3
Japão (Novo Horizonte)	Oeste	4	3
Água Doce		4	0
Sítio Guarapes		4	0
Das Almas	Sul	0	3
Potyguarana		0	3

Fonte: SEMURB, (2011).

b) Setores Susceptíveis de Sofrerem Inundações ou Alagamentos

De acordo com o Relatório Final, as áreas sujeitas a inundações, com diversos níveis de gravidade são apresentadas na Tabela 38. Das 74 áreas de risco identificadas, a imensa maioria sofre, com diversos níveis de gravidade, alagamentos pluviais. A Tabela 39 apresenta as 23 áreas onde o problema de alagamentos atinge grau de risco médio, alto ou muito alto.

Tabela 38 - Áreas com risco de inundações

Nome do assentamento	Zona Administrativa	Grau de Risco por Inundações
Maruim	Leste	4
Areado		3
Ocidental de Baixo		3
Passo da Pátria		3
Pedra do Rosário		3
Beira Rio	Norte	4
Curtume	Oeste	4
Mosquito		4
N.S.Vitorias - Vila São		4
Salgadinho ou Maré		4
Água Doce		1
Sítio Guarapes		1

Fonte: SEMURB, (2011).

Tabela 39 - Áreas com risco de alagamento pluvial

Nome do assentamento	Zona Administrativa	Grau de Risco por Alagamento Pluvial
Areado	Leste	3
Formigueiro		3
Maruim		3
Ocidental de Baixo		3
Passo da Pátria		3
Pedra do Rosário		3
Cidade Praia	Norte	4
Garis		4
Jardim Progresso		4
José Sarney		4
Aliança		3
Boa Sorte (incorporado a Jardim		3
El Dourado		3
Jardim Primavera		3
Olho d'água		3
Curtume		Oeste
Mosquito	4	
N.S.Vitorias - Vila São Pedro	4	
Salgadinho ou Maré	4	
Cambuim	3	
DETRAN	3	
Japão (Novo Horizonte)	3	
Wilma Maia	3	

Fonte: SEMURB, (2011)..

c) Setores Suscetíveis a Sofrerem Deslizamentos ou Outros Problemas Relacionados à Ocupação de Complexos Dunares

A Tabela 40 mostra as 12 áreas onde o problema de deslizamento e soterramento devido ao movimento de dunas atinge grau de risco médio, alto ou muito alto.

Tabela 40 - Áreas com risco de deslizamento / soterramento de dunas

Nome do assentamento	Zona Administrativa	Grau de Risco por Deslizamento
Aparecida	Leste	4
Alto da Colina		3
Sopapo		3
África	Norte	4
El Dourado		3
Cidade Nova (Baixa do Cão)	Oeste	5
Planalto		4
Alto do Guarapes		3
Barreiros		3
Cambuim		3
Torre ou Alta Tensão		3
Pião	Sul	5

Fonte: SEMURB, (2011).

Quanto à presença ou propensão ao assoreamento nas áreas de influências do Porto de Natal, cabe destacar que as planícies e vales da bacia dos rios Potengi e Jundiá (0 a 5 metros de altitude e declividade de 0 - 5%), individualizados em terraços fluviais suspensos e planícies fluviais de inundação estão sujeitos aos processos de assoreamentos constantes, tanto por parte de sedimentos carreados à montante dos rios, como os que afluem das áreas marginais devido aos processos erosivos gerados em terrenos ocupados pela cidade, assim como os de processos eólicos transportando areias constantemente para este sistema.

Para tanto, basta observar na representação do Mapa de Declividade do Terreno da Cidade de Natal para registrar preocupações quanto aos fatores morfográficos e morfogenéticos, com algumas referências de natureza cronológica, considerando principalmente formas associadas a processos morfogenéticos pleistocênicos, como os terraços suspensos ou níveis de pedimentação. O parâmetro morfométrico foi expresso pelas classes de declividades, incorporadas às

formas de dissecação: 1) predomínio de declive de 0 a 5%; 2) de 5 a 8%; 3) de 8 a 15%; 4) de 15 a 30% e 5) superior a 30%.

De uma análise preliminar, podem-se delinear as seguintes situações:

- a) áreas de forte risco, definidas em função da morfologia e da vulnerabilidade à erosão/assoreamento, frente às intervenções antropogênicas (planície de inundação atual, terraços fluviais, fundos de vales e das áreas dunares);
- b) áreas de risco moderado, como no domínio das vertentes medianamente convexas do Tabuleiro Costeiro e das áreas dunares;
- c) áreas de baixo risco, localizadas nas seções intermediárias às anteriormente mencionadas, como no domínio de formas tabulares e suavemente convexas do Tabuleiro Costeiro, bem como nas superfícies aplainadas ou rampeadas.

4.1.4 Pedologia

Na área do estuário e entorno do rio Potengi, as classes de solos dominantes são: Neossolos Quartzarênicos, Solos Indiscriminados de Mangues ou Gleissolos Sálícos, Planossolos Nátricos e Latossolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Vermelho-Amarelo, os dois últimos ocorrem à montante da área estaurina. Essas classes de solos são descritas a seguir:

a) Neossolos Quartzarênicos

Dentre os solos da área estudada, os que ocupam maior expressão territorial são os Neossolos Quartzarênicos, compreendendo, não só os campos de dunas, mas também os tabuleiros pré-litorâneos.

São solos minerais, hidromórficos ou não, essencialmente quartzosos, com textura arenosa ao longo de pelo menos uma profundidade de dois metros de superfície, o que os caracteriza como profundos e excessivamente drenados, com lençol freático alto. Possuem sequência de horizontes A-C e são provenientes de

arenitos do Cretáceo, Jurássico, Devoniano Indiviso e Siluriano Devoniano Inferior, de sedimentos arenosos da Formação Barreiras do Terciário ou ainda de sedimentos arenosos não consolidados do Holoceno. São solos com baixo teor de argila, apresentando, em geral, relevo plano.

Suas limitações são a deficiência de umidade, baixa fertilidade natural, acidez e susceptibilidade à erosão, principalmente a eólica.

Quanto a sua distribuição nas paisagens da área estudada, com exceção dos Tabuleiros Costeiros, ocupam grandes áreas em Natal, Extremoz e São Gonçalo do Amarante. Figura 172 - Mapa de Solos no Município de Natal/RN; Figura 173 - Mapa de Solos no Município de Extremoz/RN; e Figura 174 - Mapa de Solos no Município de São Gonçalo do Amarante/RN.

b) Gleissolos Sálícos ou Solos Indiscriminados de Mangues

Solos extremamente frágeis de origem sedimentar flúvio-marinha, constituídos geralmente por material areno-siltico-argiloso, rico em matéria orgânica e halomórficos, com alta capacidade de troca de cátions e elevada condutividade elétrica. Ocorre nas áreas estuarinas, em ambientes flúvios-marinhos.

São muito pouco desenvolvidos, escuros e lamacentos, com alto conteúdo de sais provenientes da água do mar, formados em ambientes de mangues a partir de sedimentos recentes de natureza e granulometria variada, referidos ao Holoceno, em mistura com detritos orgânicos. Tais sedimentos são decorrentes de acumulação flúvio-marinhas, depositados pelas águas dos rios quando encontram as águas do mar, em seus baixos cursos, normalmente onde é estabelecida uma condição de calmaria com a redução da correnteza dos rios. A intensa atividade biológica nestes ambientes promove rápida e constante decomposição de plantas e animais. Com a mistura das águas, o ambiente torna-se salubre, sendo especialmente apropriado para o desenvolvimento da flora e da fauna típicas do mangue.

De uma maneira geral, não possuem diferenciação de horizontes, exceto em áreas marginais, onde se verifica o desenvolvimento de um horizonte superficial com textura variável, desde argilosa até arenosa. Os Solos Indiscriminados de Mangues compreendem principalmente Solonchaks e Gleissolos, todos normalmente com

caráter tiomórfico. No contexto das áreas com a vegetação de mangues, deve-se ressaltar a ocorrência dos sedimentos lamacentos que ainda não constituem solos, visto que não apresentam nenhum tipo de horizonte diagnóstico e, deste modo, são considerados como Tipos de Terreno.

Em termos de potencialidades e limitações, os ambientes de mangue são de alta relevância para preservação da flora e da fauna, onde as suas características permitem uma intensa atividade biológica, particularmente as espécies como os caranguejos e outros crustáceos, sendo, portanto, indispensável a sua preservação para manutenção do equilíbrio ecológico deste ecossistema. As principais limitações agrícolas são relacionadas ao alto conteúdo de sais, às condições de excesso de umidade (inundações periódicas) e ao caráter tiomórfico.

Quanto a sua distribuição nas paisagens da área estudada, ocorrem em várzeas da baixada litorânea, na desembocadura de rios e em parte dos cursos dos mesmos, bem como nas proximidades de lagoas e pequenas depressões da faixa litorânea, indo até onde há influência das marés, em altitudes iguais ou abaixo do nível do mar. Em Natal e entorno, destacam-se os Solos Indiscriminados de Mangues formados nas desembocaduras dos rios Potengi e Jundiaí. Figura 172 - Mapa de Solos no Município de Natal/RN; Figura 173 - Mapa de Solos no Município de Extremoz/RN; e Figura 174 - Mapa de Solos no Município de São Gonçalo do Amarante/RN.

c) Planossolos Nátricos (não representados nos mapas)

Estes solos são também encontrados na planície flúvio-lacustre das lagoas da região e na planície fluvial do estuário do rio Potengi. A tipologia mostra que são solos minerais halomórficos com horizonte B solonézitico ou nátrico. O horizonte nátrico constitui uma modalidade de B textural. Normalmente tem uma sequência de horizonte A-E-Btn-Cn ou A-Btn-Cn, com amplo predomínio de argila de atividade alta, havendo grande contraste entre os horizontes superficiais e as camadas mais profundas. A origem destes solos é, em sua maioria, saprolito de gnaisse e micaxisto, ambos de Pré-cambriano, ou de materiais oriundos de outros tipos de rocha.

São solos rasos a moderadamente profundos, mal drenados, com mudança textural abrupta de A para B e muito susceptíveis a erosão. Geralmente ocorrem associados ao Planossolo Háptico, acompanhando os cursos d'água. Apresenta relevo plano a suave ondulado.

Não são solos próprios para o cultivo, dentre as limitações estão as condições físicas que não permitem o uso de máquinas agrícolas, são bastante erodíveis e possuem elevado teor de sódio.

d) Latossolos Vermelho-Amarelo

Os Latossolos são solos minerais, não hidromórficos, em avançado estágio de intemperização, apresentando perfis relativamente homogêneos em cor e textura, imediatamente abaixo do horizonte superficial A. Apresentam um horizonte B latossólico (Bw) que reflete um avançado estágio de intemperização contendo argila de baixa atividade com ou sem concentração residual de óxidos de ferro e de alumínio.

Geralmente são solos bem a fortemente drenados, muito profundos, com horizontes normalmente pouco diferenciados. Por serem solos bastantes intemperizados, apresentam baixo conteúdo de bases trocáveis, sobretudo nas regiões quentes e úmidas, onde as perdas de bases são mais intensas.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos - LV constituem solos com as características gerais dos Latossolos, mas que se individualizam em nível hierárquico imediatamente abaixo por critérios de cor. Possuem horizonte B latossólico - Bw de coloração típica no matiz 5YR na maior parte do horizonte B, inclusive BA. O teor de Fe₂O₃ normalmente é igual ou inferior a 110 g.kg⁻¹ de solo e, em geral, maior que 70 g.kg⁻¹ de solo, quando apresentam textura argilosa e sem material concrecionário.

A textura do horizonte A, em geral, é franco arenosa; estrutura fraca a moderada muito pequena e média granular e grãos simples, e moderada pequena e média blocos subangulares. A consistência do solo úmido é friável a muito friável, quando o solo seco é ligeiramente duro e no caso do solo molhado ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso. O horizonte Bw apresenta textura franco-argilo-

arenosa; estrutura fraca pequena e média blocos sub-angulares ou com aspecto maciço poroso; consistência solo úmido friável e muito friável, no solo seco macio e ligeiramente duro, no entanto, quando molhado, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Geralmente são solos Álicos e Distróficos, com baixa fertilidade natural, forte a moderadamente ácidos, com variação de pH entre 4,4 e 5,0, com baixa soma de bases e fósforo assimilável muito baixo, necessitando para o uso racional, práticas de adubação e correção da acidez.

São solos que apresentam em alguns casos, certa coesão natural (genética), quando são desenvolvidos em sedimentos do Grupo Barreiras do Terciário, em áreas dos tabuleiros costeiros, de superfícies aplanadas (relevo plano e suave ondulado), principalmente nos municípios de Extremoz, Macaíba e São Gonçalo do Amarante, nas proximidades do Rio Potengi, Figura 173 - Mapa de Solos no Município de Extremoz/RN, Figura 175 - Mapa de Solos no Município de Macaíba/RN e Figura 174 - Mapa de Solos no Município de São Gonçalo do Amarante/RN.

e) Argissolos Vermelho-Amarelo

Esta classe é composta por uma grande variedade de solos minerais, não hidromórficos, com uma significativa diferença de textura entre o horizonte superficial A e o de subsuperfície B textural (Bt) que geralmente ocorre bem diferenciado no perfil do solo. Os solos desta classe podem ser muito profundos a rasos, forte a imperfeitamente drenados, com textura variando de arenosa a argilosa em superfície e de média a muito argilosa em subsuperfície, contendo em sua maioria, argila de atividade baixa. Podem apresentar saturação por bases de baixa a alta, além do mais, podem ocorrer com e sem pedregosidade e em diversos relevos, desde o plano ao montanhoso. O horizonte Bt, onde ocorre o acúmulo de argila, é evidenciado pela cor, estrutura (com ou sem cerosidade), textura, ou combinações destas feições pedológicas. Grande é a variação da cor no horizonte Bt, indo do amarelo ao vermelho-escuro, existindo os acinzentados e os com mistura de cores

em proporções semelhantes ou com uma cor dominante e outras que constituem mosqueados.

Os Argissolos Vermelho-Amarelo são solos com as características gerais da antiga classe dos Podzólicos, mas individualizados em um nível hierárquico imediatamente abaixo por critério de cor. Apresentam horizonte B textural (Bt), isto é, de acúmulo de argila, com cores na faixa do vermelho-amarelado, podendo conter também partes vermelhas e, ou, bruno forte, devido à presença da mistura de óxidos de ferro (hematita mais goethita) cujos teores variam, em geral, na faixa de 10 a 80 g.kg-1 de solo.

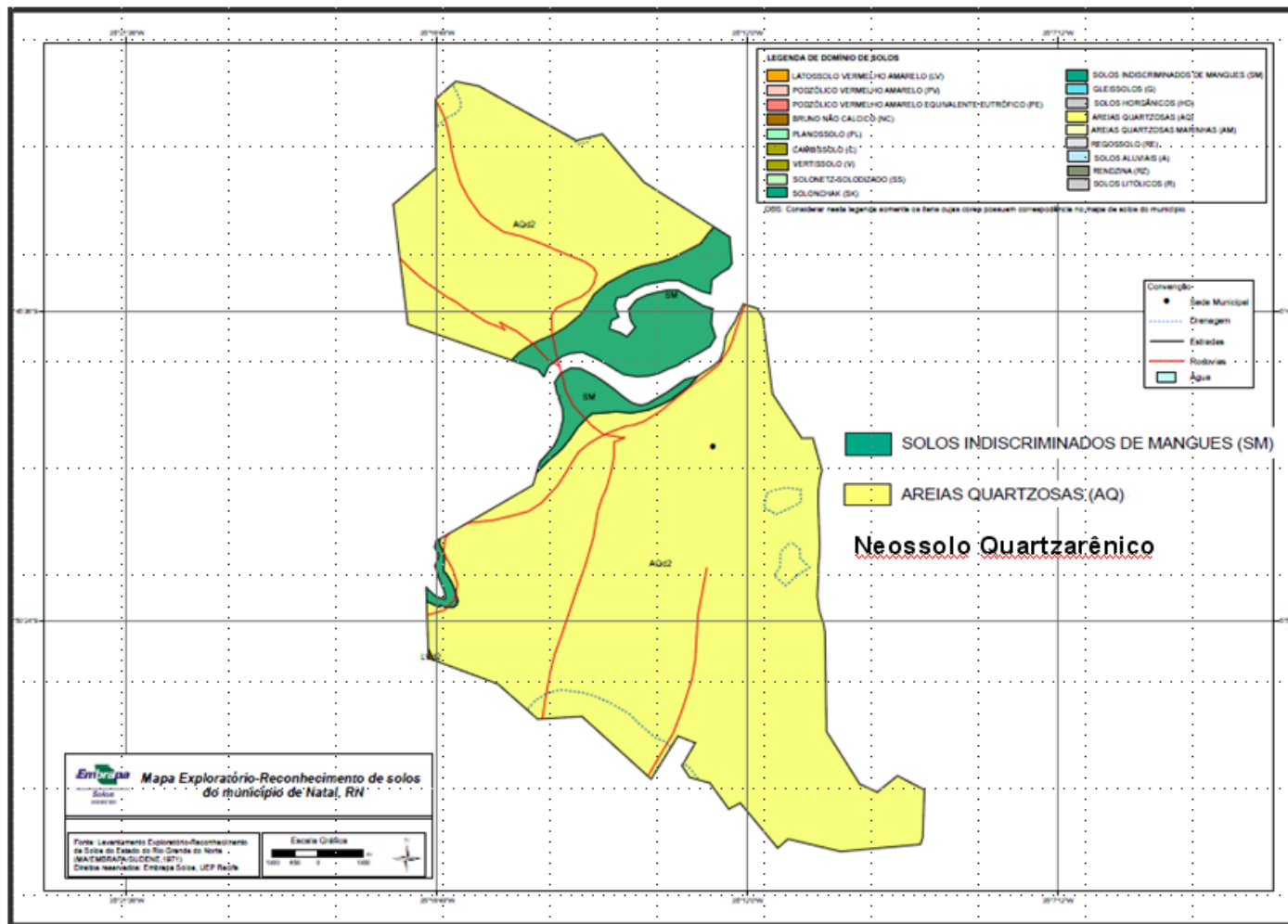
Os Argissolos Vermelho-Amarelos desenvolvidos de sedimentos do Grupo Barreiras do Terciário-Quaternário, na Zona Úmida Costeira Tabuleiros Costeiros, são solos profundos e muito profundos; apresentam sequência de horizontes A, Bt; A, BA, Bt; A, E, Bt etc., em qualquer caso comportando subdivisões destes horizontes, e não tendo sido encontrado o horizonte C dentro de 2 metros de profundidade. O horizonte superficial A varia de fraco a húmico, com possível predominância dos tipos moderado e proeminente. A textura predominante é a média/argilosa com casos raros de textura média/média e média/muito argilosa. São solos bem drenados com ocorrência, no caso em que apresentam coloração variegada, de drenagem moderada. A estrutura no horizonte A varia de fraca a moderada, pequena granular e pequena em blocos subangulares, chegando a forte pequena granular e média em blocos subangulares, quando presente o horizonte A proeminente ou húmico.

No contexto dos Tabuleiros Costeiros ocupam pequenas áreas que se destacam nos ambientes relacionadas com a floresta subcaducifólia e em termos de condições favoráveis, ocorrem em relevo plano a suave ondulado, apresentando grande profundidade efetiva e ausência de pedregosidade. Entretanto, quanto às propriedades químicas, são fortemente ácidos com variação do pH em água de 4,4 a 5,5, na superfície, e 4,1 a 5,3 em horizontes subsuperficiais, os teores de cálcio são baixos, normalmente inferiores ao seu limite de carência (1cmolc.kg-1 de solo), além da baixa relação cálcio/magnésio. Por conseguinte, apresentam baixas a muito baixas fertilidade natural podendo com corretivos e fertilizantes, aumentar, significativamente, a produtividade.

Quanto a sua distribuição nas paisagens da área estudada, com exceção dos Tabuleiros Costeiros, onde ocupam pequenas áreas, ocorre nas porções oeste do Município de Macaíba, Figura 175 - Mapa de Solos no Município de Macaíba/RN.

A seguir, as Figuras 172 a 175 mostram os mapas de Solos dos municípios de Natal, Extremoz, Amarante e Macaíba, no estado do RN.

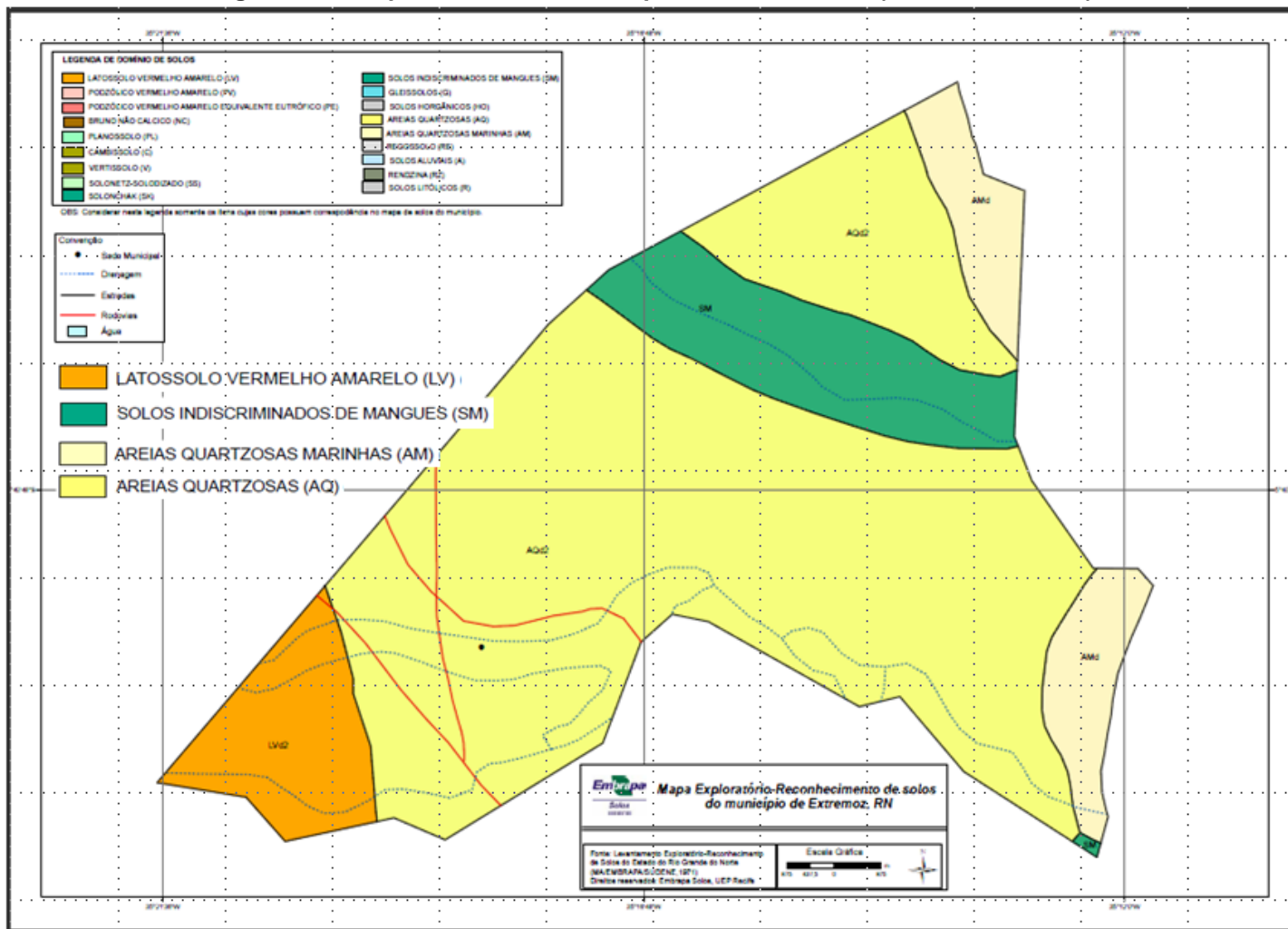
Figura 172 - Mapa de Solos no Município de Natal/RN (Escala: 1:500.000)



Fonte: EMBRAPA, (1971).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

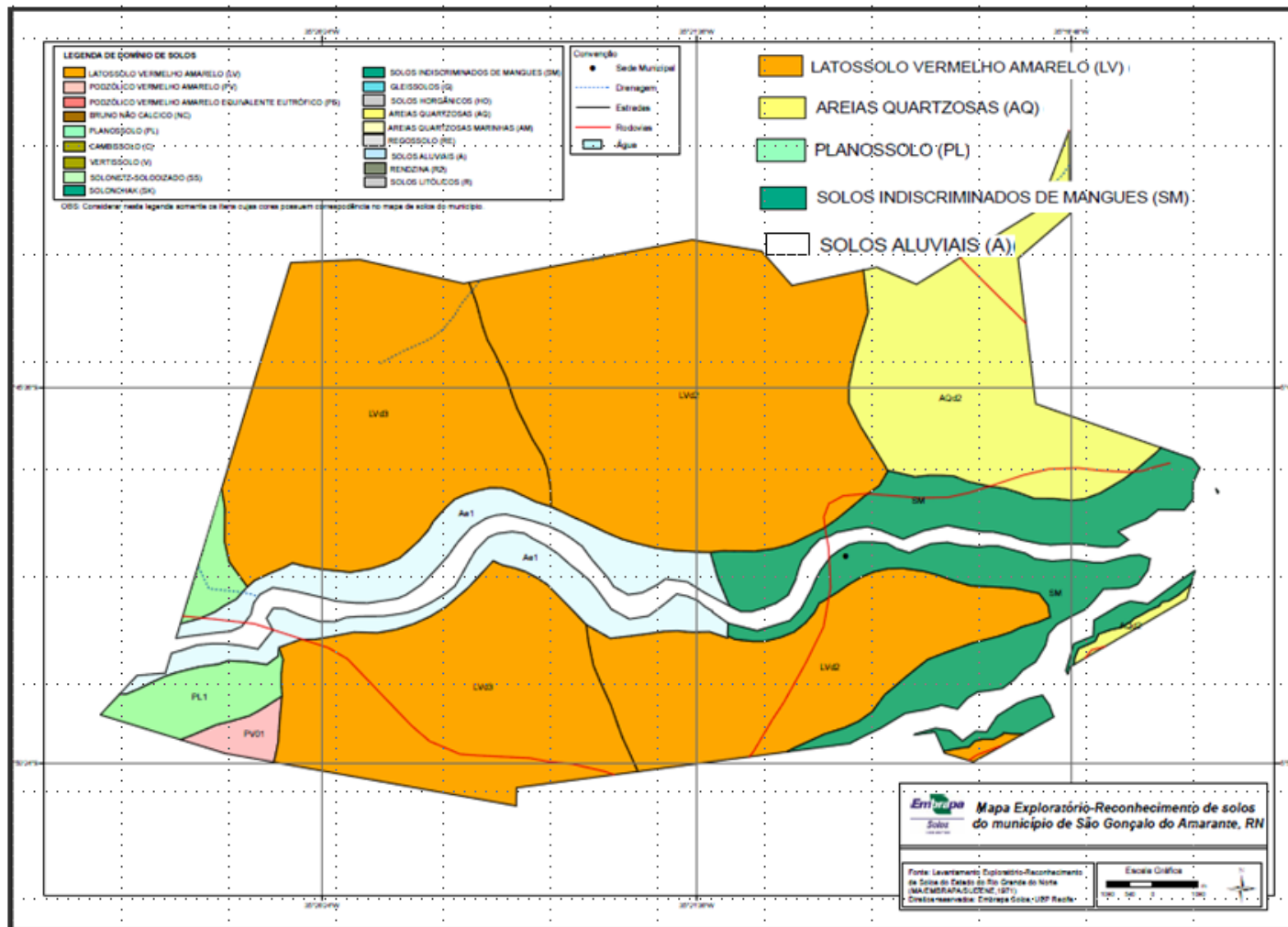
Figura 173 - Mapa de Solos no Município de Extremoz/RN (Escala: 1:500.000)



Fonte: EMBRAPA, (1971).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

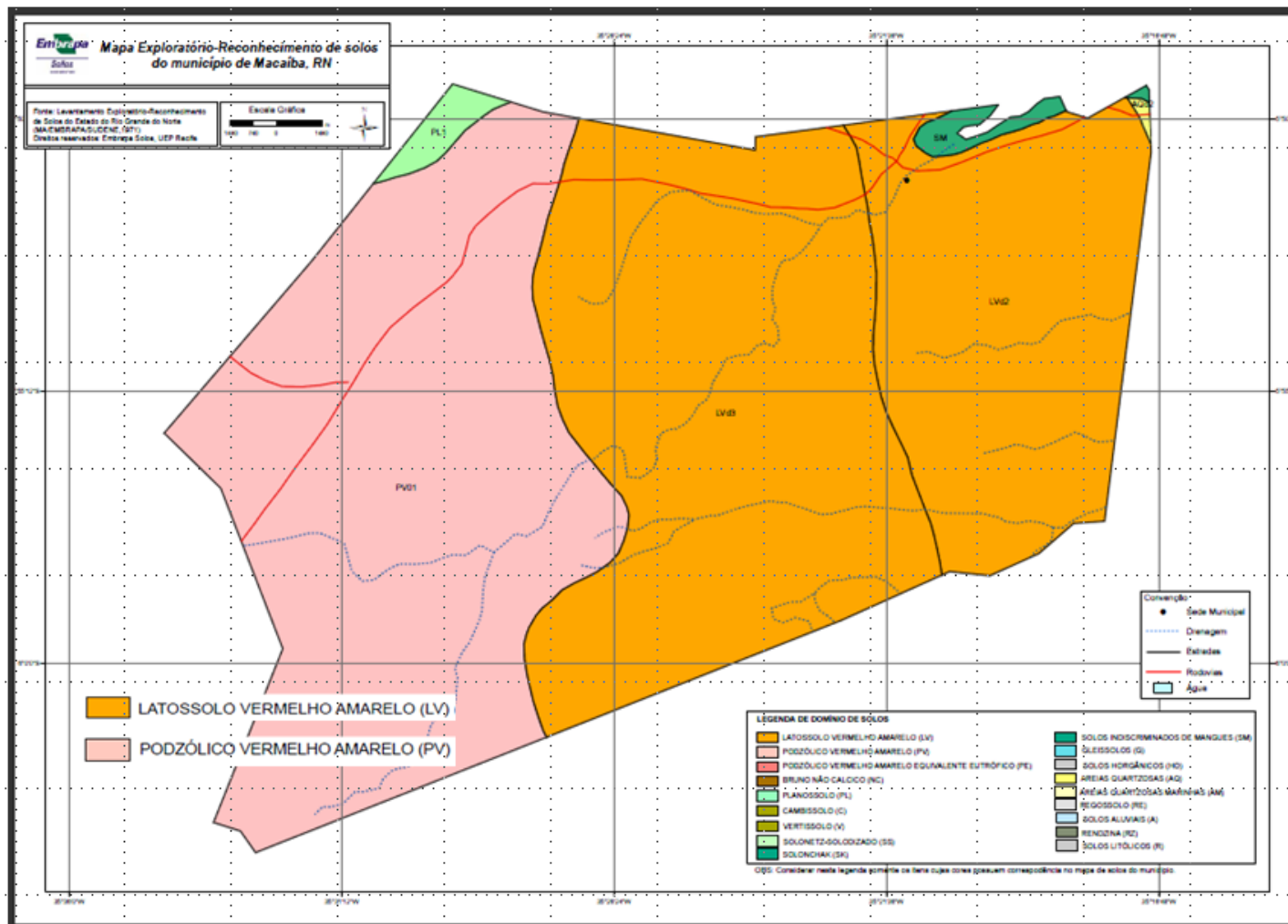
Figura 174 - Mapa de Solos no Município de São Gonçalo do Amarante/RN (Escala: 1:500.000)



Fonte: EMBRAPA, (1971).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 175 - Mapa de Solos no Município de Macaíba/RN (Escala: 1:500.000)



Fonte: EMBRAPA, (1971).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

4.1.5 Sedimentologia

4.1.5.1 Introdução

O acesso hidroviário ao Porto de Natal exige constantes processos de manutenção da profundidade do calado, através da atividade de dragagem, que está diretamente relacionada a retirada de sedimentos constituídos de partículas minerais e orgânicas depositadas ao longo do rio Potengi.

Entre as fontes de sedimentos para o estuário dos rios Potengi/Jundiaí pode-se afirmar que a ação da descarga a partir dos rios que forma aquela bacia hidrográfica é a mais importante e também a mais afetada pela ação do homem. Entre as principais atividades que aumentam a carga de sedimento do rio estão a agricultura, a mineração e a urbanização. Outra atividade humana que aumenta a razão de sedimentação nos estuários é o lançamento de fósforo, nitrogênio e outros nutrientes dissolvidos, originados pelas emissões de efluentes sanitários lançados diretamente no complexo estuarino de forma irregular e em desacordo com a legislação ambiental vigente.

Além destas fontes, a ação eólica, os processos costeiros e a distribuição das correntes litorâneas e no interior do estuário, também contribuem significativamente para a aceleração do processo de sedimentação.

De acordo com Tundisi e Tundisi (2008), próximo à costa, os sedimentos dominantes geralmente são os arenosos e no interior do estuário predominam os sedimentos finos e muitas vezes argilosos com muita matéria orgânica. Naturalmente que a contribuição dos sedimentos depende da forma de uso e ocupação da bacia hidrográfica dos rios que deságuam no estuário, sendo o uso dessa bacia e a taxa de erosão fatores importantes na deposição dos sedimentos.

A taxa de sedimentação varia de acordo com a dimensão das partículas e a velocidade das correntes. Deve-se ainda considerar que a mistura de água do mar com água doce produz a chamada floculação de partículas finas que se aderem formando agregados. Assim, muitos estuários são caracterizados pela alta concentração de material em suspensão e baixa penetração de luz. Esse material

em suspensão depende da circulação, da velocidade de sedimentação das partículas, da descarga de material pelos rios e das diferenças mecânicas entre a força da maré e a velocidade dos rios.

Devido a processos especiais de circulação, os ambientes estuarinos, representado pela Figura 81, integrante da caracterização do conteúdo sobre Recursos Hídricos, item 4.1.6, são locais privilegiados para acumulação de sedimentos. A circulação de maré é importante na formação dos canais, planícies e deltas de maré, porém é a circulação residual que determina a razão e o modelo de sedimentação de muitos estuários.

A mistura da água doce, proveniente do continente, com a água salgada do estuário produz condições dinâmicas que levam a descarga da água do rio para o mar.

Os diferentes graus e mistura das águas doces e salgada conduzem a uma sequência de tipos de circulação estuarina. A posição ocupada pelo estuário nesta sequência depende essencialmente da intensidade relativa dos fluxos das águas e da geometria do estuário. Mudanças em qualquer um desses fatores podem provocar alterações nos padrões de circulação estuarina e da sedimentação resultante.

Os estuários variam de um tipo a outro, dependendo da intensidade das relações dos fluxos e da geometria do estuário. Enquanto a parte superior de um estuário está submetida à ação da descarga fluvial, a parte inferior sofrerá a influência das marés. Isto acarretará um movimento alternativo da massa d'água que vai crescendo de montante para jusante e, inversamente, a velocidade residual para jusante irá diminuindo de montante para jusante.

A penetração de água salgada no estuário provoca uma diluição da água fluvial que cresce de montante para jusante, além de produzir uma circulação residual nos estuários parcialmente estratificados, dirigida para montante pelo fundo e para jusante, na superfície.

A mistura das águas favorece a flocculação dos sedimentos finos, tornando os estuários zonas importantes de sedimentação. Essas zonas são caracterizadas por uma concentração de material em suspensão e um déficit em oxigênio máximo, além de uma concentração elevada de poluentes e bactérias e uma fraca produção

primária. A Zona de Turbidez Máxima - ZTM, é geralmente a maior fonte de sedimentos finos em estuários e a sua localização, define a área com maior potencial de assoreamento.

Geralmente nos estuários se desenvolve um número reduzido de espécies que são adaptadas às condições variáveis do meio. Por outro lado, as zonas marginais são caracterizadas por uma importante produção primária e ao mesmo tempo podem desempenhar um papel tampão entre as fortes concentrações de poluentes e de nutrientes transitando no estuário além do papel de criadouro para numerosas espécies animais de interesse econômico.

Uma vez atingido o estuário, o sedimento é depositado temporariamente nos trechos de menor velocidade das águas, até o seu destino final de sedimentação, formando os bancos que caracterizam ambientes assoreados. Os curtos períodos de enchente ou tempestade são os agentes mais eficientes na produção de sedimentos para o estuário, enquanto a distribuição pelo ambiente, até deposição final, ocorre por processos diários.

O deslocamento de sedimentos sobre o fundo está ligado às condições hidrológicas e, notadamente, à variação de assimetria da onda de maré devido às correntes residuais e à morfologia da embocadura.

O fenômeno essencial que rege o transporte e acumulação dos sedimentos em suspensão é a convergência das correntes residuais de fundo na parte a montante da intrusão salina. Esse fenômeno provoca a retenção e a concentração de sedimentos em suspensão, constituindo a ZTM.

Contrariamente ao que se pensava há algum tempo, a floculação não é o único mecanismo responsável pela existência da ZTM, porém funciona como amplificador devido ao aumento da velocidade de sedimentação que provoca.

4.1.5.2 A correlação entre Sedimentologia e Batimetria no Rio Potengi

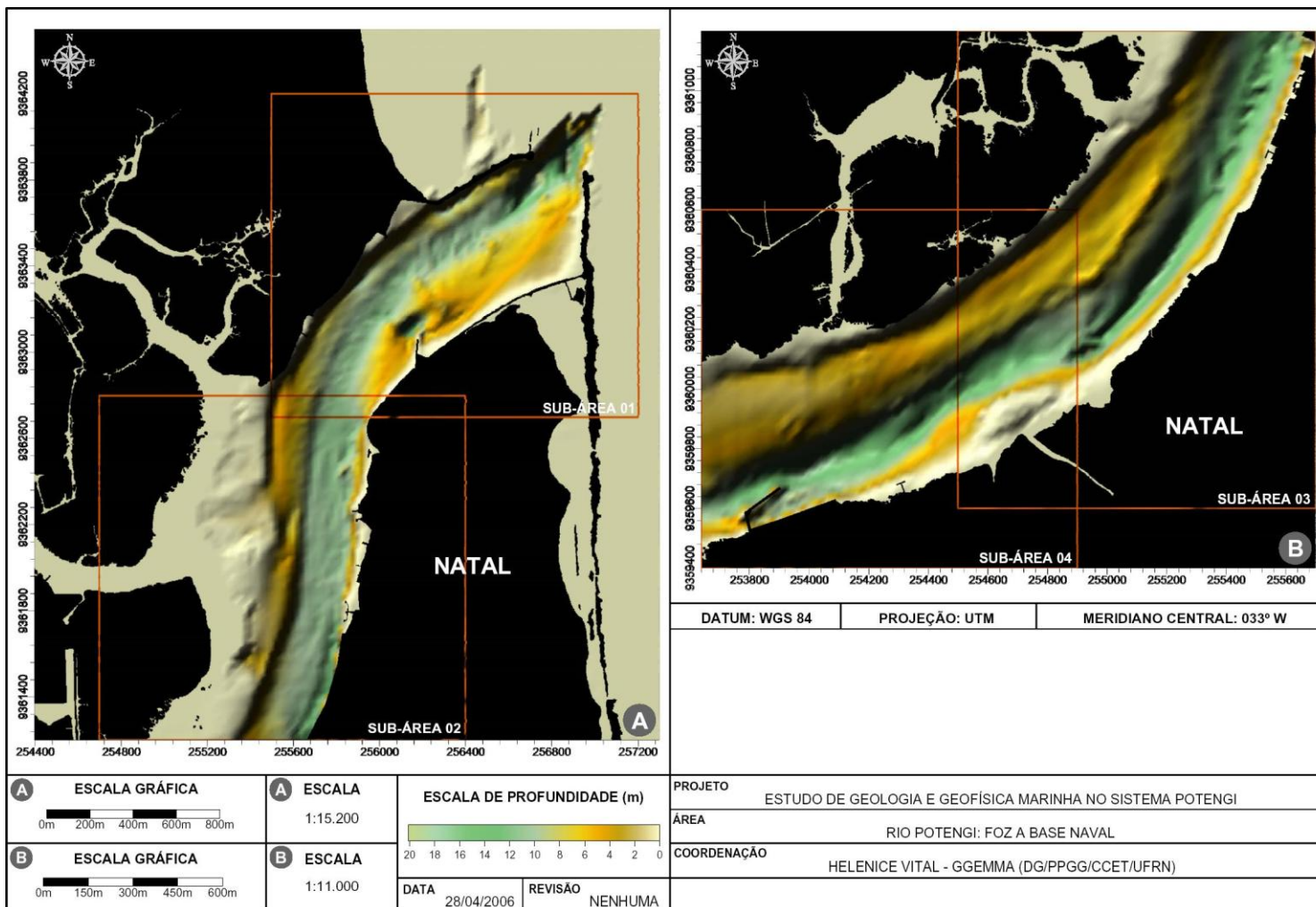
Foram realizadas interpretações a cerca da batimetria do estuário do rio Potengi, pela empresa EICOMNOR Engenharia Ltda, de acordo com o relatório

intitulado Estudo de Geologia e Geofísica Marinha no rio Potengi (VITAL, 2006), cedido pela CODER.

Conforme a Figura 176, o Mapa batimétrico do estuário dentro da área de movimentação de embarcações, as zonas de maiores profundidades se encontram junto às margens côncavas do estuário, enquanto que nas margens convexas, um avançado preenchimento sedimentar contribui para o crescimento lateral, em direção ao canal estuarino.

Este estudo permitiu concluir que o preenchimento sedimentar está relacionado às intensas correntes de maré na zona do canal principal, que remobilizam os sedimentos erodidos nas margens opostas e formam os bancos arenosos, contribuindo para o crescimento lateral. Estes bancos arenosos são geralmente capeados por sedimentos finos, resultando numa extensa superfície plana, emersa durante a baixa-mar.

Figura 176 - Mapa batimétrico do estuário dentro da área de movimentação de embarcações



Fonte: Vital, (2006).

Estes bancos arenosos ocorrem no segmento meandrante e próximo à foz do estuário Potengi, sobre o qual se desenvolve a planície de inundação colonizada por vegetação típica de manguezal e de gramíneas que caracterizam as marismas. Como de praxe, as margens são erosivas na parte côncava dos meandros, e na parte convexa dos mesmos ocorrem os depósitos de barra em pontal. Canais secundários, de dimensões bastante reduzidas em relação ao principal, são também encontrados e parecem ocorrer em resposta à atuação das correntes de marés, formando pequenos bancos longitudinais e canais conjugados. Isto é confirmado pelos seus perfis em forma de V e pelas suas associações com as saídas das gamboas onde as correntes são mais intensas, como é mostrado no bloco diagrama, próximo à confluência da gamboa do Jaguaribe com o rio Potengi, na Figura 176.

Ao longo do estuário, o comportamento morfológico se modifica caracterizando zonas distintas. A profundidade, largura e a forma dos canais mostram diferentes níveis de atuação dos mecanismos dinâmicos do ambiente.

Neste estudo, a morfologia de fundo para o estuário revelou a presença de duas zonas morfológicas distintas quanto a suas feições principais: Zona do Canal Principal e Alto Fundo do Estuário, descritas a seguir.

a) Zona do Canal Principal

O canal principal apresenta em média 170 metros de largura e profundidades entre 8 e 10 metros, constituindo-se claramente na continuação da linha de talvegue do rio Potengi que acompanha sua margem. Pequenas depressões, entre 9 e 11 metros de profundidade, marcam o fundo do canal. Estas depressões seguem continuamente o eixo do canal, mantendo-se numa distância que diminui progressivamente em direção à sua foz, estando provavelmente associadas a zonas de interferência de correntes em regime turbilhonar.

Um vale amplo, limitado por taludes abruptos junto às margens (Figura 176) pode ser observado próximo à foz (subárea 1), onde a influência marinha é mais acentuada e no banco arenoso localizado em frente a Base Naval de Natal. Em direção ao interior do estuário, a região do canal principal de navegação vai diminuindo sua largura e adquirindo formas mais estáveis, em resposta tanto a um maior aporte sedimentar proveniente dos rios Jundiá e Potengi, quanto à menor influência das correntes de maré (subáreas 3 e 4).

b) Alto Fundo Estuarino

Esta zona contorna toda a margem do rio Potengi, e pode ser definida a partir das isóbatas menores que 4m. Desta forma, os altos fundos ao longo do estuário são caracterizados pelos bancos arenosos e planícies lamosas. Quatro bancos arenosos principais destacam-se nesta zona. O primeiro banco ocorre na margem direita próximo à foz do rio Potengi, denominado de Banco das Velhas, com aproximadamente 526m de comprimento e 180m de largura (Figura 176), apresentando um declive suave em direção ao canal principal de navegação.

Próximo à foz do rio Potengi na margem direita (subárea 1) também ocorre à deposição de sedimentos formando um banco arenoso próximo ao espigão do 17º G.A.C. Atualmente, este espigão está provocando a acumulação de sedimentos devido as forças turbilhonares, formando o Banco do 17º G.A.C. Analisando-se os dados de direções e intensidades das correntes medidos em 2002 por Frazão (2003), observamos que o vórtice gerado pelo espigão forma uma depressão fazendo com que os sedimentos oriundos do mar e remobilizados da praia da Redinha migrem em direção ao canal principal.

De acordo com Frazão (2003) este vórtice gera uma depressão de aproximadamente 15 metros. Estudos de correntes realizados anteriormente neste local pelo autor citado acima permite deduzir que esta depressão foi escavada pelas intensas correntes de maré, principalmente de vazante, que quando encontram o anteparo artificial geram um fluxo turbulento, formando um vórtice por detrás. O surgimento deste escoamento turbulento depende da velocidade da corrente, densidade da água e do tamanho do obstáculo.

Este vórtice apresenta movimentos circulares no sentido horário, provocando a escavação da depressão em decorrência do aumento da pressão atrás do espigão e ao mesmo tempo, a redução drástica da pressão de arraste, proporcionando a remobilização de material arenoso e deposição ao redor da depressão (Figura 176). O Banco Jaguaribe, situado na sub-área 02, encontra-se na margem esquerda do estuário, na confluência da Gamboa Jaguaribe com o rio Potengi, em frente ao Porto de Natal.

Apresenta aproximadamente 800m de comprimento e 300m de largura. No bloco diagrama é possível observar a migração do banco arenoso em direção ao canal principal, reduzindo a largura do canal principal de navegação nesta região para 100m de largura.

Nas sub-áreas 03 e 04 encontra-se o Canal do Baldo, localizado na margem direita do rio Potengi. A partir do Canal do Baldo, são lançados no rio Potengi dejetos “in natura”. Os dejetos acumulam-se na saída deste canal, provocando o assoreamento do canal principal de navegação. Na margem esquerda, em frente ao canal, ocorre sedimentação natural, sendo esta a continuação do Banco da Base. Desta forma, a intensa contribuição de material sólido proveniente dos dejetos do esgoto da Cidade de Natal e do assoreamento provocado pela obra de urbanização da comunidade Passo da Pátria, localizada na margem direita, associada à sedimentação natural na margem esquerda, tende a assorear e preencher a zona do canal principal.

O último e maior banco arenoso observado acompanha a margem esquerda do estuário localizado em frente à Base Naval, denominado por Frazão (2003) de Banco da Base.

Apresenta cerca de 2 km de comprimento por 350m de largura, com forma semicircular, localizado no segmento meandrante do estuário. A formação do banco, provavelmente, é consequência da diminuição da energia das correntes de maré. Análise granulométrica realizada neste banco por Frazão (2003) indica que o mesmo é capeado por sedimentos arenosos.

4.1.5.3 Registro de elementos poluentes

Por ser considerado o compartimento mais significativo na concentração de metais ou na acumulação de espécies poluentes no ambiente aquático, são bastante utilizados como material de amostragem em estudos ambientais. Não só pela sua capacidade de acumular elementos-traços, mas também por serem transportadores e possíveis fontes de contaminação. Dependendo da sua composição química e características de adsorção, podem ter elevada capacidade de acumulação de

contaminantes. Em ambiente aquático menos de 0,1% dos contaminantes estão dissolvidos em água e 99,9 % são armazenados nos sedimentos e solos (SALOMONS, 1998).

Em estuário onde ocorrem manguezais, há uma alta concentração de Matéria Orgânica Dissolvida - MOD e Matéria Orgânica Particulada - MOP com substâncias húmicas que formam complexas moléculas. Essas substâncias húmicas e o material em decomposição produzem uma coloração típica nos estuários.

A agregação de elementos poluentes pelos sedimentos varia com a sua granulometria. Partículas menores possuem maior capacidade de retenção de poluentes (maior área superficial).

Uma vez ocorrida a incorporação de um poluente ao sedimento e na ocorrência de variações nas características físicas e químicas do meio como o pH, salinidade, conteúdo de quelantes orgânicos, entre outras, poderá haver a liberação do elemento contaminante do sedimento para a fase aquosa. Portanto, mudanças nas condições ambientais, podem transformar os sedimentos em fontes de contaminação. Além disso, já foi comprovado que para comunidade bentônica, além da coluna d' água, há diferentes vias de exposição aos contaminantes, como ingestão dos sedimentos e também o contato direto.

Análises de metais pesados em sedimentos estuarinos têm sido utilizadas para um melhor entendimento das cargas críticas e grau de toxicidade desses metais em função das influências antrópicas com a poluição das águas, principalmente relacionados aos efluentes domésticos, industriais, cargas difusas e agrícolas.

Na busca da identificação da distribuição dos metais pesados Cr, Cd, Hg, Cu, Zn, Ni e Pb nos sedimentos de fundo, bem como, a sua granulometria ao longo do canal de acesso ao Porto de Natal e no local de deposição final do material dragado, no oceano Atlântico, a cerca de 6 km da foz do estuário Potengi/Jundiaí, a empresa VERITAS - Engenharia Ambiental, realizou coleta das amostras antes e durante os trabalhos de dragagem sob a responsabilidade da CODERN, de modo a se ter uma avaliação ambiental dos efeitos dessa atividade, cujo objetivo principal foi o de

monitorar a qualidade dos sedimentos superficiais e em profundidade do canal de acesso ao Porto de Natal no estuário Potengi/Jundiaí, visando o gerenciamento das atividades de dragagem e disposição do material dragado. Os resultados dessa análise foram comparados com alguns trabalhos levados a efeito por pesquisadores na área.

4.1.5.4 Material e métodos

Os dados aqui apresentados estão contidos no Relatório Final - Execução dos Planos Básicos Ambientais - PBA's elaborado pela empresa VERITAS - Engenharia Ambiental para a CODERN referente à execução dos programas de acompanhamento desenvolvidos antes e durante as atividades de dragagem do Canal de Acesso ao Porto de Natal no Estuário Pontegi/Jundiaí, entre junho de 2010 e maio de 2011, incluindo 4 campanhas de análise de água, sedimento e biota aquática, onde os pontos de amostragens foram pré-determinados, observando a maré de enchente e a maré de vazante.

Os pontos de coleta de amostras são descritos na Tabela 41, e podem ser observados na figura 177, na sequência.

Tabela 41 - Pontos de Coleta de amostras

Pontos	Descrição	WGS 1984 - Zona: 25S	
		UTM x	UTM y
P 1	Desembocadura do Rio Potengi	256953	9364154
P 2	late Clube	255777	9362321
P 3	Porto de Natal	255712	9361306
P4	Bota Fora - Mar aberto - 6 km da costa	260721	9363503

Fonte: VERITAS (2011).

Figura 177 - Imagem da localização dos Pontos de Coletas das Amostras de Controle



Fonte: *Google Earth* (2009 apud VERITAS - 2011).

Os Programas de Acompanhamento Ambiental constam do Índice de Qualidade de Água - IQA, das análises de água dos parâmetros físicoquímicos, biológicos (plâncton-fito e zoo, ictiofauna - fauna de peixes, comunidade zoobentônica), microbiológico (coliformes termotolerantes). Foram realizados ensaios ecotoxicológicos com os organismos: Anfípoda (*Leptocheirus plumulosus*) e o misidáceo (*Mysidopsis juniae*). Além das análises de sedimento com os estudos da granulometria e metais pesados, sob a ótica tanto da Resolução CONAMA nº 344/2004 como a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os sedimentos foram coletados utilizando-se a draga de Petersen lançada a partir de um barco até o fundo para a coleta do material nos mesmos pontos onde foram coletadas as amostras de água. A quantidade de material obtido variou conforme a textura do sedimento e assim, quanto menor a granulometria o sedimento maior a quantidade de material coletado.

No Ponto P4 (Bota-fora) houve a necessidade da utilização de mergulhadores para coleta dos sedimentos em duas campanhas, pois as condições adversas do mar inviabilizaram a utilização da draga.

O enquadramento legal das atividades de dragagem tem um papel fundamental como norteador do processo de avaliação do material dragado e da seleção de alternativas de disposição. No Brasil, vigora a Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004 a qual estabelece diretrizes gerais para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, visando o gerenciamento de sua disposição, seguindo os preceitos da Convenção de Londres de 1972 e suas emendas. Trata-se do principal instrumento para orientar a avaliação de qualidade (físico-química e ecotoxicológica) dos sedimentos a serem dragados e subsidiar a tomada de decisão quanto à sua disposição. Os critérios de qualidade fundamentam-se na comparação dos resultados da caracterização química do material a ser dragado com o Nível 1 (limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota) e Nível 2 (limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota), a fim de orientar o gerenciamento da atividade no procedimento de licenciamento ambiental.

Os parâmetros analisados foram metais pesados (Cr, Cd, Hg, Cu, Zn, Ni e Pb) utilizando-se as metodologias - Resolução Mixta (H_2SO_4) + HCl, e a granulometria, utilizando-se o Método do Densímetro (Método Oficial da EMBRAPA), respectivamente. As análises foram executadas nos laboratórios da Empresa de Pesquisas Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte - EMPARN, exceto para o ensaio mercúrio que foi realizado na Bioagri Ambiental - Piracicaba - SP. Os laudos emitidos pelos citados laboratórios encontram-se nos arquivos da Aquanalous Laboratório.

4.1.5.5 Resultados

- a) Análise dos sedimentos - Metais Pesados, segundo a Resolução CONAMA nº 344/2004 e granulometria, segundo EMBRAPA

A Resolução CONAMA nº 344/04, estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras.

1ª Campanha (Amostras coletadas antes da dragagem, em 30/12/2009)

Na 1ª Campanha foram coletadas amostras de sedimentos em todos os quatro pontos predeterminados para o monitoramento ambiental das atividades de dragagem que, após devidamente processados e analisados, mostraram os resultados para metais pesados e granulometria representados nas Tabelas 42 a 44 e para uma melhor visualização e comparação nos Gráficos 58 a 60.

Tabela 42 - Resultados da Análise de Sedimento (Metais Pesados e Granulometria) das amostras dos pontos P1-Foz, P2-late Clube, P3-Porto de Natal e P4-Bota-Fora.

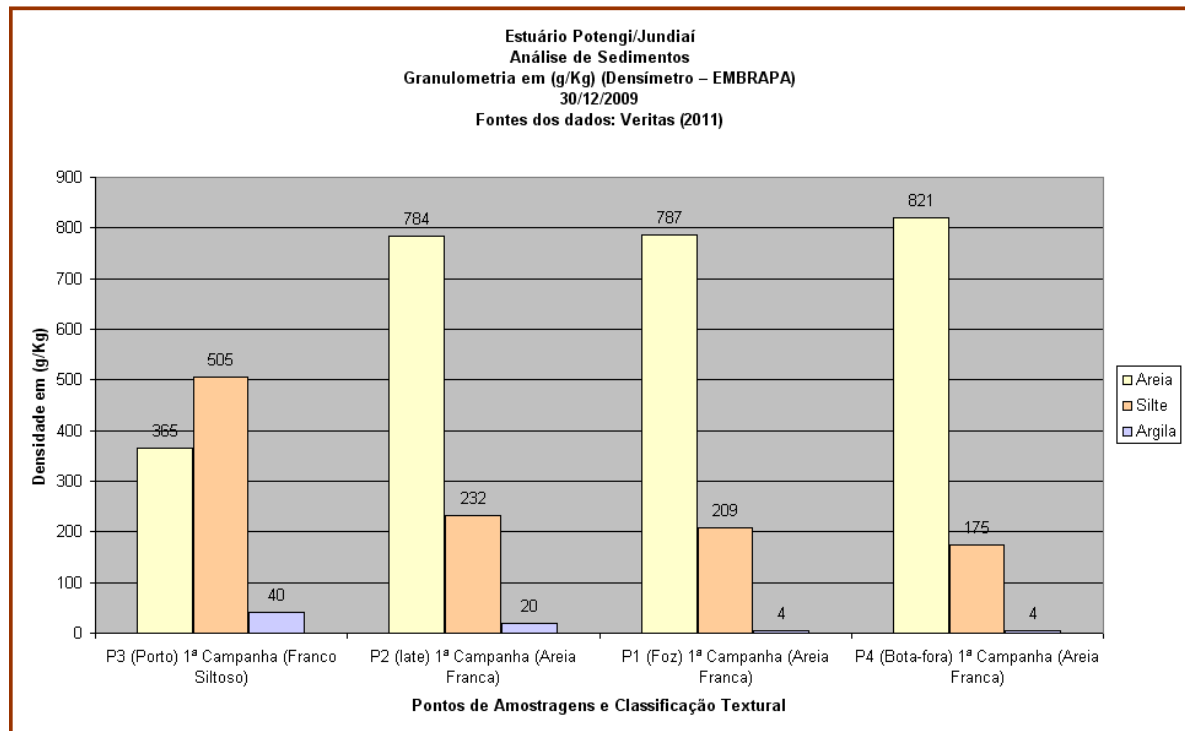
ANÁLISE DE SEDIMENTO - Lab de Análise de Solo, Água e Planta (EMPARN) CERTIFICADO Nº 1323 a 1326/2010						
Nº da amostra:1323 1 1326			Origem:Estuário do Rio Potengi			
Data da Entrada: 30/12/2009			Data da Entrega:20/01/2010			
Município:Natal-RN			Coleta: Aquanálise Laboratório			
Solicitante:Empresa Veritas			Obra:Dragagem do Porto de Natal-RN			
Coordenadas Geográficas UTM: P1(256953W - 9364154N); P2(255777W-9362321N); P3(255712W-9361306N); P4(260721W-9363503N)						
RESULTADOS						
TIPO DA AMOSTRA:SEDIMENTO						
PARÂMETROS	LMT ⁽¹⁾	TÉCNICA EMPREGADA	P1	P2	P3	P4
			11:22Hs	10:44Hs	10:15Hs	12:30Hs
METAIS PESADOS						
Cromo total, mg.kg ⁻¹	81 ²	Solução Mixta (H ₂ SO ₄) + HCl	0,50	0,60	0,50	0,50
Cádmio, mg.kg ⁻¹	1,2 ²	Solução Mixta (H ₂ SO ₄) + HCl	0,10	0,10	0,20	0,10
Mercurio ⁽²⁾ , mg/kg	0,15 ²	EN 140 ESP	<0,075	<0,075	0,093	<0,075
Cobre, mg.kg ⁻¹	34 ²	Solução Mixta (H ₂ SO ₄) + HCl	0,69	1,19	0,44	0,49
Zinco, mg.kg ⁻¹	150 ²	Solução Mixta (H ₂ SO ₄) + HCl	1,85	3,61	0,97	1,42
Níquel, mg.Kg ⁻¹	20,9 ²	Solução Mixta (H ₂ SO ₄) + HCl	0,50	0,70	0,80	0,50
Chumbo, mg.Kg ⁻¹	46,7 ²	Solução Mixta (H ₂ SO ₄) + HCl	0,10	0,15	0,10	0,10
GRANULOMETRIA						
Areia (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	787	784	365	821
Argila (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	4	20	40	4
Silte (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	209	232	595	175
Classificação Textural			Areia franca	Areia franca	Franco Siltoso	Areia franca

(¹) De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 344, de 25 de março de 2004.
(²) O ensaio mercúrio foi realizado no CETIND - Centro de Tecnologia Industrial Pedro Ribeiro(Certidão N°2233/09-1)

Fonte: VERITAS (2011).

O Gráfico 58, a seguir, mostra os resultados da Granulometria em termos de peso (g/kg) das amostras dos pontos P3-Porto de Natal, P2-late Clube, P1-Foz e P4-Bota-Fora, mostrando o predomínio crescente da areia do Porto ao Bota-fora, o que vem confirmar o que já foi observado por vários pesquisadores, como Frazão, 2003, por exemplo.

Gráfico 58 - Resultados da Análise de Sedimento (Granulometria das amostras nos pontos P3- Porto de Natal, P2-late Clube, P1-Foz e P4-Bota-Fora



Fonte: VERITAS, (2011).

Em termos de percentagens, podemos observar os seguintes valores para a primeira campanha de amostragens. Mostrando claramente o predomínio arenoso da área estudada.

Tabela 43 - Resultados analíticos da granulometria (EMBRAPA) das amostras de sedimento da área em percentagens

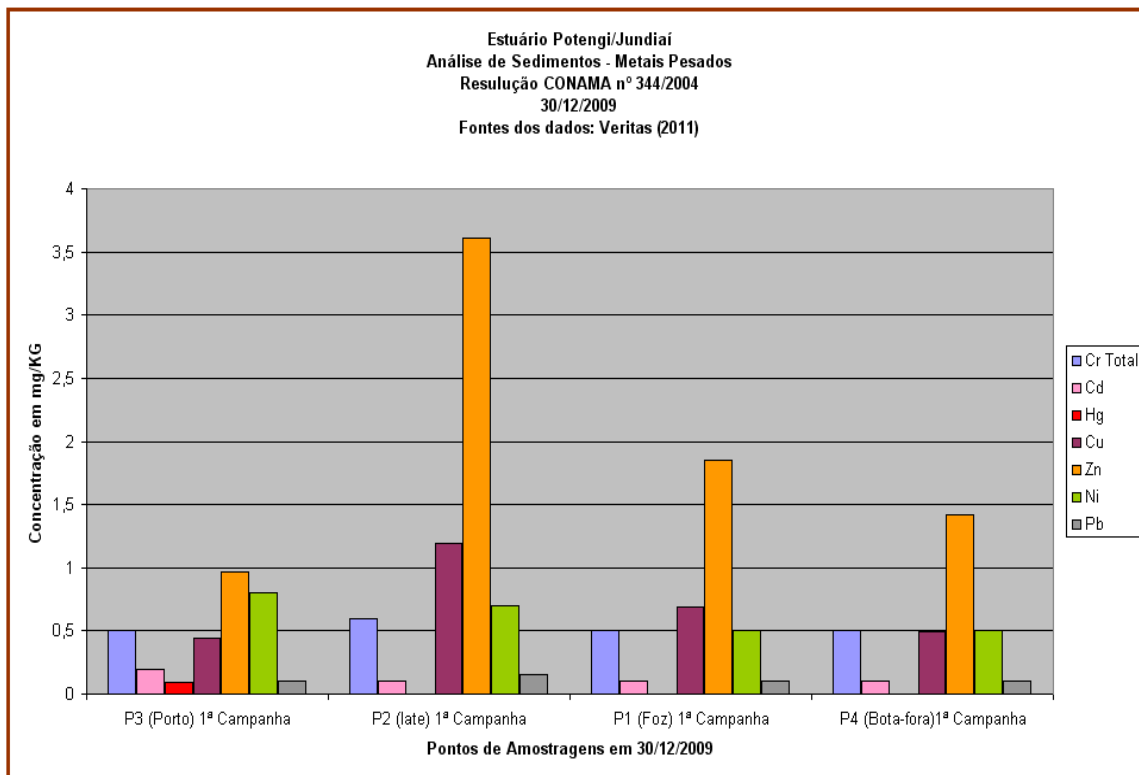
Pontos	Areia	Silte	Argila	Classe
P3 (Porto)	40%	56%	4%	Franco Siltoso
P2 (late)	76%	22%	2%	Areia Franca
P1 (Foz)	79%	21%	0%	Areia Franca
P4 (Bota-fora)	82%	18%	0%	Areia Franca

Fonte: VERITAS (2011).

Quanto às medições físico-químicas realizadas in situ nas amostras de sedimento, foram observados valores de pH entre 6,2 e 8,1, evidenciando um sedimento com características redutoras, próprio de locais com baixas concentrações de oxigênio.

No Gráfico 59 temos os resultados da análise para metais pesados (Cr, Cd, Hg, Cu, Zn, Ni e Pb) das amostras coletadas antes das atividades de dragagem e derrocagem do Canal de Acesso ao Porto de Natal nos pontos P3-Porto de Natal, P2-late Clube, P1-Foz e P4-Bota-Fora.

Gráfico 59 - Resultados da Análise de Sedimento (Metais Pesados das amostras dos pontos P3-Porto de Natal, P2-late Clube, P1-Foz e P4-Bota-Fora)



Fonte: VERITAS, (2011).

Comparativamente aos outros pontos, destaca-se o ponto P2, nas proximidades do late Clube, onde, em função da proximidade dos tanques de armazenamento da PETROBRAS e do trânsito de navios e embarcações de todo porte pode contribuir para a maior concentração de metais pesados nessa área. Os

metais pesados Cromo Total, Cádmio, Mercúrio, Cobre, Zinco, Níquel e Chumbo foram quantificados em níveis muito inferiores aos valores orientadores da Resolução CONAMA 344/04.

Tabela 44 - Resultados analíticos das amostras de metais pesados

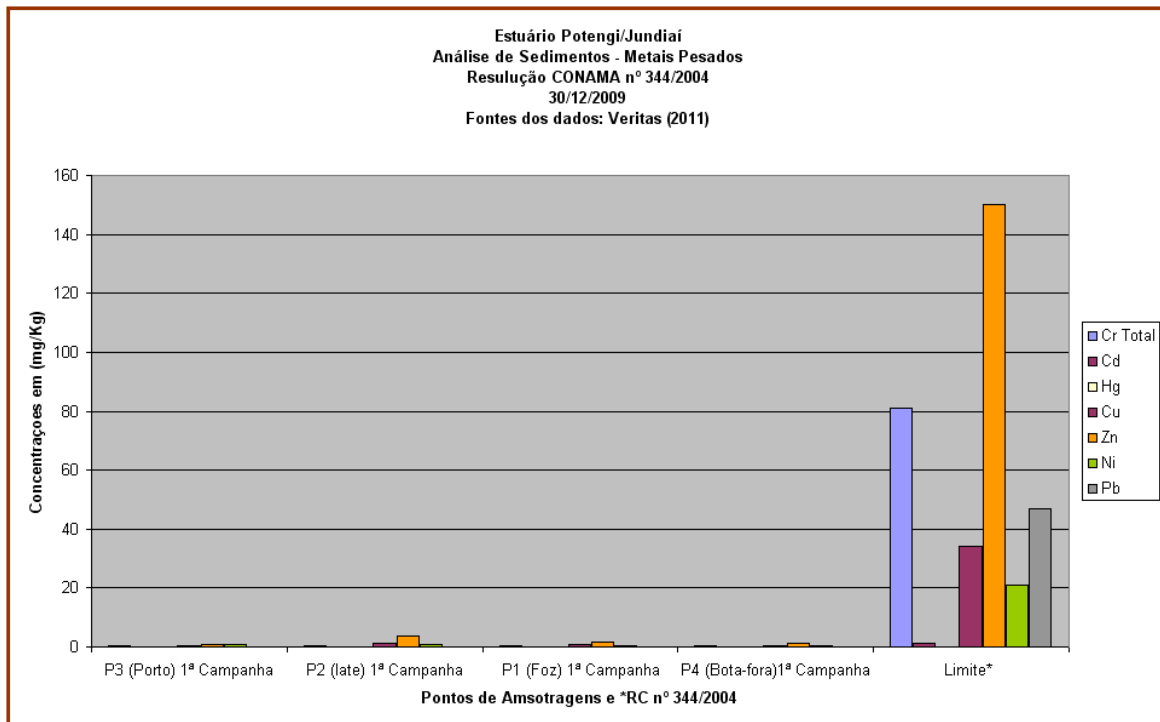
Parâmetros	Símbolo	Unit	P3	P2	P1	P4	CONAMA nº 344/2004 Água Salina-Salobra	
							Nível 1* (**)	Nível 2***
Cromo Total	Cr	mg/Kg	0,50	0,60	0,50	0,50	81	370
Cádmio	Cd	mg/Kg	0,20	0,10	0,10	0,10	1,2	9,6
Mercúrio	Hg	mg/Kg	0,093	<0,075	<0,075	<0,075	0,15	0,71
Cobre	Cu	mg/Kg	0,44	1,19	0,69	0,49	34	270
Zinco	Zn	mg/Kg	0,97	3,61	1,85	1,42	150	410
Níquel	Ni	mg/Kg	0,80	0,70	0,50	0,50	20,9	51,6
Chumbo	Pb	mg/Kg	0,10	0,15	0,10	0,10	46,7	218

* Concentração abaixo do Nível 1 - TEL "Threshold Effect Level" - não tóxica para os organismos;

** Concentração excede valor de referência para Nível 1 - TEL, podendo ocorrer efeitos aos organismos (não tóxico a subletal);

*** Concentração excede valor de referência para Nível 2 - PEL "Probable Effect Level", concentração acima da qual frequentemente é esperado efeito para a biota (toxicidade aguda).

Gráfico 60 - Comparação dos resultados (Metais Pesados) das amostras dos 4 pontos com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 344/2004 (nível 1)



Fonte: VERITAS, (2011).

2ª Campanha (Amostras coletadas no início da dragagem, em 08/07/2010)

Na 2ª Campanha foram coletadas amostras de sedimentos apenas nos pontos P1 (Foz) e no P4 (Bota-fora), vez que as atividades de dragagem iniciaram no P1. As amostras de sedimentos devidamente processadas e analisadas, mostraram os resultados para metais pesados e granulometria representados nas Tabelas 45 a 48 e para uma melhor visualização e comparação nos gráficos 61 e 62.

Tabela 45 - Resultados da Análise de Sedimento (Metais Pesados e Granulometria) das amostras do ponto P1-Foz

ANÁLISE DE SEDIMENTO CERTIFICADO Nº 0996/2010			
N da amostra:0996	Origem: P1 - Desembocadura do Rio Potengi	Coordenada Geográfica: 5° 46' 07,80" S e 35° 11' 17,10" O	
Data da Entrada: 08/07/2010	Coleta: Aquanaleo Laboratório		
Município:Natal-RN	Hora da coleta:09:30	Solicitante:Veritas	
Obra:DRAGAGEM DO PORTO DE NATAL			
RESULTADOS			
TIPO DA AMOSTRA:SEDIMENTO			
PARÂMETROS	LMT ⁽¹⁾	METODOLOGIA	P1
Cromo total, mg/kg de Cr	81 ²	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	1,40
Cádmio, mg/kg de Cd	1,2 ²	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,20
Mercurio, mg/kg de Hg	0,15 ²	EPA 7470 E EPA 7471 A	<0,024
Cobre, mg/kg de Cu	34 ²	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,58
Chumbo, mg/kg de Pb	46,7 ²	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	2,10
Níquel, mg/kg de Ni	20,9 ²	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,60
Zinco,mg/kg de Zn	150 ²	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	2,15
GRANULOMETRIA			
Areia (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	975
Argila (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	20
Silte (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	5
Classificação Textural			AREIA
(1) - De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 344, de 25 de março de 2004.			
(ND) - Valores não determinados pela lei vigente			

Fonte: VERITAS, (2011).

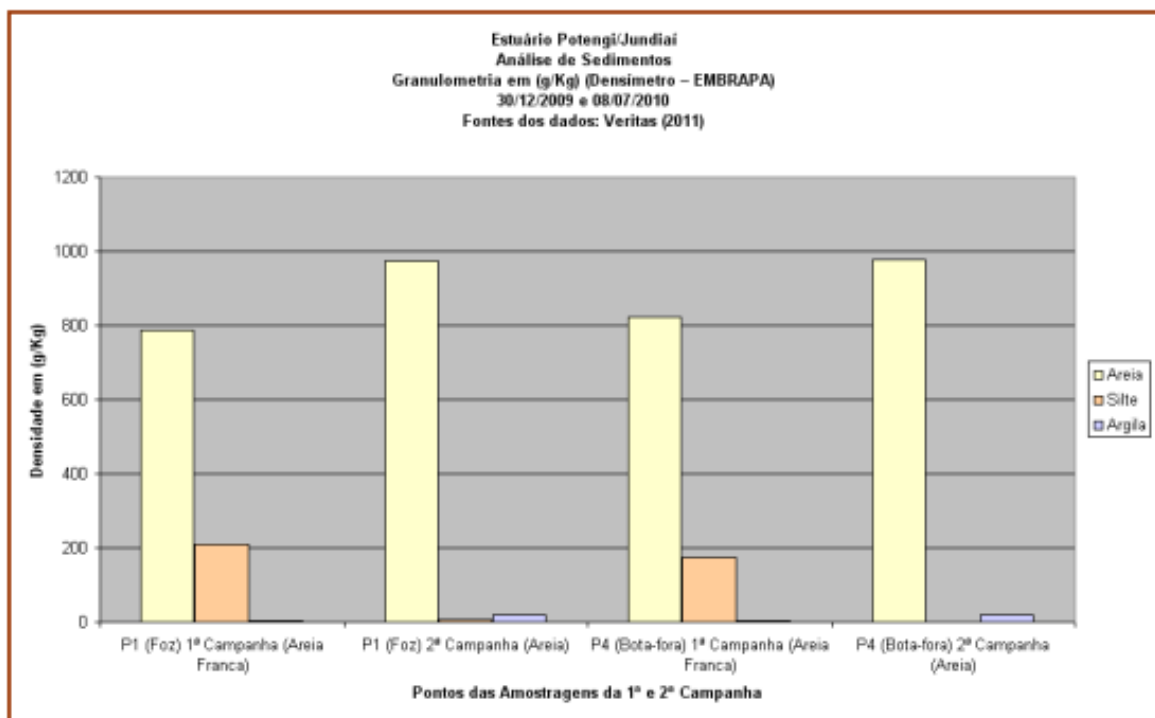
Tabela 46 - Resultados da Análise de Sedimento (Metais Pesados e Granulometria) das amostras do ponto P4-Bota-Fora

ANÁLISE DE SEDIMENTO			
CERTIFICADO Nº 0997/2010			
N da amostra:0997	Origem:P4 - Bota Fora - Maré Eacheute	Coordenada Geografica:8° 44' 49,41" S e 38° 11' 30,89" O	
Data da Entrada: 08/07/2010	Coleta: Aqunaulou: Laboratório		
Município:Natal-RN	Hora da coleta:10:42	Solicitante:Veritas	
Obra: DRAGAGEM DO PORTO DE NATAL			
RESULTADOS			
TIPO DA AMOSTRA:SEDIMENTO			
PARÂMETROS	LMT ⁽¹⁾	METODOLOGIA	P4
Cromo total, mg/kg de Cr	81 ²	(JCP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	1,00
Cádmio, mg/kg de Cd	1,2 ²	(JCP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,20
Mercurio, mg/kg de Hg	0,15 ²	EPA 7470 E EPA 7471 A	<0,024
Cobre, mg/kg de Cu	34 ²	(JCP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,25
Chumbo, mg/kg de Pb	46,7 ²	(JCP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	1,93
Niquel, mg/kg de Ni	20,9 ²	(JCP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,70
Zinco,mg/kg de Zn	150 ²	(JCP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	2,30
Areia (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	979
Argila (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	20
Silte (g.kg ⁻¹)	-	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	01
Classificação Textural			AREIA
(1) - De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 344, de 25 de março de 2004.			
(ND) - Valores não determinados pela lei vigente			

Fonte: VERITAS, (2011).

O Gráfico 61 mostra os resultados da Granulometria em termos de peso (g/kg) das amostras dos pontos P1-Foz e P4-Bota-Fora, comparando os resultados obtidos na 1ª e 2ª Campanha, respectivamente. Os resultados mostram o predomínio quase absoluto da areia sobre a areia franca da 1ª campanha nos dois pontos.

Gráfico 61 - Resultados da Análise de Sedimento (Granulometria das amostras dos pontos P1-Foz e P4-Bota-Fora, na 1ª e 2ª campanha de amostragens



Fonte: VERITAS, (2011).

Em termos de porcentagens, podemos observar os seguintes valores para a primeira campanha de amostragens. Mostrando o incremento da quantidade da areia de 79-82% para 97-98 %, a diminuição de silte de 21-18% para 1-0% e o aparecimento de argila em 2%, nos dois pontos amostrados P1 e P4, respectivamente. Implicando o efeito da remobilização recentes dos sedimentos por meio mecânico e não tendo ainda tempo para a depuração dos mesmos pelos movimentos das ondas que certamente voltarão às porcentagens anteriores.

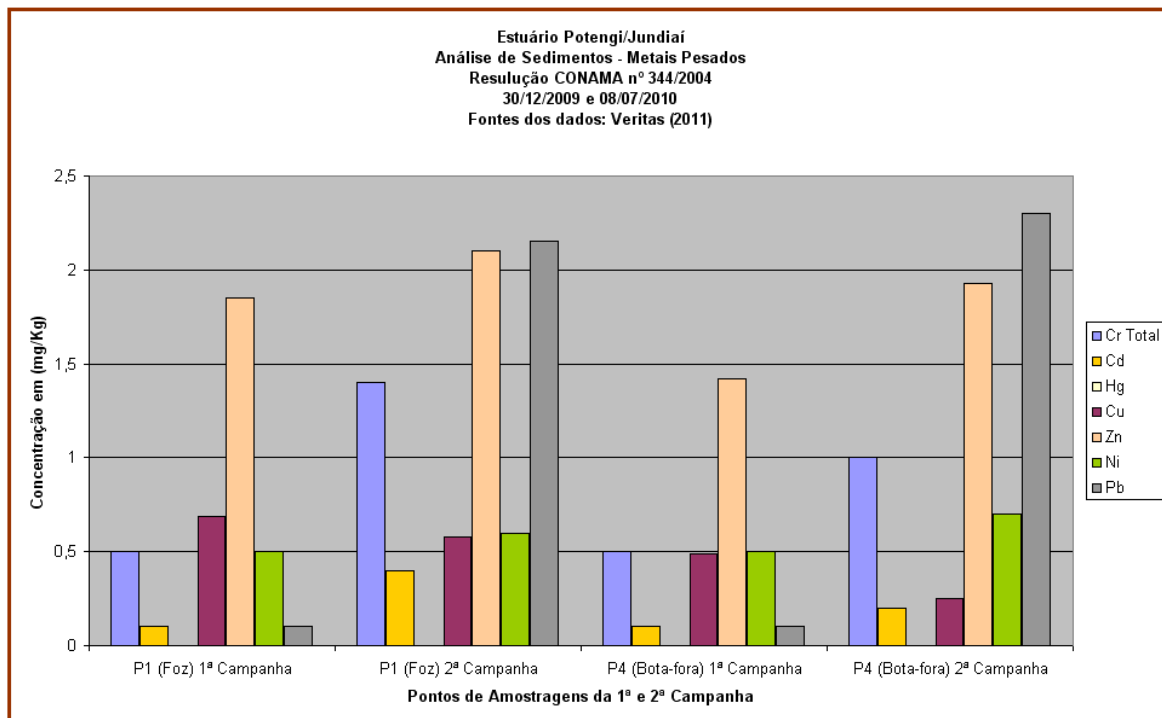
Tabela 47 - Resultados analíticos da granulometria (EMBRAPA) das amostras de sedimento da área em percentagens

Pontos	Areia	Silte	Argila	Classe	Campanha
P1 (Foz)	79%	21%	0%	Areia Franca	1 ^a
P1 (Foz)	97%	1%	2%	Areia	2 ^a
P4 (Bota-fora)	82%	18%	0%	Areia Franca	1 ^a
P4 (Bota-fora)	98%	0%	2%	Areia	2 ^a

Fonte: VERITAS (2011).

O Gráfico 62 apresenta os resultados da análise para metais pesados (Cr, Cd, Hg, Cu, Zn, Ni e Pb) das amostras coletadas nos Pontos P1 e P4, antes (1^a campanha) e no início das atividades (2^a campanha) de dragagem e derrocagem do Canal de Acesso ao Porto de Natal. Comparativamente, destaque-se o incremento da concentração de alguns metais, especificamente os de Cr, Zn e Pb.

Gráfico 62 - Resultados da Análise de Sedimento (Metais Pesados das amostras dos pontos P1-Foz e P4-Bota-Fora, na 1^a e 2^a campanha de amostragens



Fonte: VERITAS, (2011).

A Tabela 48 mostra os resultados analíticos dos metais pesados e comparando com os valores limitadores da Resolução CONAMA nº 344/2004 observa-se que esses valores estão muito abaixo da concentração de excedência de ambos os níveis Threshold Effect Level - TEL e Probable Effect Level - PEL que possam causar efeitos deletérios para os organismos que colonizam esses ambientes.

Tabela 48 - Resultados analíticos das amostras de metais pesados em sedimento da área do P1(Foz) e P4 (Bota-fora)

Parâmetros	Símbolo	Unit	P1		P4		CONAMA nº 344/2004 Água Salina-Salobra	
			1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	Nível 1* (**)	Nível 2***
Cromo Total	Cr	mg/Kg	0,50	1,4	0,50	1	81	370
Cádmio	Cd	mg/Kg	0,10	0,4	0,10	0,2	1,2	9,6
Mercúrio	Hg	mg/Kg	<0,075	<0,024	<0,075	<0,024	0,15	0,71
Cobre	Cu	mg/Kg	0,69	0,58	0,49	0,25	34	270
Zinco	Zn	mg/Kg	1,85	2,1	1,42	1,93	150	410
Níquel	Ni	mg/Kg	0,50	0,6	0,50	0,7	20,9	51,6
Chumbo	Pb	mg/Kg	0,10	2,15	0,10	2,3	46,7	218

* Concentração abaixo do Nível 1 - TEL "Threshold Effect Level" - não tóxica para os organismos;

** Concentração excede valor de referência para Nível 1 - TEL, podendo ocorrer efeitos aos organismos (não tóxico a subletal);

*** Concentração excede valor de referência para Nível 2 - PEL "Probable Effect Level", concentração acima da qual freqüentemente é esperado efeito para a biota (toxicidade aguda).

3ª Campanha (Amostras coletadas em 21/02/2011 - plena dragagem).

Tabela 49 - Resultados da Análise de Sedimento (Metais Pesados e Granulometria) das amostras do ponto P2-late Clube na 3ª Campanha

ANÁLISE DE SEDIMENTO- Lab de Análise de Solo, Água e Planta(EMPARN) CERTIFICADO N° 227/2011			
N da amostra:0287	Origem: Ponto 2-late Clube maré vazante	Coordenada Geografica UTM: 256953 EW-9364154 N	
Data da Entrada: 21/02/2010	Coleta: Aqualous Laboratório		
Município:Natal-RN	Hora da coleta:09:35	Solicitante:Veritas	
Obra:Dragagem do Porto de Natal/RN			
RESULTADOS			
TIPO DA AMOSTRA:SEDIMENTO			
PARÂMETROS	LMT ⁽¹⁾	METODOLOGIA	P2 256953 EW-9364154 N
Cromo total, mg/kg de Cr	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,15
Cádmio, mg/kg de Cd	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,00
Mercurio, mg/kg de Hg	ND	EPA 7470 E EPA 7471 A	<0,023
Cobre, mg/kg de Cu	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,25
Chumbo, mg/kg de Pb	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	1,00
Níquel, mg/kg de Ni	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,35
Zinco,mg/kg de Zn	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	2,10
GRANULOMETRIA			
Areia (g.kg ⁻¹)	ND	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	966
Argila (g.kg ⁻¹)	ND	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	20
Silte (g.kg ⁻¹)	ND	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	14
Classificação Textural	ND		Areia
⁽¹⁾ De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 344, de 25 de março de 2004. ⁽²⁾ O ensaio mercúrio foi realizado Laboratório da Bioagri Ambiental-Boletim de Análise N°45424/2011-0			

Fonte: VERITAS, (2011).

Tabela 50 - Resultados da Análise de Sedimento (Metais Pesados e Granulometria) das amostras do ponto P4-Bota-Fora da 3ª Campanha

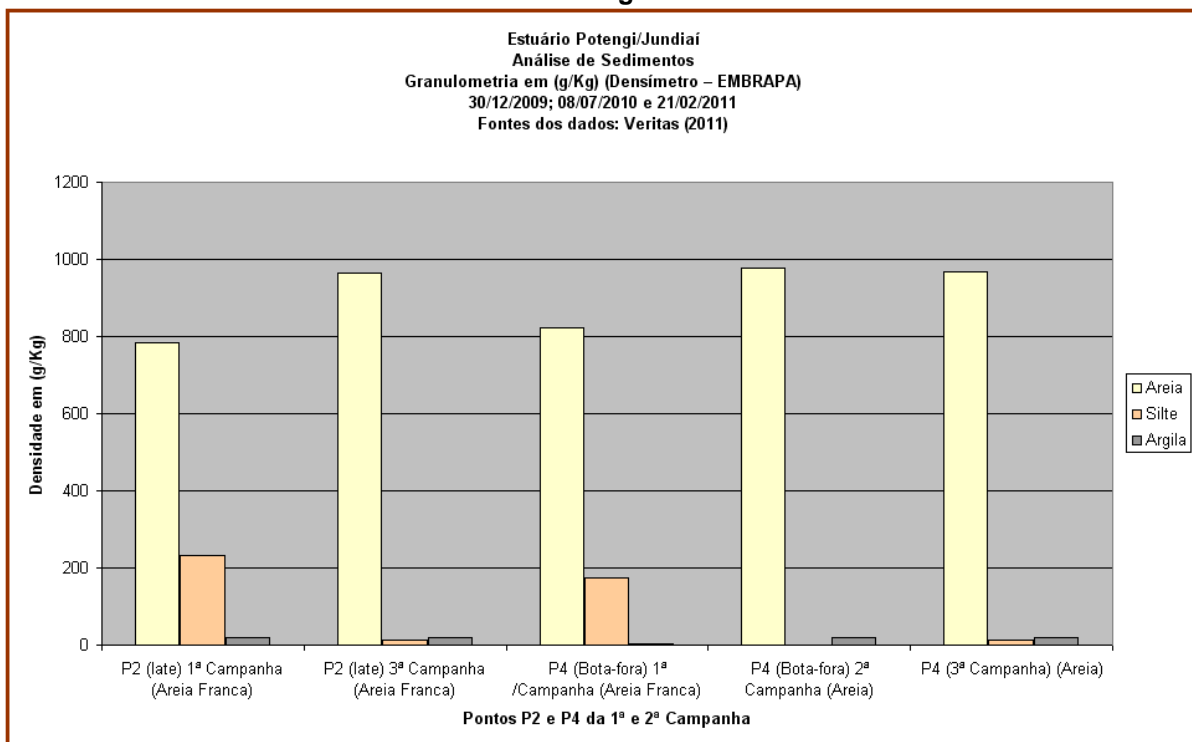
ANÁLISE DE SEDIMENTO- Lab de Análise de Solo, Água e Planta(EMPARN) CERTIFICADO Nº236/2011.			
N da amostra:0288	Origem:Ponto 4- Bota fora Maré Vazante	Coordenada Geografica UTM: 255777W-9363231N	
Data da Entrada: 21/02/2010	Coleta: Aqunanálise Laboratório		
Município:Natal-RN	Hora da coleta:10:50	Solicitante:Veritas	
Obra: Dragagem do porto de Natal/RN			
RESULTADOS			
TIPO DA AMOSTRA:SEDIMENTO			
PARÂMETROS	LMT ⁽¹⁾	METODOLOGIA	P4 255777W-9363231N
Cromo total, mg/kg de Cr	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,45
Cádmio, mg/kg de Cd	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,00
Mercurio, mg/kg de Hg	ND	EPA 7470 E EPA 7471 A	<0,023
Cobre, mg/kg de Cu	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,20
Chumbo, mg/kg de Pb	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,95
Niquel, mg/kg de Ni	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	0,45
Zinco,mg/kg de Zn	ND	(ICP-OES):POP PA 035/SM WW 3120 B, USEPS 6010	1,90
GRANULOMETRIA			
Areia (g.kg ⁻¹)	ND	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	967
Argila (g.kg ⁻¹)	ND	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	20
Silte (g.kg ⁻¹)	ND	Método do Densímetro(Método Oficial da EMBRAPA	13
Classificação Textural	ND		Areia
⁽¹⁾ De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 344, de 25 de março de 2004. ⁽²⁾ O ensaio mercúrio foi realizado Laboratório da Bioagri Ambiental-Boletim de Análise Nº45425/2011-0			

Fonte: VERITAS, (2011).

Na 3ª Campanha foram coletadas amostras de sedimentos apenas nos pontos P2 (late Clube) e no P4 (Bota-fora), vez que as atividades de dragagem estavam acontecendo no P2 e a deposição dos materiais dragados no P4. As amostras de sedimentos devidamente processadas e analisadas, mostraram os resultados para metais pesados e granulometria representados nas tabelas e figuras a seguir.

O Gráfico 63 mostra os resultados da Granulometria em termos de peso (g/kg) das amostras obtidas nos pontos P2-late Clube e P4-Bota-Fora na 3ª Campanha, comparando-os com os resultados obtidos na 1ª Campanha para P2 e nas 1ª e 2ª Campanha para o P4. Os resultados praticamente não foram alterados, tendo ainda o predomínio quase absoluto da areia sobre a areia franca da 1ª campanha nos dois pontos.

Gráfico 63 - Resultados da Análise de Sedimento (Granulometria das amostras dos pontos P2-late Clube na 1ª e 3ª campanha de amostragens e P4-Bota-Fora, na 1ª, 2ª e 3ª campanha de amostragens.



Fonte: VERITAS, (2011).

Em termos de percentagens, podemos observar os seguintes valores para a primeira campanha de amostragens. Mostrando o incremento da quantidade da areia de 76% para 97% e a diminuição de silte de 22% para 1% no P2. Já no P4, praticamente não houve variação substancial em relação à 2ª Campanha, como mostra a Tabela 51.

Tabela 51 - Resultados analíticos da granulometria (EMBRAPA) das amostras de sedimento da área em percentagens

Pontos	Areia	Silte	Argila	Classe	Campanha
P2 (late)	76%	22%	2%	Areia Franca	1ª
P2 (late)	97%	1%	2%	Areia	3ª
P4 (Bota-fora)	82%	18%	0%	Areia Franca	1ª
P4 (Bota-fora)	98%	0%	2%	Areia	2ª
P4 (Bota-fora)	97%	1%	2%	Areia	3ª

Fonte: VERITAS, (2011).

A Resolução CONAMA nº 357/2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes nos corpos receptores. Visando identificar e discutir as possíveis fontes poluidoras dos sedimentos na AID do Porto de Natal, foram realizadas pesquisas de forma a permitir uma análise comparativa aos parâmetros estabelecidos pela referida Resolução.

Na Tabela 52 a seguir encontram-se os resultados obtidos de metais pesados nas quatro campanhas dos quatro pontos de monitoramento, observando as marés vazante e enchente, incluindo nessa tabela a salinidade, a temperatura in situ e o pH de cada ponto, além dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2007.

Tabela 52 - Resultados analíticos das amostras de metais pesados da água da área nas quatro campanhas nos quatro pontos de monitoramento

Ponto/ Campanha	Maré	Cr Total	Cd	Cu	Pb	Ni	Zn	As	Saline	Temp °C	pH
1ª Campanha (26/12/2009) Antes da Dragagem											
P1 - 1ª	Vazante	0,090	0,037	0,073	0,080	0,570	0,017	0,002	33,70	30,4	8,12
P1 - 1ª	Enchente	0,096	0,037	0,70	0,730	0,633	<0,01	<0,002	33,60	30,2	7,83
P2 - 1ª	Vazante	0,090	0,047	0,070	0,533	0,57	<0,01	<0,002	33,80	30,2	7,83
P2 - 1ª	Enchente	0,067	0,033	0,057	0,570	0,532	<0,01	<0,002	32,50	30,0	7,57
P3 - 1ª	Vazante	0,083	0,033	0,070	0,670	0,60	<0,01	<0,002	33,50	30,0	7,57
P3 - 1ª	Enchente	0,076	0,040	0,057	0,732	0,533	<0,01	<0,002	33,80	30,2	8,16
P4 - 1ª	Vazante	<0,06	0,270	0,040	0,570	0,333	<0,01	<0,002	33,70	30,4	8,12
P4 - 1ª	Enchente	<0,06	0,270	0,040	0,570	0,333	<0,01	<0,002	30,40	30,6	8,14
2ª Campanha (08/07/2010) Início da dragagem											
P1 - 2ª	Vazante	0,095	0,090	0,055	0,800	0,600	0,115	<0,01	33,80	27,80	8,32
P1 - 2ª	Enchente	0,170	0,095	0,070	1,150	0,900	0,900	<0,01	33,00	27,70	8,00
P4 - 2ª	Vazante	0,110	0,110	0,070	1,300	0,900	0,135	<0,01	34,00	28,70	8,47
P4 - 2ª	Enchente	0,100	0,085	0,060	1,50	0,750	0,130	<0,01	33,80	28,30	8,24
3ª Campanha (19/02/2011) Plena Dragagem											
P2 - 3ª	Vazante	0,135	0,150	0,100	1,450	1,750	0,095	0,0041	32,70	30,70	8,06
P2 - 3ª	Enchente	0,13	0,160	0,100	1,700	0,750	0,085	<0,0001	34,20	30,60	8,24
P4 - 3ª	Vazante	0,140	0,155	0,105	1,550	0,850	0,080	0,0020	34,50	30,80	8,31
P4 - 3ª	Enchente	0,135	0,165	0,100	1,000	1,750	0,065	<0,0001	34,40	30,90	8,22
4ª Campanha (18/04/2011) Finalizando a dragagem											
P3 - 4ª	Vazante	0,080	0,100	0,085	1,400	1,000	0,095	<0,0001	34,30	30,30	8,40
P3 - 4ª	Enchente	0,070	0,070	0,060	1,750	0,750	0,065	<0,0001	33,80	30,30	7,97
P4 - 4ª	Vazante	0,080	0,085	0,035	1,300	0,900	0,090	<0,0001	29,90	30,70	8,54
P4 - 4ª	Enchente	0,095	0,100	0,025	1,900	0,900	0,075	<0,0001	34,10	30,60	4,60
RC nº357/2005	mg/L	0,05	0,005	0,005	0,01	0,025	0,09	0,01	>30,00	ND	6,6 - 8,5

Fonte: VERITAS (2011)

Dados comparativos dos metais pesados encontrados nos pontos de monitoramento em amostragens feitas antes e durante as operações de dragagens e correlacionada aos valores limites da Resolução CONAMA nº 357/2005, podem ser vistas nos gráficos que se seguem. Nesses gráficos pode-se observar claramente valores de concentração muito acima dos valores limites da resolução,

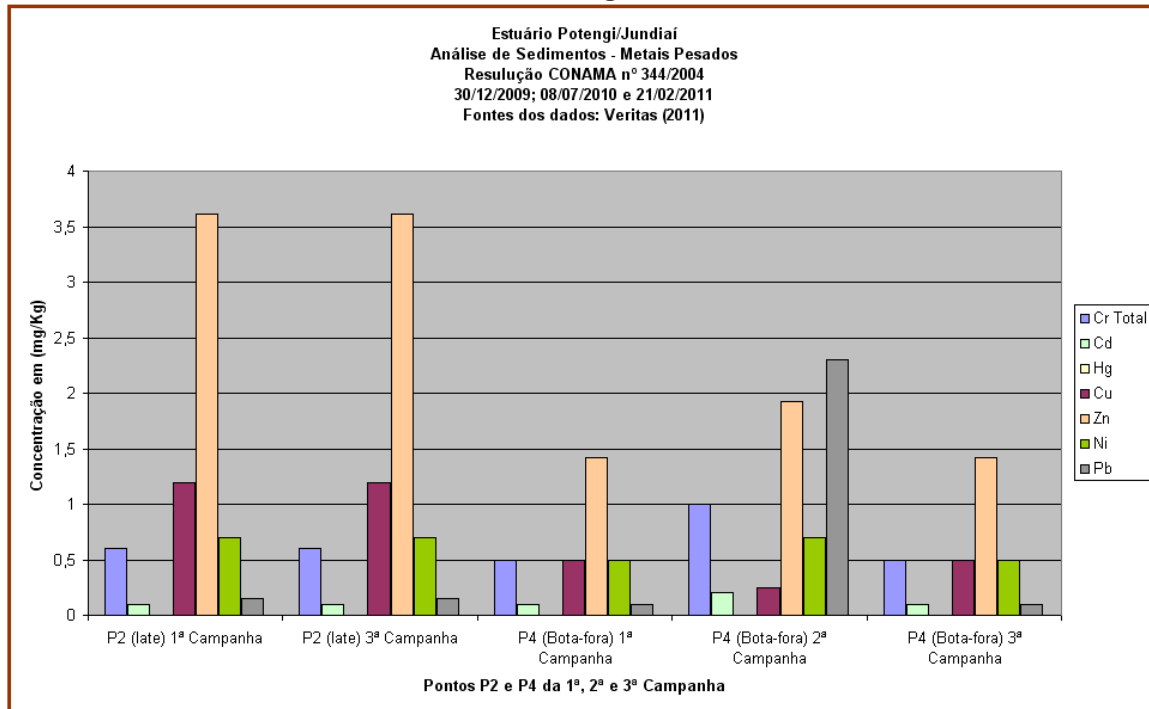
Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

tanto antes como durante as atividades de dragagem. Sendo que nas amostras obtidas durante as dragagens houve um incremento substancial dos elementos Pb e Ni, podendo deduzir que ao remobilizar os sedimentos houve certamente uma liberação maior de metais pesados para a água.

Nos gráficos seguintes (Gráficos 64 a 68) tem-se os resultados da análise para metais pesados (Cr, Cd, Hg, Cu, Zn, Ni e Pb) das amostras coletadas nos Pontos P2 e P4, antes (1ª campanha) e durante (3ª campanha) as atividades de dragagem e derrocagem do Canal de Acesso ao Porto de Natal.

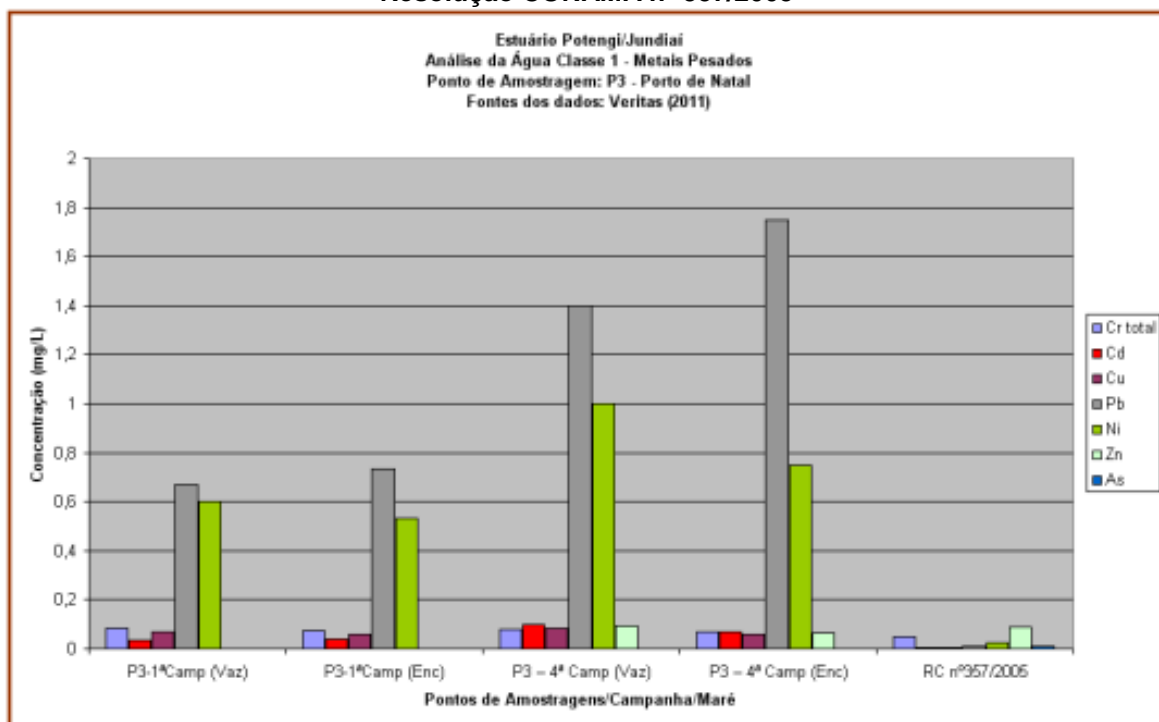
Comparativamente, destacam-se a manutenção da concentração dos metais pesados nos sedimentos colhidos na 3ª campanha em relação à 1ª campanha, no ponto P2, enquanto no P4, observa-se o incremento da concentração de alguns metais, especificamente os de Cr, Zn e Pb nas amostras da 1ª para 2ª campanha e a volta do mesmo nível da amostra da 1ª campanha em relação à 3ª campanha. De qualquer maneira, mostra a mesma situação das amostragens anteriores, sem ultrapassar os limites dos níveis TEL e PEL estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 344/2004.

Gráfico 64 - Resultados da Análise de Sedimento (Metais Pesados das amostras dos pontos P2-late Clube na 1ª e 3ª campanha de amostragens e P4-Bota-Fora, na 1ª, 2ª e 3ª campanha de amostragens



Fonte: VERITAS, (2011).

Gráfico 65 - Resultados da Análise da Água (Metais Pesados das amostras dos pontos P3-Porto de Natal na 1ª e 4ª campanha de amostragens e comparadas com os limites da Resolução CONAMA nº 357/2005

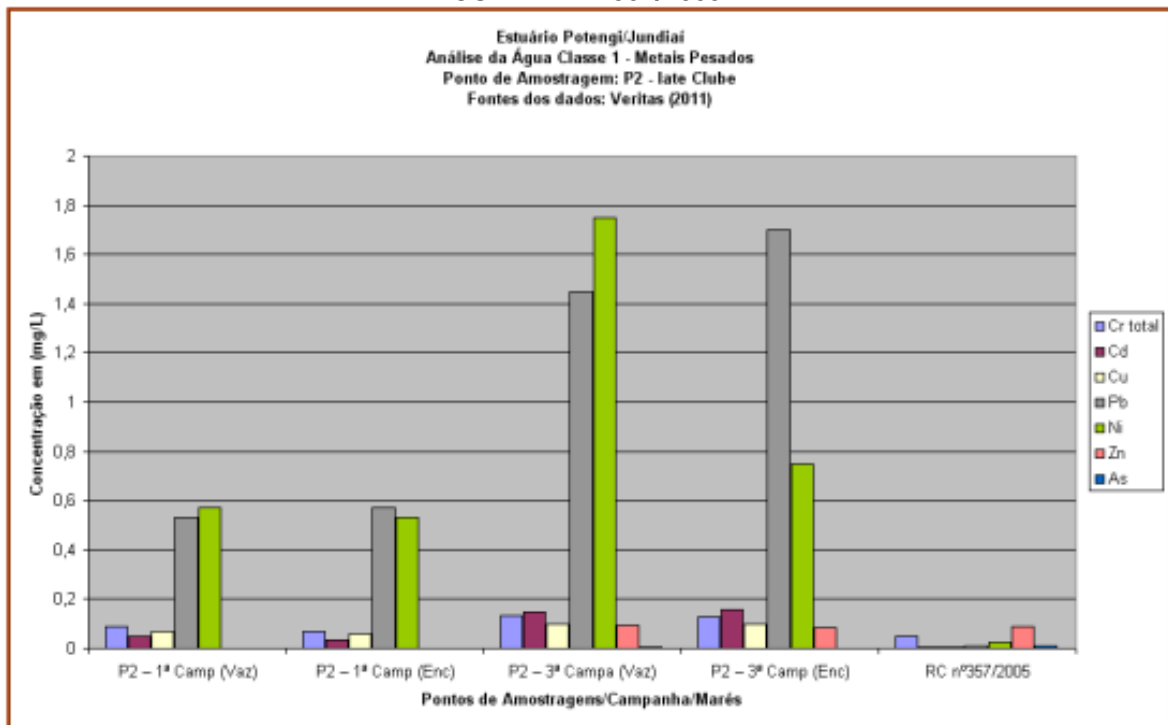


Fonte: VERITAS, (2011).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

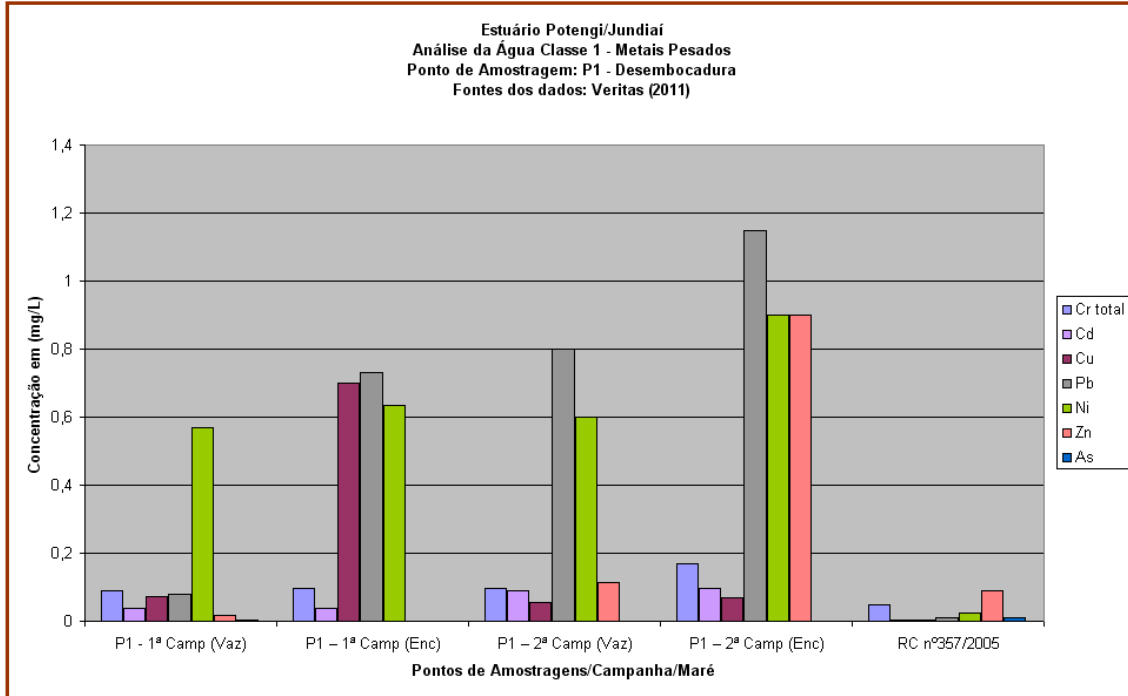
Os resultados dos metais pesados, em sua maioria estiveram acima do valor permitido pela Resolução CONAMA 357/2005, principalmente para os teores de chumbo, níquel e raramente o de cádmio, devido ao lançamento de efluentes industriais inorgânicos no leito do Rio Potengi.

Gráfico 66 - Resultados da Análise da Água (Metais Pesados das amostras dos pontos P2-late Clube na 1ª e 3ª campanha de amostragens e comparadas com os limites da Resolução CONAMA nº 357/2005



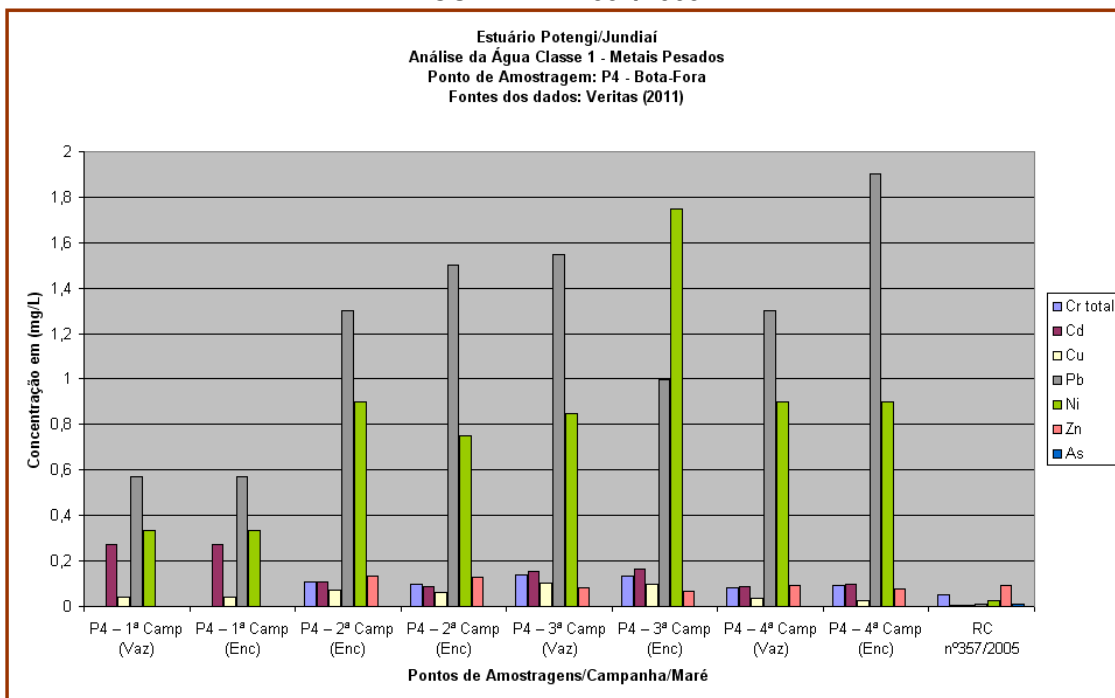
Fonte: VERITAS, (2011).

Gráfico 67 - Resultados da Análise da Água (Metais Pesados das amostras dos pontos P1-Foz do Estuário na 1ª e 2ª campanha de amostragens e comparadas com os limites da Resolução CONAMA nº 357/2005



Fonte: VERITAS, (2011).

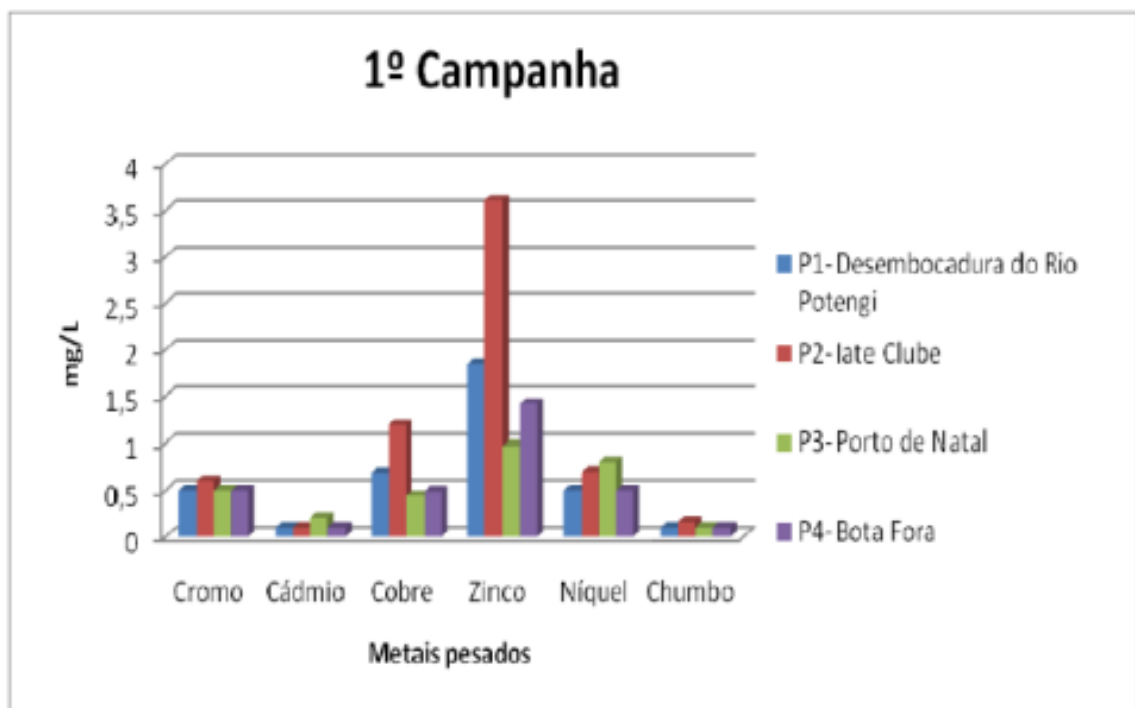
Gráfico 68 - Resultados da Análise da Água (Metais Pesados das amostras dos pontos P4-Bota-fora nas quatro campanhas de amostragens e comparadas com os limites da Resolução CONAMA nº 357/2005



Fonte: VERITAS, (2011).

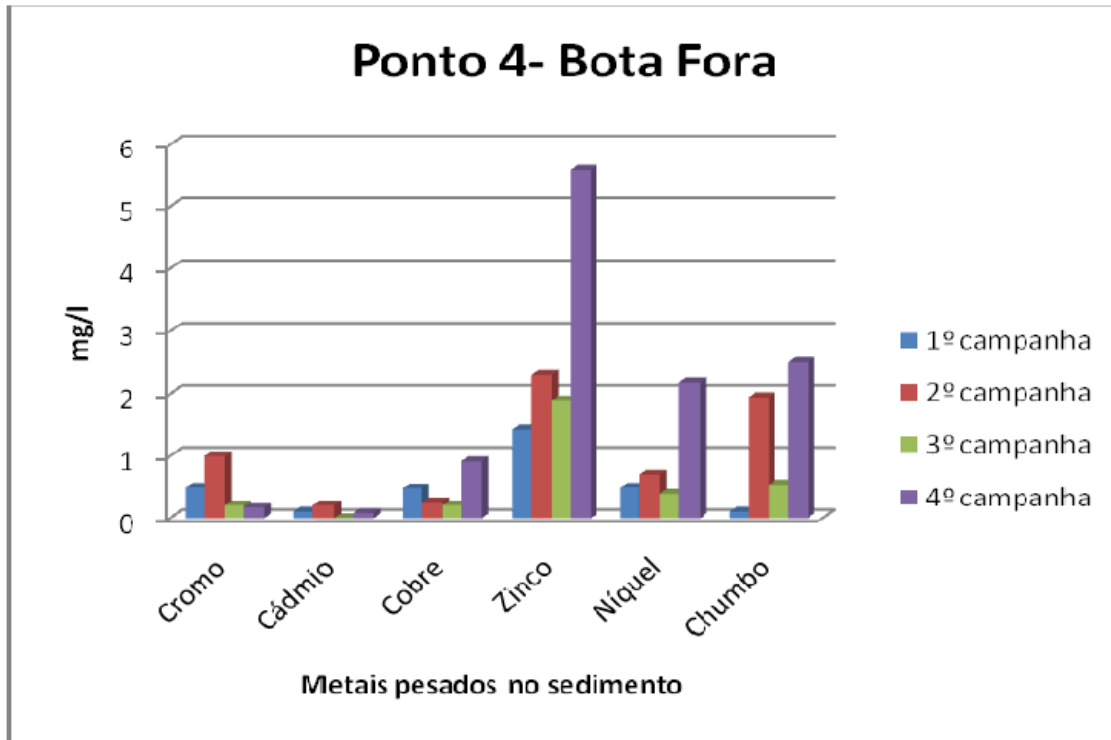
Nos Gráficos 69 e 70 encontram-se os dados comparativos dos metais pesados encontrados nos quatro pontos na 1ª campanha e dados comparativos dos metais pesados encontrados no ponto P4, durante as quatro campanhas. Nessas figuras podem-se observar o incremento da concentração dos pesados com as atividades de dragagens.

Gráfico 69 - Dados comparativos dos metais pesados encontrados nos quatro pontos na 1ª campanha, antes da dragagem



Fonte: VERITAS, (2011).

Gráfico 70 - Dados comparativos dos metais pesados encontrados no ponto P4 - Bota Fora durante as quatro campanhas. Observando o incremento da concentração dos pesados com as atividades de dragagens



Fonte: VERITAS, (2011).

4.1.5.6 Ensaios Ecotoxicológicos

Testes de toxicidade foram feitas nas amostras de água obtidas nos pontos de monitoramento P3 (Porto de Natal) e P2 (late Clube) com os organismos Anfípoda (*Leptocheirus plumulosus*) e o misidáceo (*Mysidopsis juniae*). O método aplicado foi uma adaptação do “*Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Marine and Estuarine Organisms - Mysid, Mysidopsis bahia, Survival, Growth, and Fecundity Test Method*”, Environmental Protection Agency - EPA/US, 2002. Filhotes de *Mysidopsis juniae* com 6-7 dias de vida foram expostos às diferentes amostras de água, durante 4 dias. O efeito analisado foi a sobrevivência desses organismos, os quais são oriundos do cultivo do ECOTOX/Lab/DOL/UFRN, que seguiu a metodologia para o cultivo baseada na ABNT NBR 15308/2005.

Os resultados de sobrevivência dos Anfípodas ao final do teste, para os pontos P2(late clube) e P3 (Porto), durante e 1ª campanha, encontram-se na Tabela 53.

Tabela 53 - Resultados de sobrevivência dos anfípodas ao final do teste

Amostra	Número de anfípodas vivos	Sobrevivência após 10 dias (%)	Sobrevivência Média	Desvio Padrão
Controle	19	95	94%	1,095
	19	95		
	20	100		
	19	95		
	17	85		
P2(late Clube)	18	90	79%	3,493
	18	90		
	12	60		
	12	60		
	19	95		
P3 (Porto)	14	70	81%	1,789
	15	75		
	18	90		
	16	80		
	18	90		

Fonte: VERITAS (2011).

Após as análises estatísticas, as amostras foram consideradas “TÓXICAS” ou “NÃO TÓXICAS”, de acordo com a Tabela 54.

Tabela 54 - Classificação das amostras quanto a sua toxicidade para cada efeito analisado (nível de significância: $p=0,05$)

Amostras analisadas	“p” - Sobrevivência	Classificação da Toxicidade
P2 (late Clube)	0,094	NÃO TÓXICA
P3 (Porto)	0,024	TÓXICA

Fonte: VERITAS (2011).

Como não houve mortalidade nos testes de sobrevivência dos organismos, não foram realizados testes estatísticos nesses dados.

No contexto geral, os resultados da classificação de toxicidade da água (Quadro 24) durante o período de monitoramento ambiental das atividades da dragagem observou-se que a classificação, foi de Não Toxicidade, exceto para o P3 - Porto de Natal, maré vazante na 4ª campanha.

A validade dos testes (Tabela 55) obedeceu aos seguintes padrões:

Tabela 55 - Padrões de validação dos testes

Sobrevivência - controle:	96,7%	Aceitabilidade:	80% (EPA, 2002)
Sensibilidade dos organismos do cultivo à substância de referência:	0,31 mg/L	Substância de referência	Sulfato de zinco heptahidratado.
Periodicidade dos ensaios com a substância de referência:	Mensal	Faixa de sensibilidade do organismo:	0,25 à 0,45 mg/L

Quadro 24 - Classificação das amostras quanto a sua toxicidade da água comparando os quatros pontos da 1ª campanha com as campanhas subsequentes

Classificação	P3 (Porto de Natal)		P2 (Iate Clube)		P1 (Foz)		P4 (Bota fora)	
	Vazante	Enchente	Vazante	Enchente	Vazante	Enchente	Vazante	Enchente
1ª Campanha 26/12/2009 (antes da dragagem) Toxicidade da Água								
Tóxica								
Não tóxica	x	x	x	x	x	x	x	x
2ª Campanha 08/07/2010 (Início da dragagem) Toxicidade da Água								
Tóxica								
Não tóxica					x	x	x	x
3ª Campanha 19/02/2011 (Durante a dragagem) Toxicidade da Água								
Tóxica								
Não tóxica			x	x			x	x
4ª Campanha 18/04/2011 (Encerramento da dragagem) Dados do IQA								
Tóxica	x							
Não tóxica		x					x	x

x - amostras analisadas
Fonte: VERITAS, (2011).

4.1.5.7 Estudos anteriores

Medeiros (2009), ao realizar a Avaliação das Condições Química e Física dos Sedimentos do Estuário Potengi-Jundiaí, em sua tese de mestrado junto a UFRN, com o objetivo de quantificar a presença de elementos maiores e menores nesses sedimentos, constatou que os resultados analíticos obtidos nas amostras de sedimento de fundo mostraram concentrações abaixo dos valores de referência para folhelho padrão (TUREKIAN; WEDEPOHL, 1961, apud MEDEIROS, 2009) na grande maioria dos pontos analisados, descartando uma possível contaminação por metais.

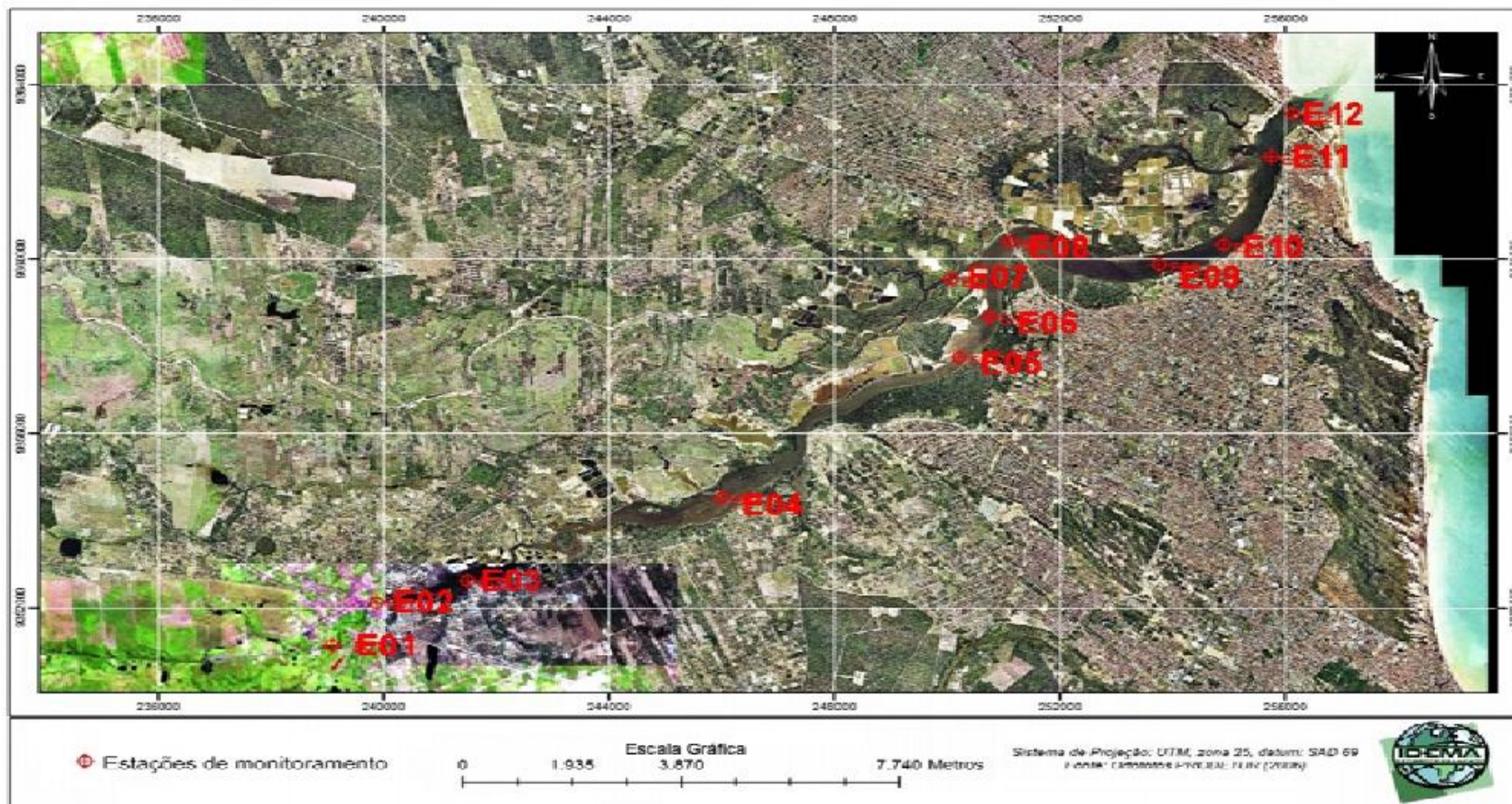
As amostras analisadas foram coletadas nos pontos indicados na Figura 178, abrangendo assim o estuário ao longo dos municípios de Macaíba, São Gonçalo do Amarante e Natal, onde ocorre poluição por águas residuais tratadas ou não das áreas urbanas e rurais, bem como, por efluentes produzidos pela indústria, carnicultura e pela movimentação de navios e barcos de vários portes que transitam no estuário.

A avaliação do estado ecológico deste estuário foi baseada em parâmetros físico-químicos, tais como granulometria, matéria orgânica e dos elementos químicos maiores (Al, Fe, Mn e P) e os menores (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn) encontrados em amostras de sedimento.

Foram 12 pontos de amostragens georreferenciados ao longo do canal do estuário em épocas diferentes. Análise granulométrica foi realizada e o percentual de matéria orgânica foi determinado. Após a digestão ácida dos sedimentos, análises quantitativas dos elementos Al, Fe, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, P, Pb e Zn foram realizadas por espectrometria de emissão indutivamente acoplado plasma ótico.

Os resultados analíticos obtidos das amostras de sedimento de fundo na área de estudo mostram que a concentração de elementos foi abaixo dos valores de referência para xistos padrão (TUREKIAN; WEDEPOHL, 1961, apud MEDEIROS, 2009) na grande maioria dos pontos analisados, descartando uma possível contaminação por metais.

Figura 178 - Imagem da localização dos pontos de monitoramento do Estuário Potengi/Jundiá



Fonte: Medeiros, (2009).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Objetivando complementar a caracterização da presença de possíveis poluentes no complexo estuarino dos rios Potengi/Jundiaí, faz-se um breve comentário dos pontos da área de influência do Porto de Natal.

Ponto E08 - Ponte de Igapó. Segundo Medeiros, 2009, a estação de monitoramento E08 se encontra à 50 metros à montante da ponte de Igapó. Nesse local há muito tráfego de automóveis além de receber os efluentes da Cooperativa de Carnicicultores e Pescadores de Igapó, das estações de tratamento da CAERN, Indústria Têxtil COTEMINAS e dos esgotos domésticos clandestinos. A primeira vista, quanto aos aspectos visuais, não apresenta não conformidades. Comparando com os valores limites da Resolução 357/2005 do CONAMA para águas salobras classe 1, a autora encontrou valores para Oxigênio Dissolvido - OD abaixo do limite mínimo exigido e valores acima do permitido apenas para Cobre, Carga Orgânica Total - COT e sulfeto nas duas marés e fósforo total e zinco na maré baixa.

Ponto E09 - Em frente ao CIAT - Dique da Marinha do Brasil. De acordo com Medeiros (2009), este ponto estação não apresenta não conformidades quanto aos parâmetros não mensuráveis. Já em relação às análises físico-químicas, verificou-se a concentração de fósforo total, COT e sulfeto acima do máximo permitido nas duas marés e nitrogênio amoniacal na maré baixa. Já nas análises dos metais tóxicos não detectou anormalidades, assim como nas análises microbiológicas. Ela comparou esses resultados com os anteriores e os valores encontrados não divergiram muito, pois compostos de nitrogênio e fósforo eram eventualmente detectados apesar do aspecto da água não ser considerado ruim tendo em vista a grande lâmina d'água que promove a diluição de eventuais lançamentos de efluentes.

Ponto E10 - Jusante ao Canal do Baldo. Ainda a autora acima citada, a estação está localizada próximo ao lançamento do esgoto do Canal do Baldo. Quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, ela observou que a concentração de OD estava abaixo do mínimo permitido para águas salobras na maré baixa. Foram verificados valores acima do máximo permitido para COT, nitrogênio amoniacal e sulfeto nas duas marés e fósforo total na maré baixa, bem como Coliformes termotolerantes. No monitoramento anterior, as amostras

apresentaram valores mais elevados e menos susceptíveis à influência das marés, pois valores como nitrogênio amoniacal e coliformes que denunciam um lançamento recente de efluentes domésticos foram detectados acima do máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salobras e salinas, classe 1.

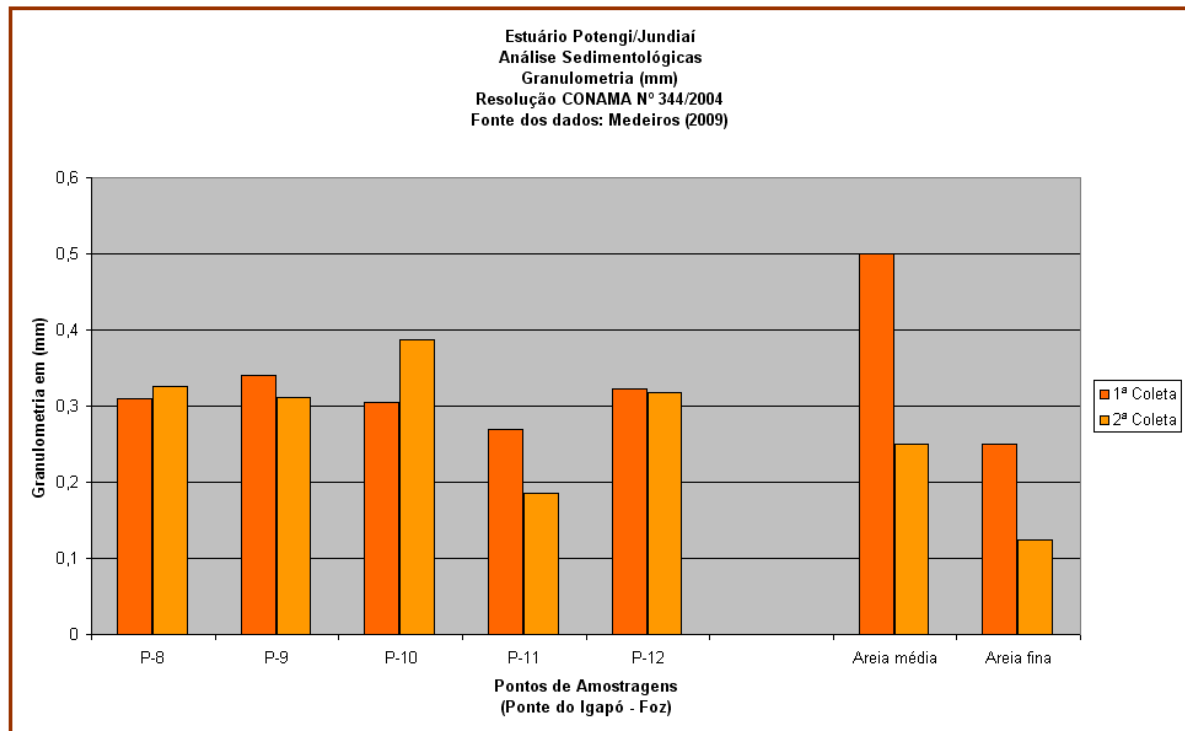
Ponto E11 - Jusante do Porto de Natal - Iate Clube. Nesse ponto (Gráficos 71 e 72) há proximidade dos tanques de armazenamento da PETROBRAS e trânsitos de navios e barcos de pesca. Durante as coletas não foram verificadas não conformidades quanto aos parâmetros não mensuráveis. Nas análises físico químicas encontrou-se concentrações de OD abaixo do mínimo permitido para águas salobras e salinas, classe 1. Foi verificado ainda, na maré alta, valores de nitrogênio amoniacal, COT e sulfeto acima do máximo permitido e cobre, COT e sulfeto em maré baixa. Quanto aos parâmetros microbiológicos, em maré baixa apresentou valores acima do máximo permitido para Coliformes termotolerantes.

Ponto E12 - Ponte Newton Navarro (Forte-Redinha). Nesta estação, a autora acima relatou que em relação aos parâmetros não mensuráveis, não foram encontradas não conformidades. Nas duas marés os valores de COT e sulfeto estavam acima do máximo permitido para águas salobras e salinas, classe 1. Na maré baixa, a concentração de OD estava abaixo do mínimo permitido para águas salobras e a concentração de cobre acima do máximo permitido. Na maré alta a concentração de nitrogênio amoniacal estava bem acima do limite máximo permitido. Por se tratar de um ponto próximo ao encontro com o mar, os valores encontrados estão de acordo, pois em sua maioria estão dentro das conformidades, tendo em vista a alta diluição destes.

Das várias análises feitas por Medeiros (2009), destacamos os pontos E08 a E12, que correspondem aos P8 a P12 dos gráficos abaixo:

- i) **Granulometria** variando entre 0,2 a 0,3 mm em duas coletas, correspondendo às classes de areia média a areia fina, conforme a resolução CONAMA nº 344/2004.

Gráfico 71 - Distribuição granulométrica dos sedimentos nos pontos de monitoramento do IDEMA. Destacando-se o ponto E11 (P11) como a Jusante do Porto de Natal - late Clube

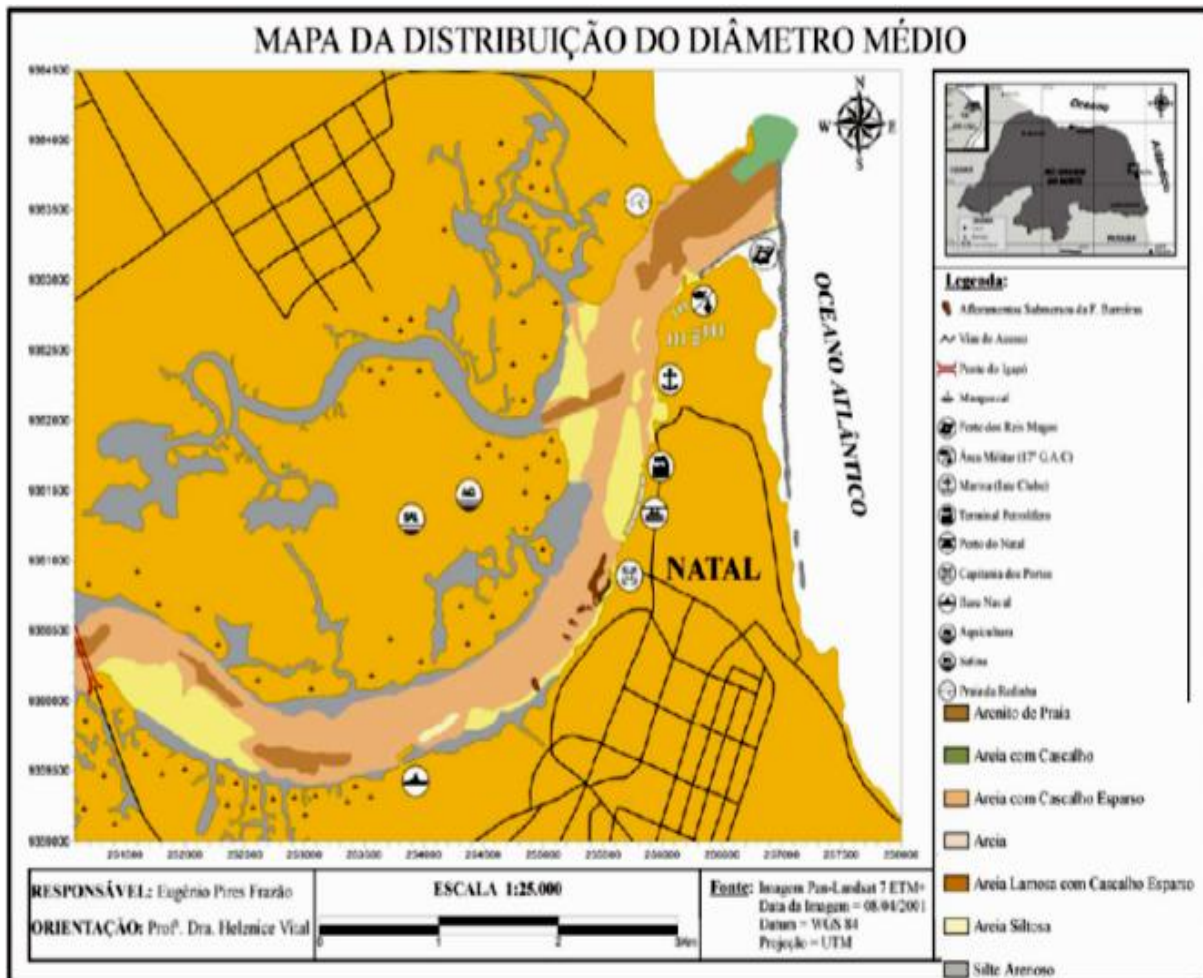


Fonte: Medeiros (2009).

Os sedimentos amostrados nos pontos mais a jusante destes mostrados aqui apresentaram as menores frações granulométricas. Variando da classe de silte a areia fina. Os resultados mostrados no gráfico acima correspondem a E08 a E12, variaram de areia fina a média, exceto na primeira coleta na E11, indicando tipo de areia muito fina.

Nesses pontos separados do Gráfico 71, acima, apresentam a granulometria mais grosseira detectada nesse e em outros trabalhos, a exemplo de Frazão (2003) que apresenta o Mapa da distribuição superficial das principais fácies texturais do estuário Potengi/Jundiá na Figura 179, variando de areia fina a média, podendo conter em áreas restritas até cascalhos, como na desembocadura do estuário. Observando-se nessas granulometrias menores concentrações de metais pesados.

Figura 179 -- Mapa da distribuição superficial das principais fácies texturais do estuário Potengi/Jundiá



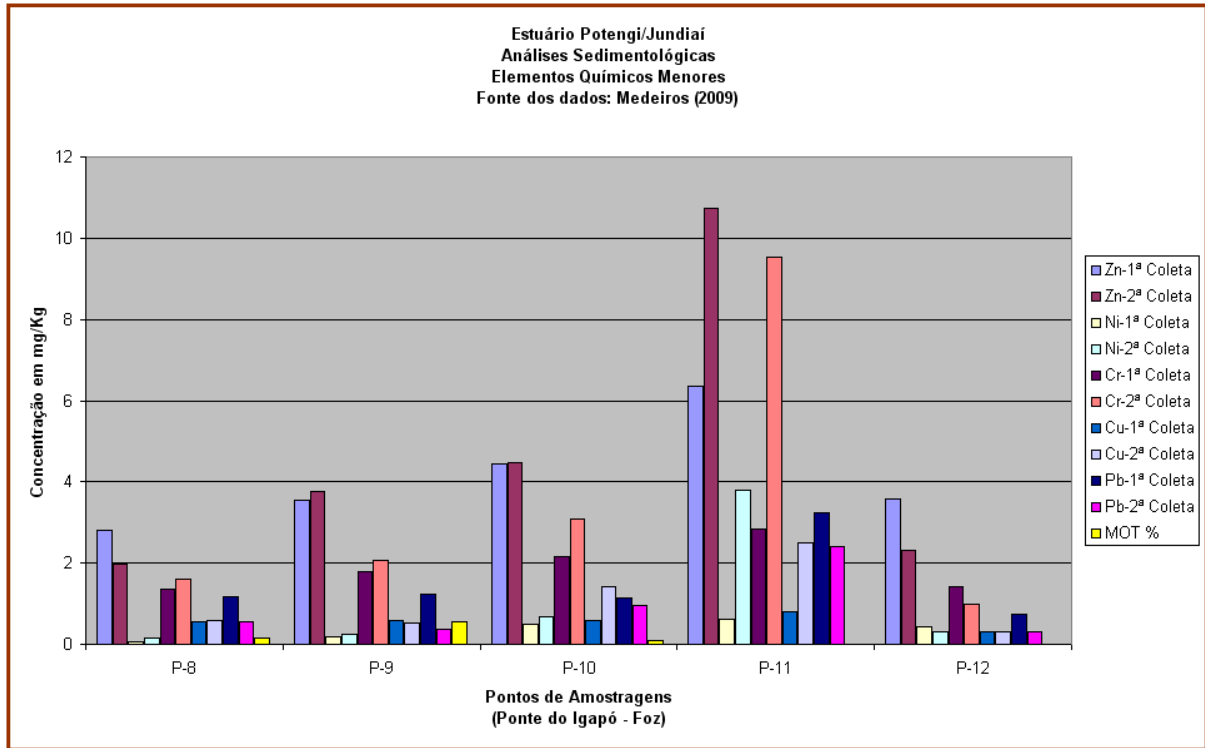
Fonte: Frazão (2003) Modificado.

ii) Elementos Químicos Menores

A concentração de elementos menores em sedimentos depende de vários fatores, especialmente do tamanho dos grãos. Por outro lado a presença de matéria orgânica passa ser um dos mais importantes parâmetros para a concentração dos elementos químicos nos sedimentos (MOREIRA, 2009).

De acordo com Moreira (2009), a presença dos efluentes de vários tipos de fontes e o tipo de sedimentos em relação à granulometria influenciaram a concentração de metais pesados, tais como chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco nos pontos cuja granulometria dos sedimentos foi mais finas, por exemplo, tipo silte nos pontos mais a montante do estuário.

Gráfico 72 - Concentração dos metais menores em mg/Kg nos sedimentos dos pontos de monitoramento do IDEMA. Destacando-se o ponto E11 (P11) como a Jusante do Porto de Natal - late Clube



Fonte: Medeiros (2009).

A concentração de níquel e zinco nos sedimentos pode estar relacionada com a presença e quantidade de argila ao passo que em sedimentos mais arenosos encontra-se muito pouca concentração de metais pesados. Dados obtidos pela VERITAS (2011) e por Moreira (2009) atestam essa premissa, uma vez que observaram concentrações não passando de 2% nas amostras. Em amostras com maior quantidade de zinco e níquel em relação aos outros metais, porém não ultrapassaram os limites da Resolução CONAMA nº 344/2004, embora a análise química da água indique valores de concentração dos elementos pesados muito acima dos limites dada pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Uma das possíveis explicações plausíveis é que a granulometria relativamente mais grosseira dos sedimentos encontrada nessa área impede o processo de agregação dos elementos poluentes pelos sedimentos. Partículas menores possuem maior capacidade de retenção de poluentes (maior área superficial).

4.1.6 Recursos Hídricos

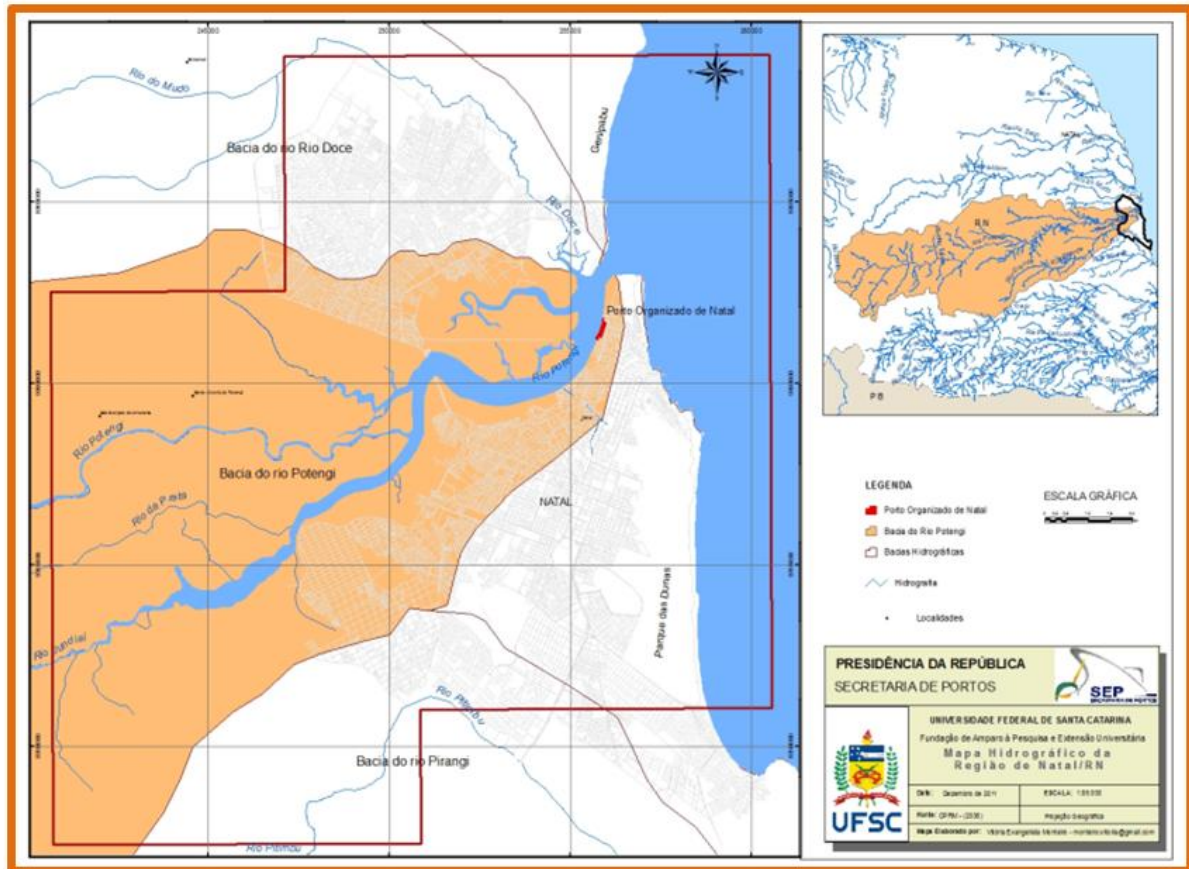
4.1.6.1 Introdução

A Bacia Hidrográfica do Rio Potengi está situada na parte nordeste setentrional brasileira, integralmente no Estado do RN, conforme Figura 180, é constituída de uma área aproximada de 4.100 km², de acordo com os dados disponibilizados pelo IDEMA (2010), sendo a maior bacia dentre as que deságuam no litoral leste daquele Estado. Junto a seu estuário ressalta-se a presença do município de Natal, destacado na mesma figura, que é a capital do Estado, com mais de 810.000 habitantes, segundo os dados estatísticos do IBGE do ano de 2.010.

A feição topográfica da bacia é muito diversificada, apresentando desde relevo plano e suave ondulado no seu baixo curso, próximo de sua foz, e ondulado e forte ondulado nas demais áreas de montante, revelando por conseguinte, serra e serrotes elevados, dentre eles, a Serra do Balanço, a Serra do Bonfim, a Serra da Formiga e a Serra do Ingá, conforme dados fornecidos pelo Projeto Radambrasil (BRASIL, 1981).

A AII, do Porto de Natal abrange o complexo estuarino do rio Potengi/Judiaí, inserido na bacia hidrográfica do rio Potengi, Figura 180.

Figura 180 - Bacia Hidrográfica do Rio Potengi - Jundiá/RN



Fonte: CPRM (2006).

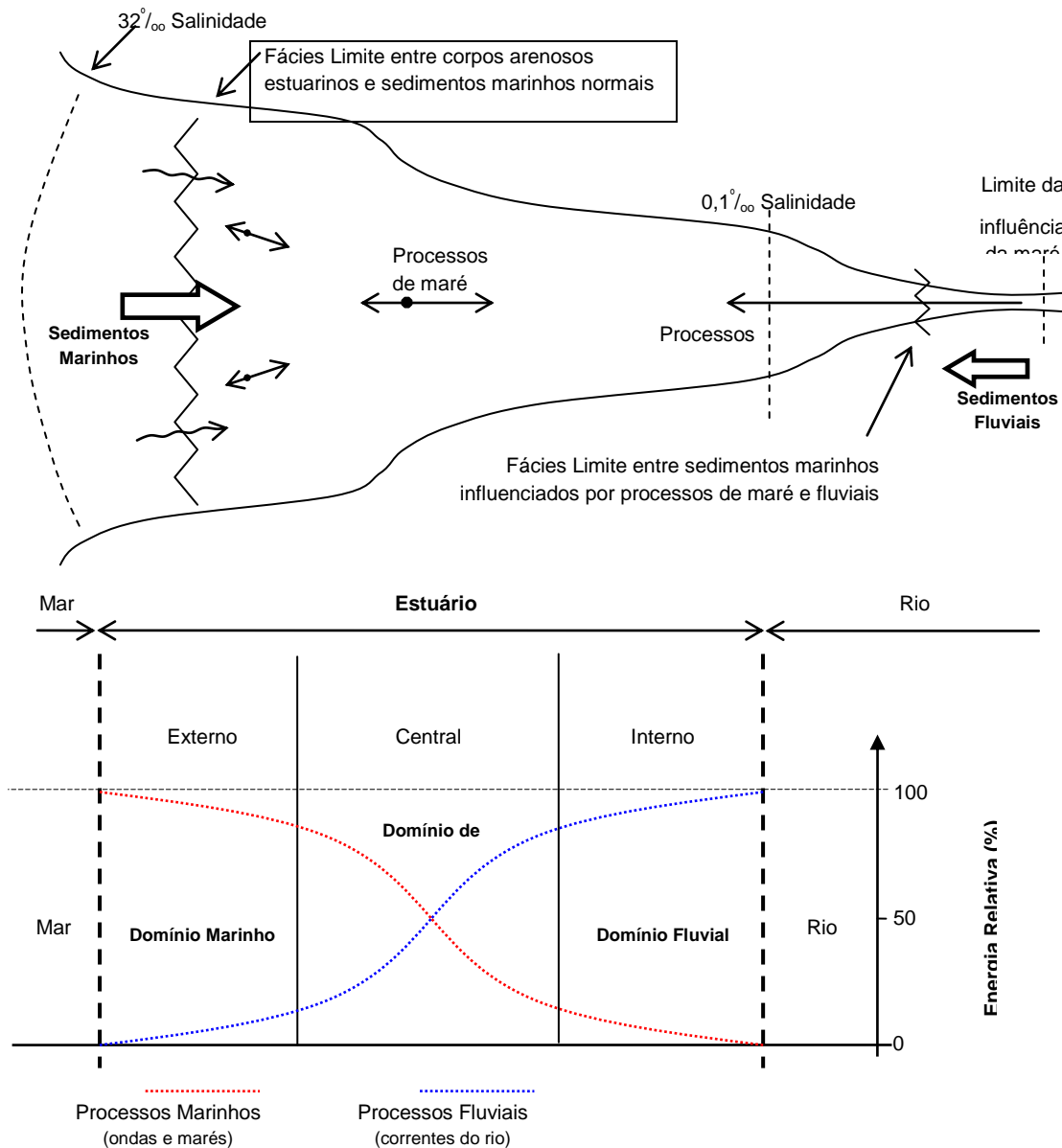
Pritchard (1967) define estuário como sendo um corpo d'água costeiro semifechado, com livre comunicação com o mar, no qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água dos rios proveniente da drenagem continental.

Os estuários são feições geologicamente recentes, certamente com menos de 15 000 anos. A elevação rápida do nível do mar constitui o principal fator para formação dos estuários, cuja vida depende da relação entre levantamento do nível do mar e razão de sedimentação. Nos últimos anos a ação do homem tem aumentado consideravelmente a taxa de sedimentação (PRITCHARD, 1967).

Um estuário, segundo o autor acima, ocuparia a área de uma desembocadura de rio onde as salinidades variam de 0,1 a 32%, entretanto, alguns autores consideram que um estuário é uma zona de interação entre correntes fluviais e uma variedade de processos marinhos, incluindo as marés e ondas, bem como a intrusão salina.

Definem então, um estuário como sendo a “porção em direção ao mar, de um vale afogado, que recebe sedimentos de fontes fluviais e marinhas e contém fácies influenciada pelas marés ondas e processos fluviais” representado na Figura 181.

Figura 181 - Representação esquemática de um estuário



Fonte: Adaptado de Pritchard (1967) e Dalrymple et al (1992).

Nota: mostra o padrão de transporte do material sobre o fundo e a distribuição esquemática dos processos físicos que operam no estuário e a zonação faciológica das três partes, em função o grau de energia de cada domínio estuarino.

O estuário do Rio Potengi recebe contribuições dos Rios Potengi e Jundiáí da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi e do Rio Doce, junto a sua foz (Figura 180). A seguir, serão comentados em mais detalhes cada um desses rios pela importância desses rios no sistema estuarino.

O complexo estuarino do rio Potengi/Jundiáí é formado pelos rios Potengi, Jundiáí e Rio Doce.

4.1.6.2 Rio Potengi

O Rio Potengi é o principal rio que corta a Região Metropolitana de Natal tendo várias de suas nascentes na Serra de Santana, nas proximidades da junção dos municípios de Currais Novos, Campo Redondo e São Tomé, na localidade denominada de São Boa Ventura, no município de São Tomé, em pleno sertão potiguar, em altitudes de cerca de 500 metros em terrenos de associação clásticas turbidítica (flysch) com vulcanismos subordinada da Formação Seridó, do Período Edicariana (idades entre 542 a 630 Ma) da Era Neoproterozóica, em uma sequência sedimentar orogenética em uma bacia convergente e transcorrente (CPRM, 2006). A partir daí desenvolve-se em quase toda extensão, 176 km, no sentido oeste-leste, percorrendo os relevos convexos e aguçados do Planalto da Borborema e do Agreste Potiguar, finalizando seu curso na zona litorânea, relativamente úmida, antes de desaguar no Oceano Atlântico. Nesse percurso banha pelo menos sete municípios até desembocar em forma de estuário no mar.

Os seus principais afluentes da margem esquerda são os rios Pedra Preta, o riacho Pedra Branca, o rio Guagiru e o Rio Camaragibe; ao passo que os da margem direita são os rios Grandes, o riacho do Salgado e o rio Jundiáí, perfazendo uma bacia hidrográfica de cerca de 4.100 km².

A rede de drenagem da bacia do rio Potengi apresenta configuração com padrões bem distintos: no seu baixo curso, predominam os padrões paralelos, onde os rios e riachos se encontram direcionados para o leste, enquanto que no médio e alto rio Potengi, predomina o padrão de drenagem dendrítica, onde o direcionamento

da drenagem é fortemente influenciado pelas estruturas geológicas da região serrana.

De acordo com os aspectos físicos relacionados à geologia, geomorfologia e as condições climáticas, o rio Potengi percorre três zonas fisicamente diferenciada do estado do RN desde a nascente até o Oceano Atlântico.

- a) A primeira zona é a do Alto Potengi com 65 km, da sua nascente até o Açude Campo Grande, no município de São Paulo do Potengi, cortando antes as rochas ácidas sinorogênicas de afinidade calcialcalina, calcialcalina de alto K e alcalina da era Neoproterozóico, quando foi gerado o Arco Magmático na região do município de Barcelona.
- b) A segunda é a do Médio Potengi com 92 km, entre o Açude Campo Grande até São Gonçalo do Amarante e Macaíba, cortando rochas arqueanas, ortognaisses derivadas da Trondhjemítica-tonalítica-granodiorítica - TTG intrudidos por granitóides neoarqueanos do Complexo Presidente Juscelino e as rochas das coberturas sedimentares do Grupo Barreiras e formações correlatas, onde pode denotar o intenso processo erosivo fluvial.
- c) A terceira zona é o Baixo Potengi, em zona úmida de 19 km de extensão, dos quais 10 km constituem o estuário do Rio Potengi onde sofrem a influência direta das marés tendo variações de nível da ordem de 2,7 metros. Nas proximidades de Macaíba este rio exibe direção geral E-W e “desemboca” no Rio Jundiáí, formando o estuário. No baixo curso, a rede de drenagem se instala sobre a Superfície dos Tabuleiros, cujo grau de dissecação apresenta-se variável, exibindo um grande número de riachos drenando sobre esta superfície, os quais já foram grandemente modificados pela ação antrópica. Em ambas as zonas, alto e médio curso, o Rio Potengi evidencia um padrão retangular NW - SE / NE SW.

Grande parte da rede hidrográfica do rio Potengi se apresenta seca durante o maior período do ano em decorrência da escassez das chuvas na região. De outro modo, a região do baixo curso do rio apresenta segmentos bastante perenizados

devido ao maior volume de chuvas no litoral, assim como, devido às ações das marés em seu estuário.

O rio Potengi é represado por aproximadamente 245 reservatórios, e o mais relevante é a do Açude de Campo Grande, no município de São Paulo do Potengi, conforme localização ilustrada na figura que apresenta o mapa da bacia hidrográfica.

A denominação de Rio Potengi é mantida até a sua foz. Mas na realidade, nos últimos 10 km de seu curso, o Potengi perde o caráter de curso d'água definido como rio, apresentando as características de um braço de mar sujeito às variações do nível do mar. Com a corrente em dois sentidos conforme os movimentos das marés.

Como ponto final do curso, onde se inicia as características marítimas, pode-se identificar a confluência do rio Jundiaí, à margem direita. Alguns autores consideram o rio Jundiaí como um rio independente, com bacia hidrografia própria, cuja barra em conjunto com o rio Potengi ocorre na enseada formada pelo mar.

A grande variação de descargas no curso superior do rio Potengi, reflexo das ocorrências das chuvas, que se apresentam reduzidas e irregulares no sertão e no agreste, normalmente limitadas em poucos meses, gera descarga médias anuais de cerca de 5m³/s nos períodos chuvosos normais e apenas 1m³/s nos períodos de estiagens.

Em épocas de enchentes, quando há maior escoamento das águas associado a eventos de forte regime hidráulico de montante, registra-se a mobilização de grande quantidade de detritos arenosos, depositados posteriormente ao longo de seu leito, formando lençóis aluviais sucessivos de idades bastante diferenciadas. Como consequência, registra-se grande quantidade de lençóis entalhados ao longo de seu curso, que deram origem aos atuais terraços (LIMA, 1980).

4.1.6.3 Rio Jundiaí

O rio Jundiaí nasce na Serra Chata, município de Sitio Novo, a uma altitude de 280 m. Inicialmente recebe águas de diversos riachos, entre os quais destacam

os riachos Gavião, Fundão e do Pedro. Nessa parte recebe o nome de RN com 23 km de extensão em direção leste. Próximo a cidade de Presidente Juscelino, numa altitude de 145 m, toma direção nordeste até a cidade de Bom Jesus quando retoma a direção leste até a localidade de Uberaba, a 65 m de altitude. Ao chegar à cidade de Macaíba, numa direção NE-SW, passa a ter um leito bastante alargado e encaixado em uma depressão esculpida nos sedimentos do Grupo Barreiras e segundo a qual pode ser reconhecido um grande número de feições morfo-estruturais interpretadas como resposta ao conhecimento tectônico. É sobre esta ampla zona rebaixada que se instala o sistema estuarino correndo ao longo de 19 km sobre terrenos de baixa declividade, colonizados por manguezais até a sua desembocadura no Oceano Atlântico. Neste setor, a 7 km da foz, recebe o aporte do Rio Potengi, formando um amplo estuário.

A extensão total do rio Jundiá é de aproximadamente 85 km, passando como o rio Potengi por distintas zonas físicas do Estado do RN. Também tem seu caudal caráter intermitente em função da pluviometria irregular e reduzida nas porções superiores do seu curso.

4.1.6.4 Rio Doce

O rio Doce é formado pelos aportes da Lagoa de Extremoz na porção norte do estuário de Potengi. É um rio de pequeno porte, apenas 14 km de extensão, que corre sobre sedimentos quaternários de dunas e aluviões até desembocar no estuário, já próximo a desembocadura no Oceano Atlântico.

Mostra uma pendência quase nula de afluentes que ao longo do seu curso alimenta-se de surgências naturais de água subterrânea pelo fato de o seu leito de seu canal encontrar-se a um nível mais baixo que o lençol freático, principalmente durante a estação chuvosa. Apesar do seu caráter permanente, o rio Doce apresenta um caudal pequeno, cerca de 2m³/s durante a maior parte do ano.

4.1.6.5 Hidrogeologia

As áreas do estuário do Potengi compreendem dois tipos de aquíferos associados às rochas do Grupo Barreiras e os resultantes da deposição fluvial (aluviões):

- 1) **Aquífero Dunas/Barreiras** - Apresenta-se confinado, semi-confinado e/ou livre fornece água de excelente qualidade química.
- 2) **Aquífero Aluvião** - É um aquífero livre e disperso, sendo constituído pelos sedimentos arenosos depositados nos leitos e terraços dos rios e riachos de maior aporte. Estes sedimentos caracterizam-se pela alta permeabilidade, pelas boas condições de realimentação (IDEMA, 1999).

Atualmente o município de Natal é delimitado por fronteiras líquidas, nas zonas norte, sul, leste, noroeste e oeste. Sendo que na zona norte, a área urbana se aproxima do Rio Doce, ao sul do rio Pitumbu, a leste margeia o Oceano Atlântico, e a oeste/sudoeste, o município está em contato com as águas do Rio Potengi, do Trairi e do Jundiáí.

Como visto no capítulo 4.1.2 sobre a Geologia da área, a origem desses rios está associada aos sistemas de Grabens e Horts com características bem definidas, apresentando-se abertos com fundos achatados e amplos talwegues qualificados como vales estruturais.

O rio Potengi que nasce na Serra de Santana região semi-árida segue seu curso percorrendo os relevos convexos e aguçados do Planalto da Borborema e do agreste potiguar, banhando cerca de sete municípios até desembocar em forma de estuário no mar é considerado um rio temporário em quase toda a sua extensão e somente ao chegar próximo de Macaíba é que o mesmo recebe as águas do Jundiáí, o que dá a aparência de um rio perene. Possui apenas 30 km navegáveis no percurso entre as cidades de Natal e Macaíba, no qual desempenha importante papel econômico, social e ecológico.

As principais zonas de recargas dos aquíferos, cujos fluxos subterrâneos escoam livremente pelos estratos sedimentares, ocorrem em três frentes principais,

devido a setores com características hidrogeológicas diferentes: a frente costeira, no setor oriental, com descargas para o mar; à frente Potengi, no setor ocidental, com descargas em direção ao mesmo rio; e a frente Pitimbu, no setor sul, com fluxo em direção a este rio.

4.1.6.6 Uso da Água no Estuário

O estuário Potengi-Jundiaí, localizado próximo à cidade de Natal, é formado pelo encontro das desembocaduras dos rios Potengi, Jundiaí, e Doce. Toda a porção do estuário é ocupada por manguezais, ocorrendo também dunas. A biodiversidade local é composta por organismos típicos de manguezais: ostras, caranguejo-uçá, guaiamum e aratu (DIEGUES, 2002). O fato de possuir características hidrodinâmicas seguras permitiu o assentamento populacional em suas margens desde o século XVI, e atualmente existem portos e bases militares, construídas durante a 2ª. Guerra Mundial.

As águas do estuário do Potengi apresentam elevados teores salinos, o que limita a gama de sua utilização, eliminando, por exemplo, a possibilidade para o abastecimento doméstico e industrial, bem como o uso para fins de irrigação e dessedentação animal. Outros usos são observados, tais como preservação da fauna e flora aquática típicas destes ambientes, recreação de contato primário e secundário, navegabilidade, inclusive portos, carcinicultura, pesca comercial e de subsistência e de diluição de efluentes domésticos e industriais.

4.1.6.7 Caracterização da Qualidade de Água da AID e ADA

Com base nos dados recentes provenientes da empresa VERITAS Engenharia Ambiental no âmbito dos Planos Básicos Ambientais referentes às atividades de Dragagem e Derrocamento do Porto de Natal - RN, realizadas no Estuário Potengi/Jundiaí, em junho de 2011, utilizou-se os dados da qualidade física,

química e microbiológica das águas daquele diagnóstico, para a ADA e AID deste estudo, pela similaridade com a área de influência, considerando os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

As informações que subsidiaram o trabalho da empresa Veritas Engenharia Ambiental foram levantadas no período compreendido entre 01/06/2010 à 08/06/2011 (prazo de duração da atividade de dragagem do Porto de Natal/RN). Este acompanhamento baseou-se nas ações desenvolvidas ao longo da atividade de dragagem referente aos programas ambientais estabelecidos e nas análises de água dos parâmetros físico-químicos. Para as análises de sedimento foram realizados estudos da granulometria e metais pesados. Cabe ressaltar que o levantamento atendeu ao preconizado na Resolução CONAMA nº 344 de 2004, conforme abordado no capítulo de Sedimentologia.

No estudo mencionado, foram incluídas quatro (4) campanhas de análise de água e sedimento com os pontos de amostragens pré-determinados, sendo um ponto em cada trecho da dragagem, de números 1, 2, e 3, e ainda, um ponto de número 4 na área de despejo do material dragado (bota-fora) localizado a aproximadamente 6 km da desembocadura do Rio Potengi, contemplando a área de influência direta da obra, ou seja, o estuário do rio Potengi/RN, conforme Figura 177 já mencionada no capítulo 4.1.5 - Sedimentologia.

As coletas relacionadas na Tabela 56, a seguir, foram realizadas em pontos georreferenciados, previamente determinados contemplando os trechos 01, 02 e 03 da dragagem, e a área de bota-fora, registradas nas Figuras 177, 182 a 184.

Na Tabela 56 consta também as datas, os pontos e os horários de coletas das amostragens durante as 04 (quatro) campanhas realizadas para o monitoramento da qualidade da água - IQA, sedimento, do estuário do Rio Potengi, durante o período da dragagem e derrocagem e Porto de Natal - RN.

Tabela 56 - Datas, pontos e horários

Data	Maré	Pontos	Horários
1º Campanha			
26/12/2009	Maré Vazante	P3	10:15
		P2	10:44
		P1	11:22
		P4	-
	Maré Enchente	P4	12:30
		P1	13:13
		P2	13:32
		P3	13:45
2º Campanha			
08/07/2010	Maré Enchente	P1	09:30
		P4	10:42
	Maré Vazante	P1	15:30
		P4	16:40
3º Campanha			
21/02/2011	Maré Vazante	P2	09:35
		P4	10:50
	Maré Enchente	P2	14:45
		P4	16:35
4º Campanha			
16/04/2011	Maré Vazante	P3	08:30
		P4	10:50
	Maré Enchente	P3	14:45
		P4	16:35

Fonte: VERITAS, (2011).

Figura 182 - Ponto 01 (desembocadura do rio Potengi)



Fonte: VERITAS, (2011).

Figura 183 - Ponto 02 (Próximo ao late Clube)



Fonte: VERITAS, (2011).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 184 - Pontos 03 (Em frente ao Cais do Porto)



Fonte: VERITAS, (2011).

A metodologia apresentada pela empresa Veritas Engenharia Ambiental, teve por base a análise laboratorial das amostras de água que foram coletadas com a garrafa de van Dorn, e devidamente distribuídas em recipientes e volumes específicos de acordo com os parâmetros analisados. Em seguida, acondicionou-se em caixa de isopor com gelo e transferidos para o laboratório. Os parâmetros pH e temperatura foram medidos in loco, utilizando-se um ph metro digital de campo.

No Quadro 25, encontram-se os parâmetros com as referidas metodologias utilizadas nas análises de laboratório (VERITAS, 2011).

Quadro 25 - Parâmetros físico-químicos e metodologia utilizada no trabalho

Parâmetros	Metodologia
Temperatura, °C	Termômetro Digital
pH	pHmetro
Oxigênio dissolvido, MG/l de O ₂	Método de Winkler
DBO, MG/L de O ₂	Titulometria
Nitrogênio total, mg/L de N	Titulometria
Fósforo Total, mg/L de P	Espectofotometria
Sólidos Totais, mg/l	Gravimetria
Turbidez, UT	Espectofotometria
Cor verdadeira, uH	Espectofotometria
Óleos e graxas, MG/L	Gravimetria
Sólidos dissolvidos totais, MG/l	Espectofotometria
Salinidade, %	Salinometro WTW
Nitrito, mg/l de N	Espectofotometria
Nitrato, mg/l de N	Espectofotometria
Nitrogênio Aminiacaal, mg/l de N	Espectofotometria
Polifosfatos	Espectofotometria
Clorofila, µg/L	Espectofotometria
Metais Pesados	
Cromo total, mg/L de Cr	AAS-chamas
Cádmio, mg/l de Cd	AAS-chamas
Mercúrio, mg/l de Hg	Vapor frio
Cobre, mg/l de Cu	AAS-chamas
Chumbo, mg/l de Pb	AAS-chamas
Níquel, mg/l de Ni	AAS-chamas
Zinco, mg/l de Zn	AAS-chamas
Arsênio, mg/l de As	MESP 119

Fonte: VERITAS, (2011).

a) Análise de Sedimento

Segundo a empresa Veritas Engenharia Ambiental, o sedimento foi coletado utilizando-se a Draga de Petersen, nos mesmos pontos onde foram coletadas as amostras de água. A draga de Petersen foi lançada a partir de um barco até o fundo para a coleta do material. A quantidade de material obtido variou conforme a textura

do sedimento, e assim, quanto menor a granulometria do sedimento, maior a quantidade de material coletado.

Segundo informado no documento consultado, houve a necessidade da utilização de mergulhadores para coleta dos sedimentos em duas campanhas, pois as condições adversas do mar inviabilizaram a utilização da draga.

Os parâmetros analisados foram metais pesados e granulometria, utilizando-se as metodologias - Resolução Mixta (H_2SO_4) + HCl e Método do Densímetro (Método Oficial da EMBRAPA), respectivamente. O método do teste aplicado foi baseado na ABNT NBR 15638/2008.

b) Índice de Qualidade da Água - IQA

De acordo com o documento da empresa Veritas Engenharia Ambiental, para a caracterização da qualidade da água, utilizou-se alguns parâmetros que representam as características físico-químicas e biológicas, conforme preconiza a legislação, bem como os indicadores que podem aferir a qualidade da água. O IQA foi desenvolvido em 1970, pela National Sanitation Foundation - NSF, sendo adaptado pela CETESB, com o objetivo principal de avaliar a qualidade da água para o abastecimento humano. Para o cálculo do IQA, foram selecionados 9 (nove) parâmetros considerados os mais importantes na qualificação da água, e para cada um deles definiu-se um peso significativo da sua relevância na determinação do índice.

Assim, o IQA foi calculado considerando a fórmula a seguir:

$$IQA = \prod_{i=0} qiwi$$

Onde:

IQA, um número de 0 a 100

qi = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

O IQA considerou os seguintes parâmetros: OD, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais, pH, turbidez e temperatura, sendo determinado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros. A partir do cálculo efetuado, determinou-se a qualidade das águas, que é indicada pelo IQA, o qual varia numa escala entre 0 a 100.

De acordo com o resultado do IQA é enquadrada em uma determinada categoria. A Tabela 57 mostra a classe de qualidade da água em função do valor do IQA.

Tabela 57 - Classe de qualidade da água em função do valor do IQA

QUALIDADE	ESCALA
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
ACEITÁVEL	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	IQA

Fonte: CETESB, (2008).

A cada parâmetro foi atribuído pela empresa Veritas Engenharia Ambiental, um peso, conforme relacionados na Tabela 58, de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA.

Tabela 58 - Peso atribuído para os parâmetros de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA

Parâmetro	Peso - w_i
Oxigênio dissolvido - OD (% OD)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	0,10

Parâmetro	Peso - wi
(MG/L)	
Nitratos (MG/L NO 3)	0,10
Fosfatos (MG/L PO 4)	0,10
Varição na Temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos Totais (MG/L)	0,08

Fonte: VERITAS (2011).

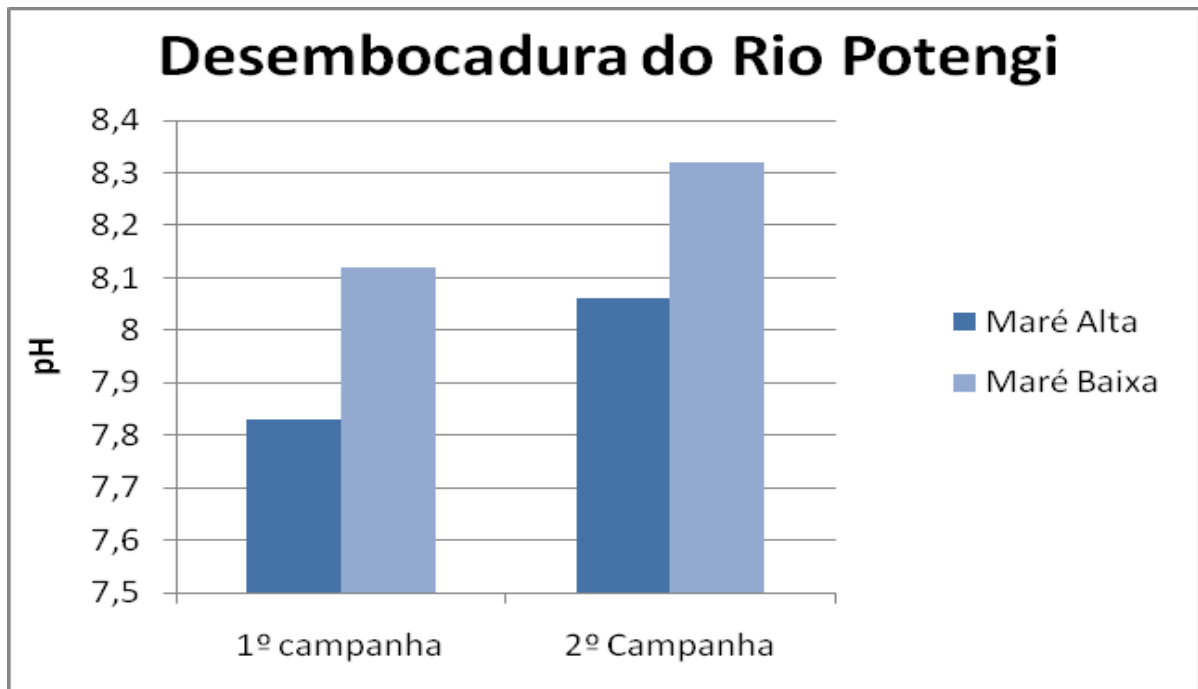
4.1.6.8 Resultados das Análises Físico-Química, Microbiológica da Água

A empresa Veritas Engenharia Ambiental fez uma comparação dos parâmetros selecionados durante as várias campanhas realizadas nos pontos pré-estabelecidos (Ponto 1: desembocadura do rio Potengi, Ponto 2: Iate Clube, Ponto 3: Porto de Natal, Ponto 4: Bota Fora), conforme representados nos Gráficos 73 a 96.

Vale ressaltar que os padrões de classificação para as águas salinas utilizados no documento consultado foram seguidos conforme preconiza o art. 18, da CONAMA nº 357 de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, onde se estabelece como parâmetro a classificação para águas tipo salinas.

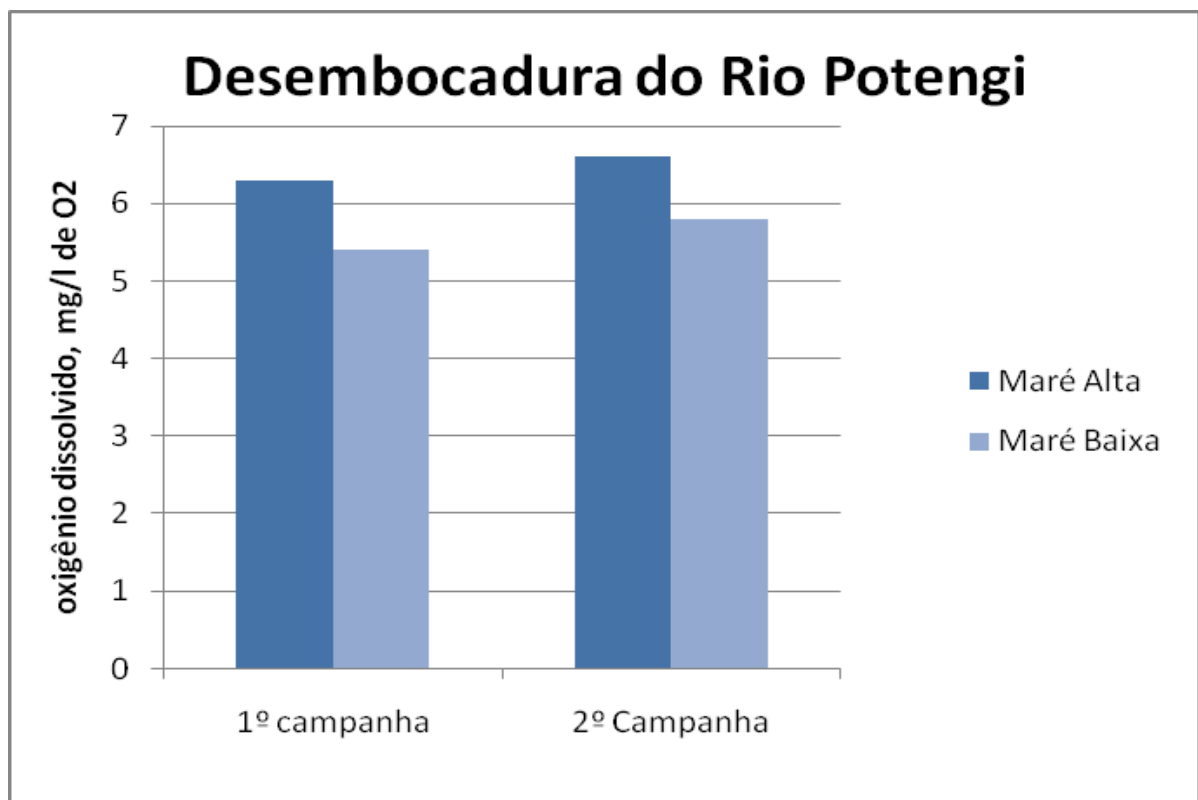
A desembocadura do rio Potengi foi definida como o primeiro ponto de coleta, avaliado nas 1ª e 2ª campanhas. Na enchente, em ambas as campanhas, o pH (Gráfico 73) variou de neutro a alcalino, com dominância de alcalino na maré vazante. Com mínima de 7,83 e máxima de 8,32, ficando enquadrada nos limites estabelecidos pelo CONAMA 357, que é de 6,5 a 8,5.

Gráfico 73 - Ponto 01: Comparação dos dados do pH, durante a 1ª e 2ª campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

Gráfico 74 - PONTO 01: Comparação dos dados do oxigênio dissolvido durante a 1ª e 2ª Campanha

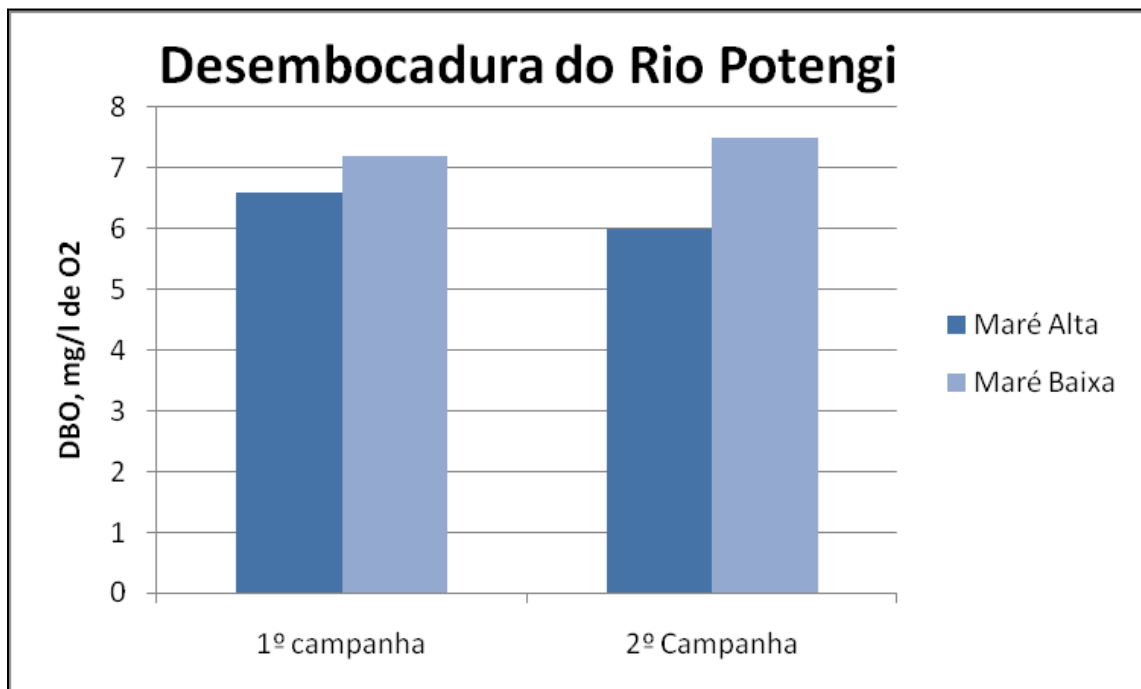


Fonte: VERITAS, (2011).

Segundo o Gráfico 74, o OD apresentou a média de 6,02 mg/L de O₂. Observa-se que o oxigênio dissolvido apresentou maior valor na maré enchente com menor valor na maré vazante (mínima 5,4 mg/l de O₂), permanecendo abaixo do limite estabelecido no CONAMA nº 357 de 2005. No entanto, apresentou a máxima de 6,6 mg/l de O₂ na maré enchente da segunda campanha.

Nas duas campanhas, a DBO (Gráfico 75) na maré enchente apresentou níveis baixo com variação de apenas 0,6mg/l de O₂. Com a máxima de 6,6 mg/l de O₂. Na maré vazante a DBO apresentou valores altos em relação à maré enchente, com máxima de 7,5 mg/l de O₂ (VERITAS, 2011, p.31).

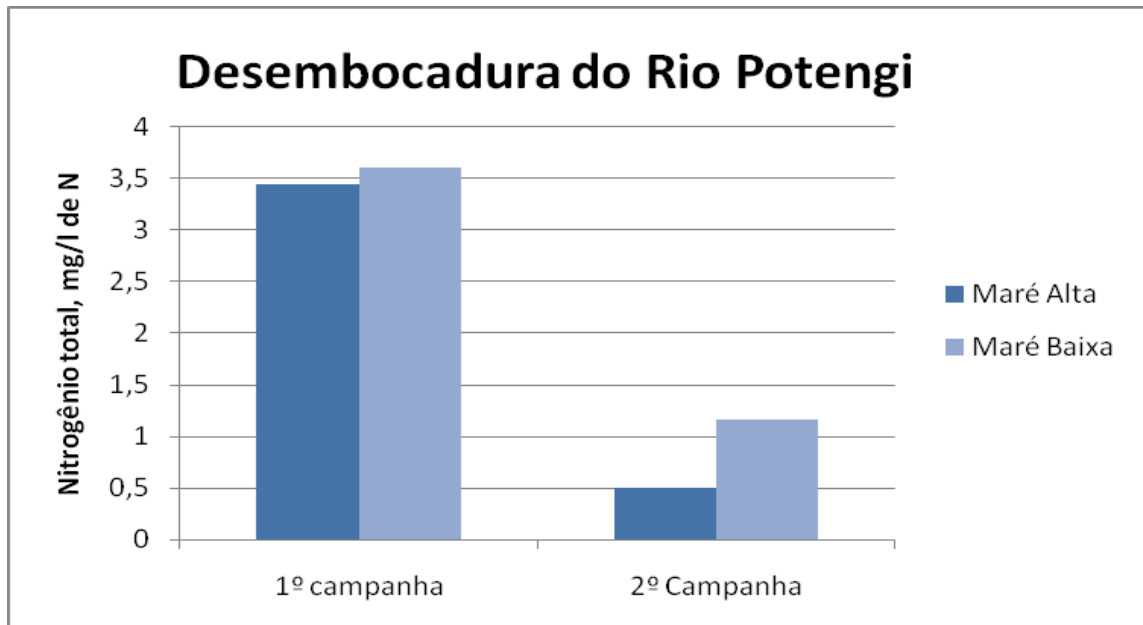
Gráfico 75 - Ponto 1: Comparação de DBO, durante a 1º e 2º campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

O valor médio de nitrogênio total (Gráfico 76) foi de 2,17 mg/l de N, com máxima de 3,44 mg/l de N na maré enchente da primeira campanha, e mínima de 0,5 mg/l de N na segunda campanha, também na maré enchente. O CONAMA nº 357 de 2005 estabelece o limite de 0,40 mg/l de N (VERITAS, 2011, p. 32).

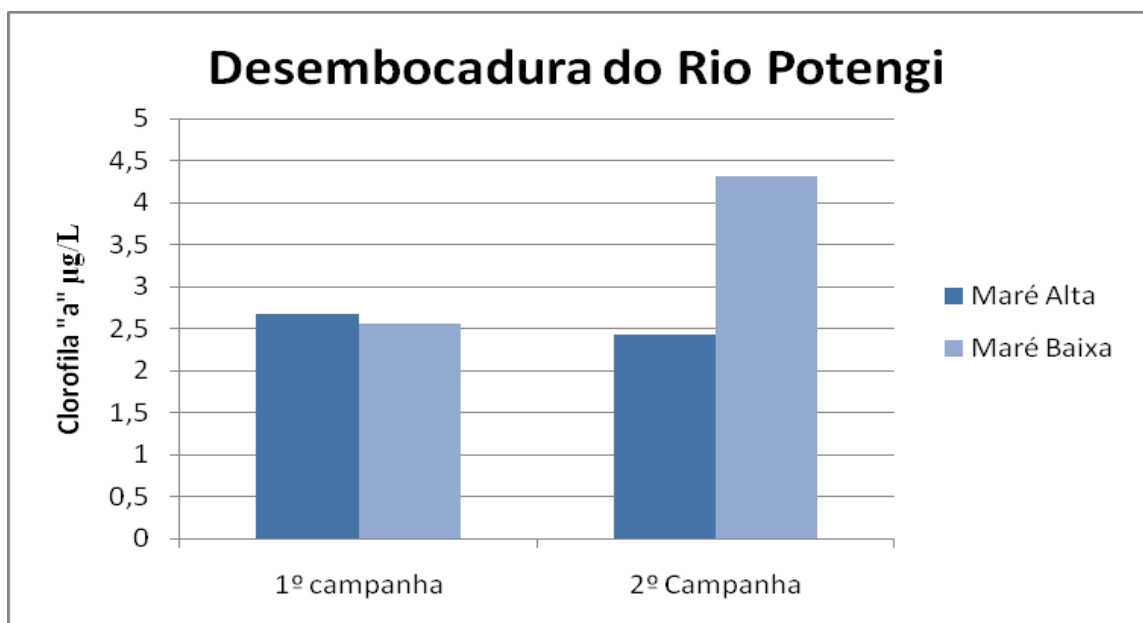
Gráfico 76 - PONTO 01: Comparação dos dados do Nitrogênio total, durante a 1° e 2° campanha



Fonte: VERITAS, (2011)

Os valores de clorofila “a” (Gráfico 77) tiveram máxima 4,31 $\mu\text{g/l}$ na maré vazante e mínima de 2,43 $\mu\text{g/l}$ na maré enchente na segunda campanha (VERITAS, 2011, p. 32).

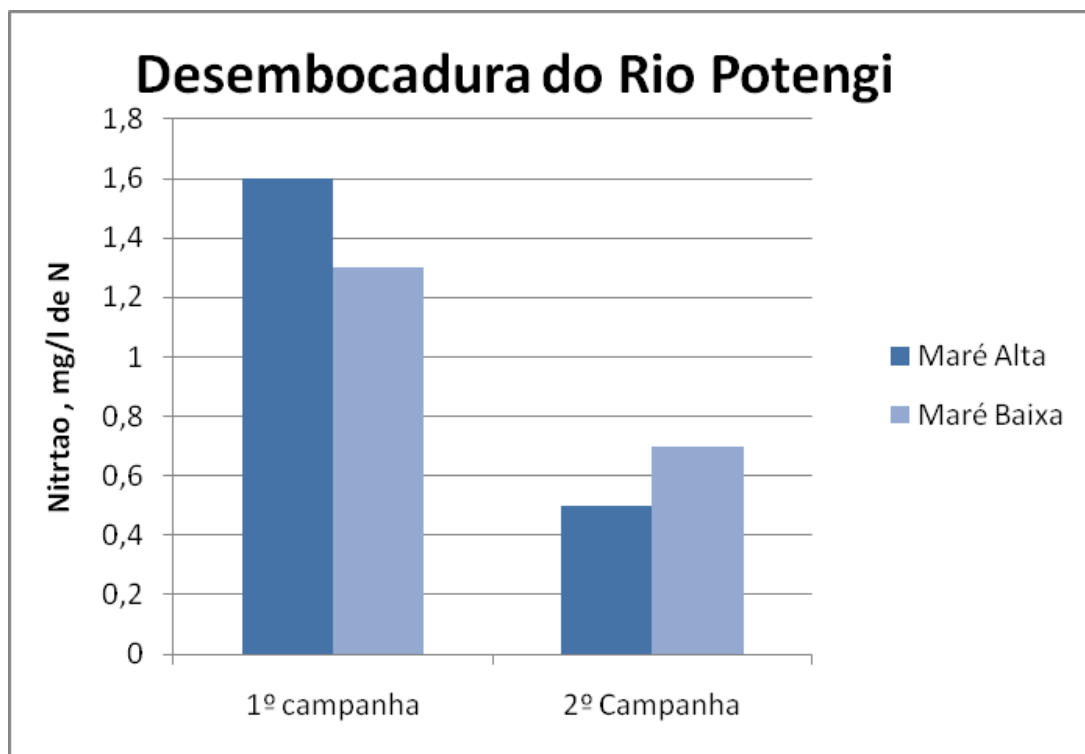
Gráfico 77 - PONTO 01: Comparação dos dados de clorofila”a” durante a 1° e 2° campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

Analisando um dos compostos nitrogenados separadamente, verifica-se que os valores de nitrato já se encontravam bastante elevados, mesmo antes do início da atividade de dragagem, conforme constatado na primeira campanha com o nitrato variando entre 1,3 a 1,6 mg/l de N. Na segunda campanha as concentrações de nitrato foram baixas com relação a primeira campanha, variando entre 0,5 a 0,7 mg/l de N, portanto também estiveram acima dos limites permitidos pela legislação (Gráfico 78) (VERITAS, 2011, p.33).

Gráfico 78 - PONTO 01: Comparação dos dados do nitrato, durante a 1º e 2º campanha



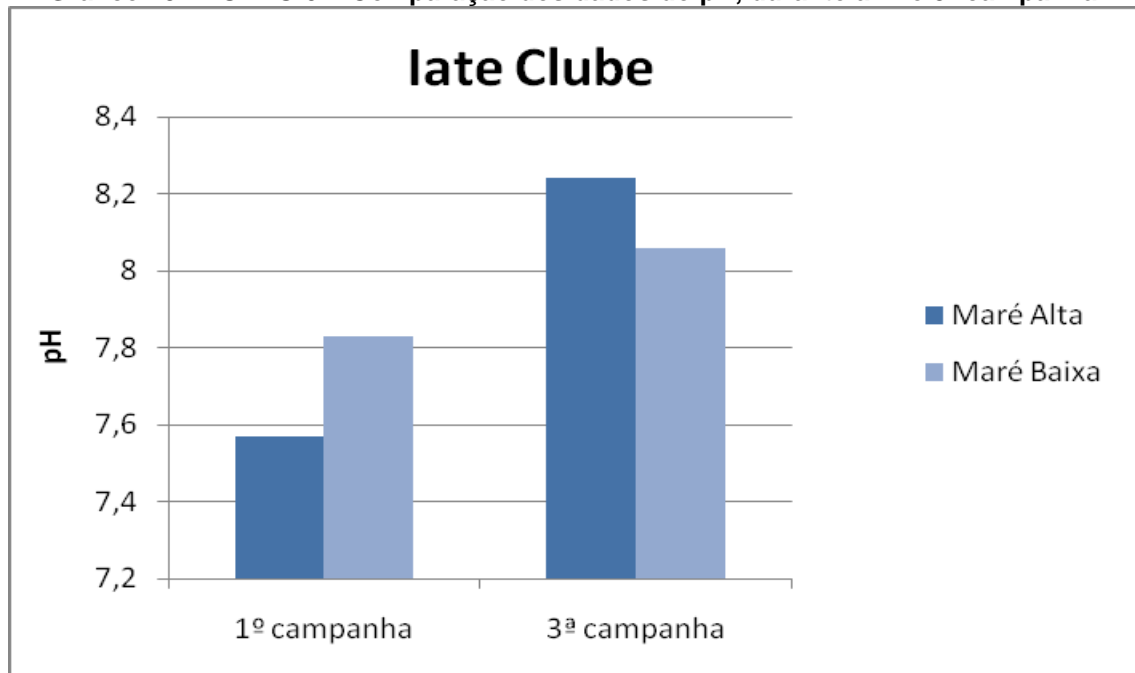
Fonte: VERITAS, (2011).

No Ponto 2 (Iate Clube) avaliaram-se as 1ª e 3ª campanhas (Gráfico 79). O potencial hidrogênionico apresentou características de neutro a alcalino, com máxima de 8,24, na maré enchente da terceira campanha e mínima de 7,57, na maré enchente da primeira campanha. Os valores ficaram nos limites estabelecidos pelo CONAMA nº 357/2005 (entre 6,5 a 8,5) (VERITAS, 2011, p.34).

O OD (Gráfico 80) para o ponto 2 apresentou média de 6,02 mg/l de O₂, na terceira campanha, durante a maré enchente e vazante. Na primeira campanha o oxigênio dissolvido apresentou máxima de 6,3 mg/l de O₂, durante a maré enchente.

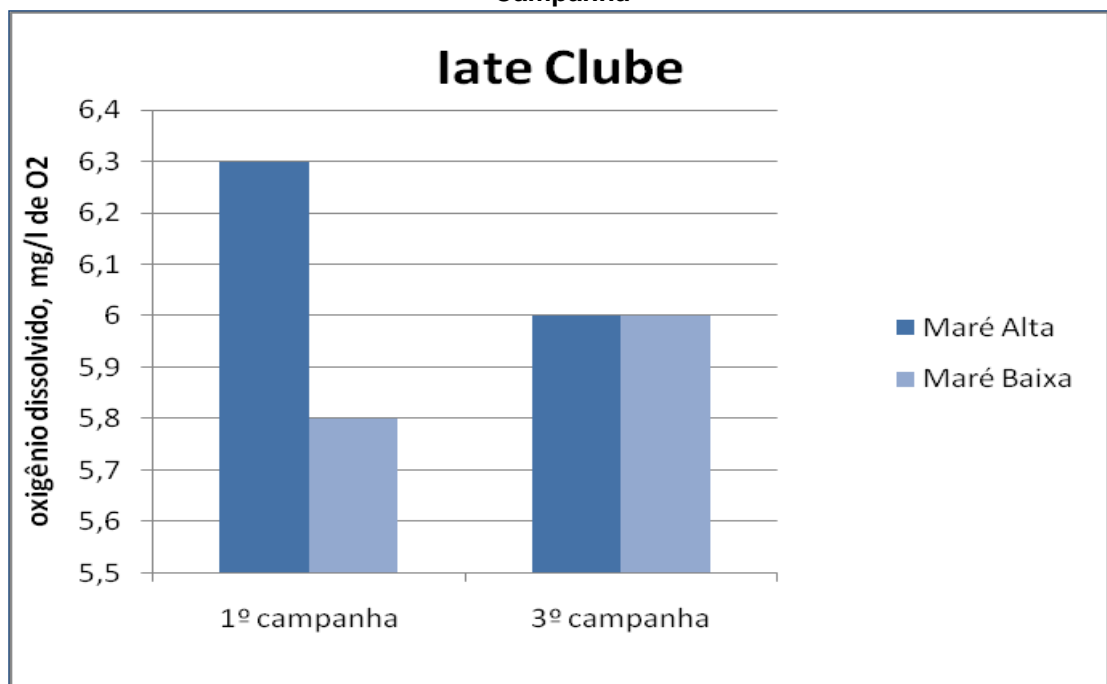
Na maré vazante da primeira campanha apresentou 5,80 mg/l de O₂, ou seja, o OD não atendeu aos limites previstos no CONAMA nº 357 de 2005, a qual estabelece valores não inferiores a 6,0 mg/l de O₂.

Gráfico 79 - PONTO 02: Comparação dos dados do pH, durante a 1ª e 3ª campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

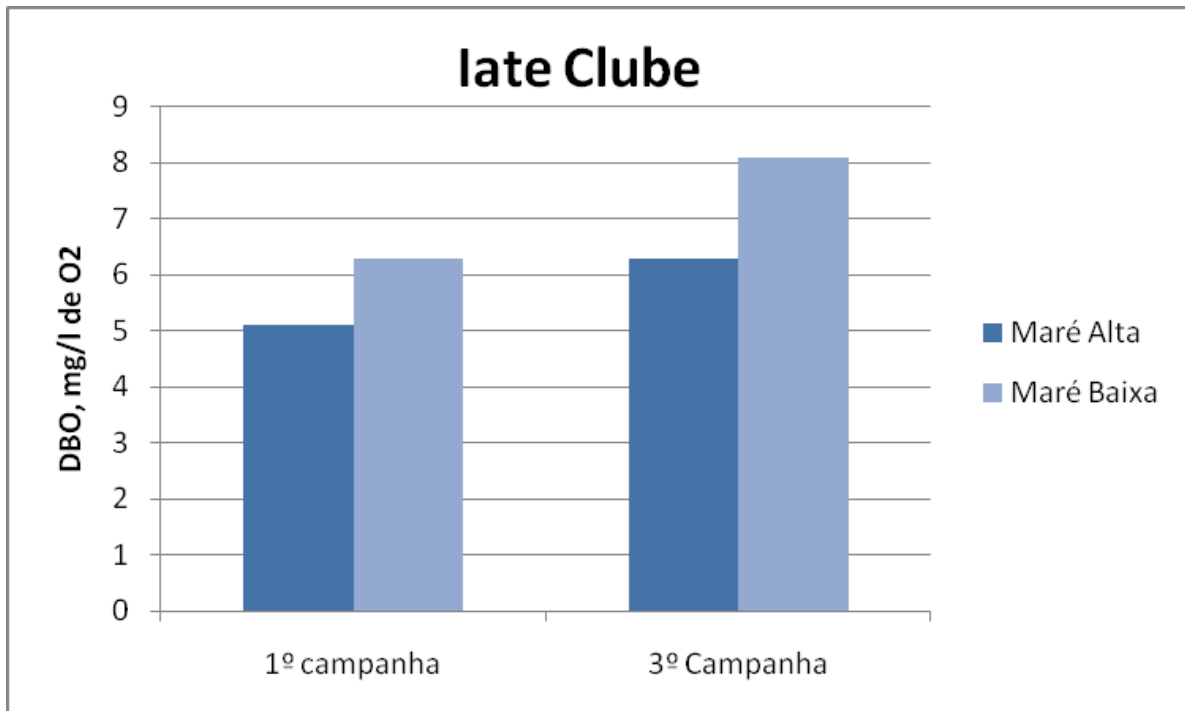
Gráfico 80 - PONTO 02: Comparação dos dados do oxigênio dissolvido durante a 1ª e 3ª Campanha



Fonte: VERITAS, (2011)

O nível encontrado da DBO (Gráfico 81) durante a maré enchente da primeira campanha foi de 5,10 para o valor mínimo e de 8,10, para o valor máximo na maré vazante da terceira campanha, apresentando a média de 6,45mg/l de O₂.

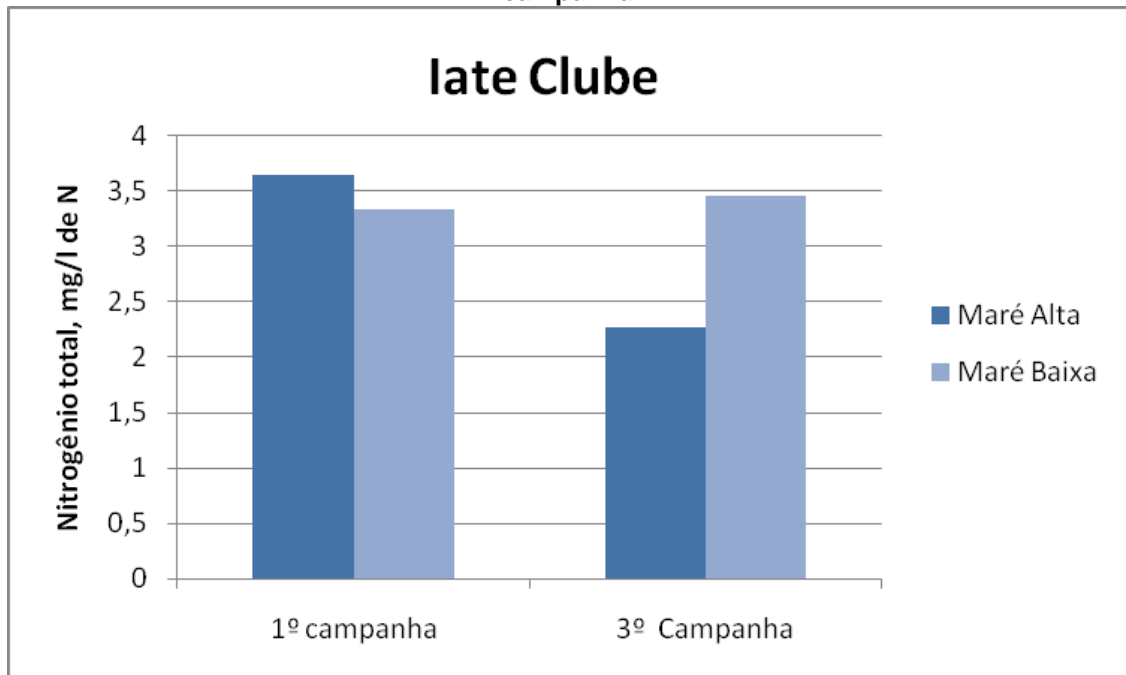
Gráfico 81 - PONTO 02: Comparação dos dados da DBO, durante a 1° e 2° campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

O nitrogênio total (Gráfico 82) apresentou a média de 3,17 mg/l de N, com pouca variação entre as maré baixa e alta durante a primeira campanha. Na maré enchente da terceira campanha, o nitrogênio apresentou seu valor mínimo de 2,27 mg/l de N. Todos os valores do Nitrogênio no ponto 02 estiveram acima do limite estabelecido pelo CONAMA nº 357/05, ou seja de 0,40 mg/l de N (VERITAS, 2011, p.36).

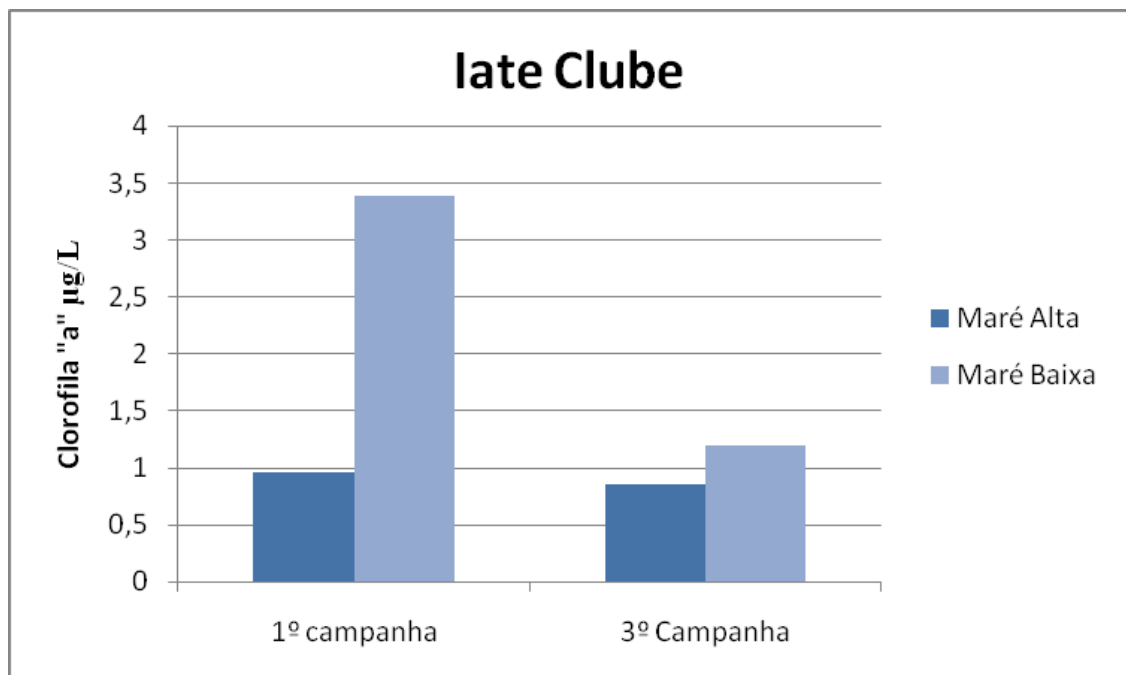
Gráfico 82 - PONTO 02: Comparação dos dados do Nitrogênio Total, durante a 1° e 3° campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

As concentrações de clorofila “a” (Gráfico 83) apresentaram valores baixos na maré enchente da 1° e 3° campanhas. Contudo, este parâmetro teve como valor máximo 3,39 µg/l, na maré vazante da primeira campanha (VERITAS, 2011, p.37).

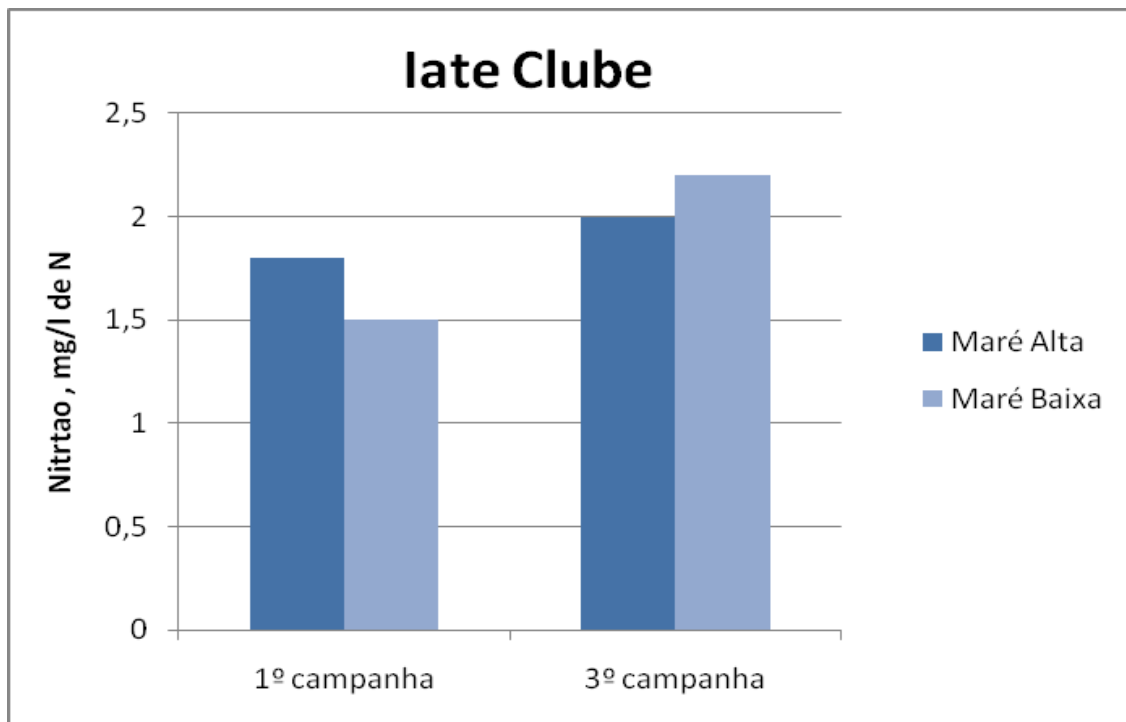
Gráfico 83 - PONTO 02: Comparação dos dados de Clorofila”a” durante a 1° e 3° campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

No ponto 2, o nitrato (Gráfico 84) apresentou o valor máximo de 2,2 mg/l de N, na maré vazante da 3ª campanha, e o valor mínimo de 1,5 mg/l de N, na maré vazante da 1ª campanha. A média foi de 1,87 mg/l de N. O nitrato extrapolou o limite de concentração previsto pelo CONAMA 357/05, o qual é de 0,4mg/l de N (VERITAS, 2011, p.38).

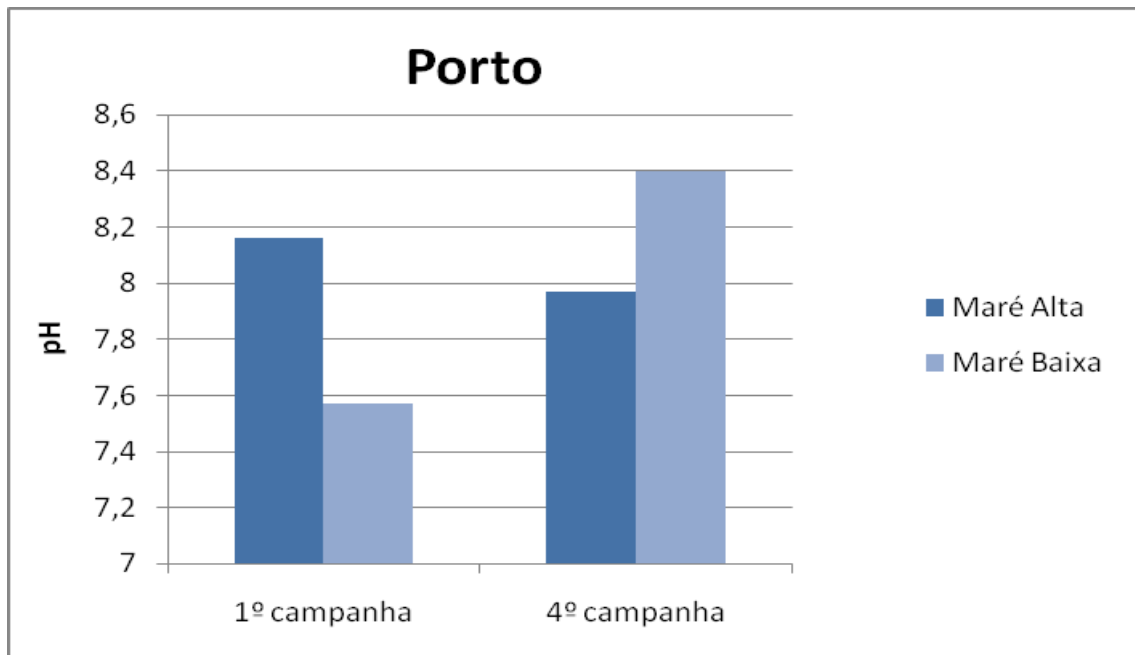
Gráfico 84 - PONTO 02: Comparação dos dados do nitrato, durante a 1ª e 3ª campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

No Ponto 3 referente ao Porto avaliaram-se as 1ª e 4ª campanhas (Gráfico 85). O potencial hidrogeniônico apresentou a média de 8,02, sendo classificado como alcalino. O pH mínimo apresentado foi de 7,57, na maré vazante da 1ª campanha e o pH máximo foi de 8,4 na maré vazante da 4ª campanha. O pH manteve-se nos limites previstos pelo CONAMA nº 357/05, o qual estabelece valores entre 6,5 a 8,5, para o potencial hidrogeniônico (VERITAS, 2011, p.39).

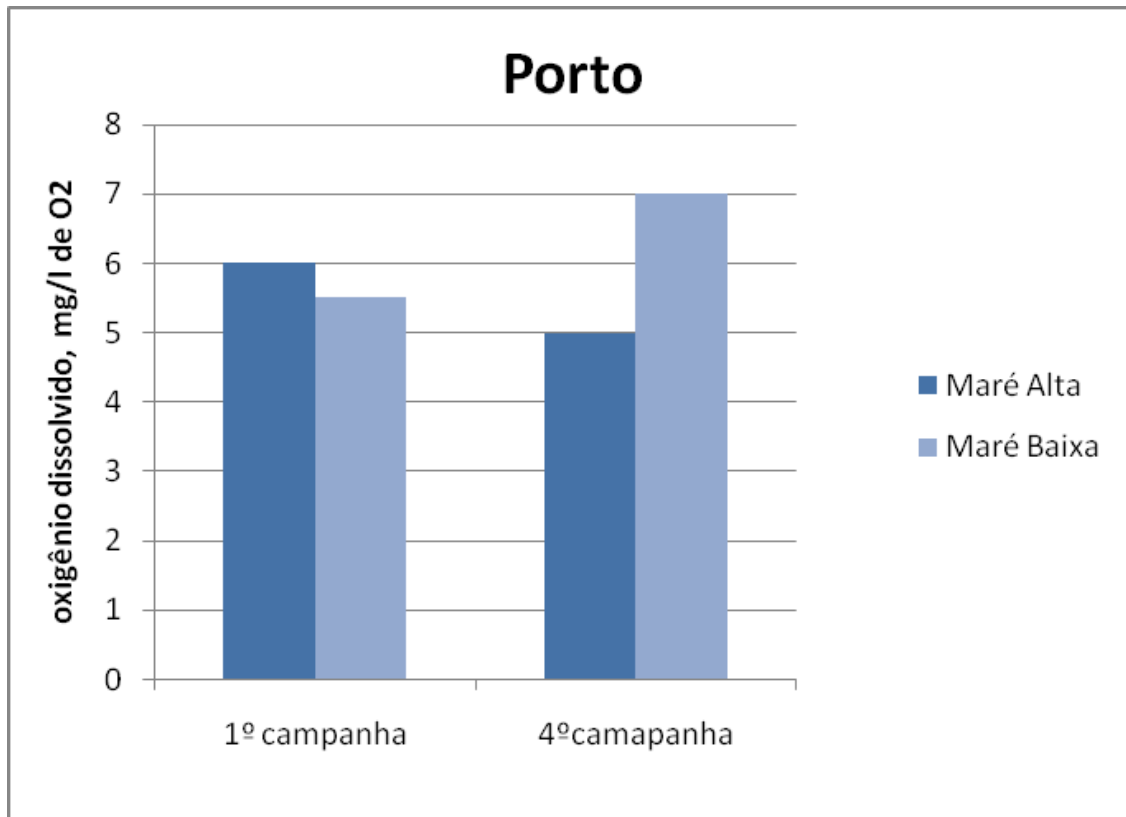
Gráfico 85 - PONTO 03: Comparação dos dados do pH, durante a 1º e 4º campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

Durante a 1ª e 4ª campanhas, a concentração de oxigênio dissolvido (Gráfico 86) apresentou variações máxima de 7 mg/l de O₂ na maré vazante da 4ª campanha e mínima de 5 mg/l de O₂, na maré enchente. Apenas na maré vazante da 4ª campanha os valores de OD atenderam o CONAMA nº 357/05 que estabelece limites não inferiores a 6,0 mg/l de O₂.

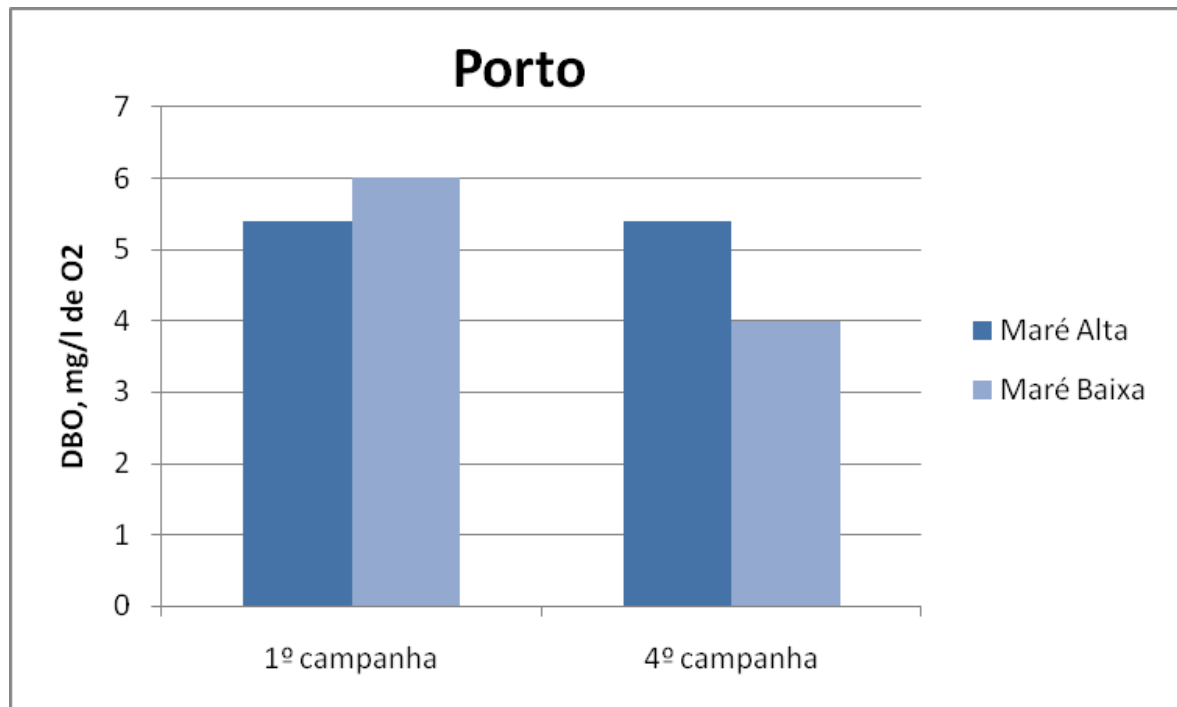
Gráfico 86 - PONTO 03: Comparação dos dados do oxigênio dissolvido, durante a 1ª e 4ª campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

A demanda biológica de oxigênio (Gráfico 87) teve maior índice na maré vazante da primeira campanha, com 6 mg/l de O₂ e mínima de 4 mg/l de O₂, também na maré vazante da quarta campanha. A média durante as quatro coletas foi de 5,20mg/l de O₂ (VERITAS, 2011, p.41).

Gráfico 87 - PONTO 03: Comparação dos dados da DBO, durante a 1º e 4º campanha

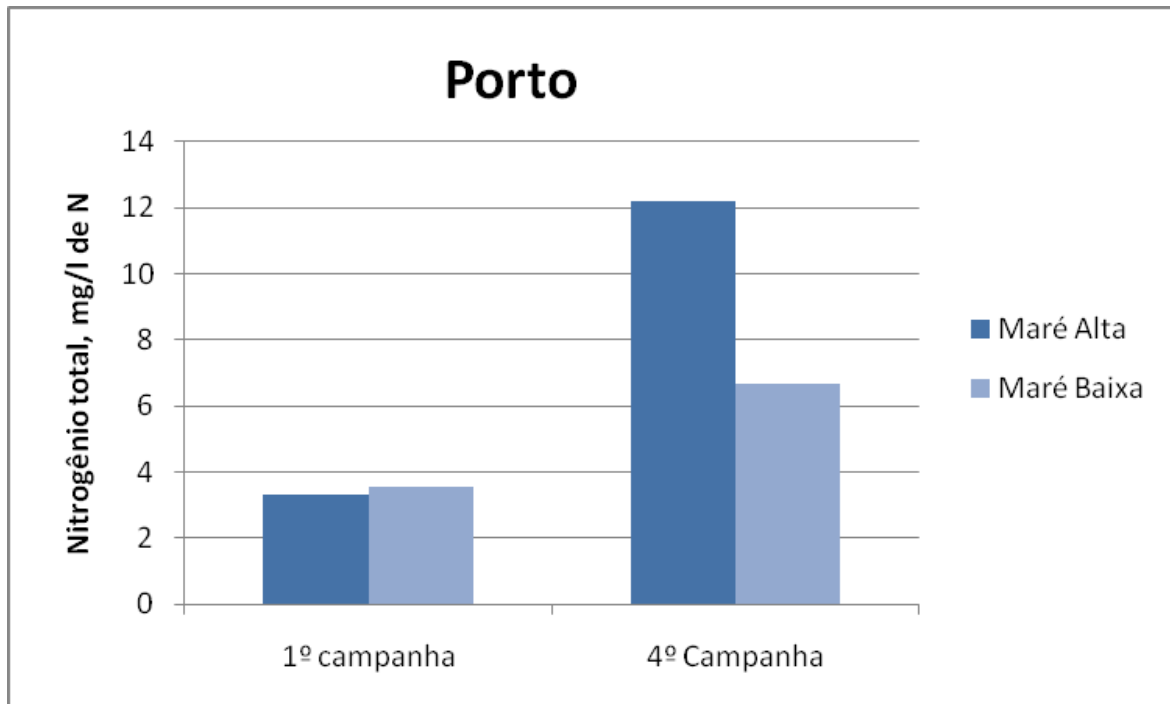


Fonte: VERITAS, (2011).

Os valores de nitrogênio total (Gráfico 88) tiveram variações significativas durante as duas coletas. Variando de 3,34mg/l de N na maré enchente da primeira campanha à 12,2 mg/l de N também na maré enchente da quarta campanha. Todas as amostras estiveram bem acima do permitido pelo CONAMA 357/05 que é de 0,40 mg/l de N (VERITAS, 2011, p.42).

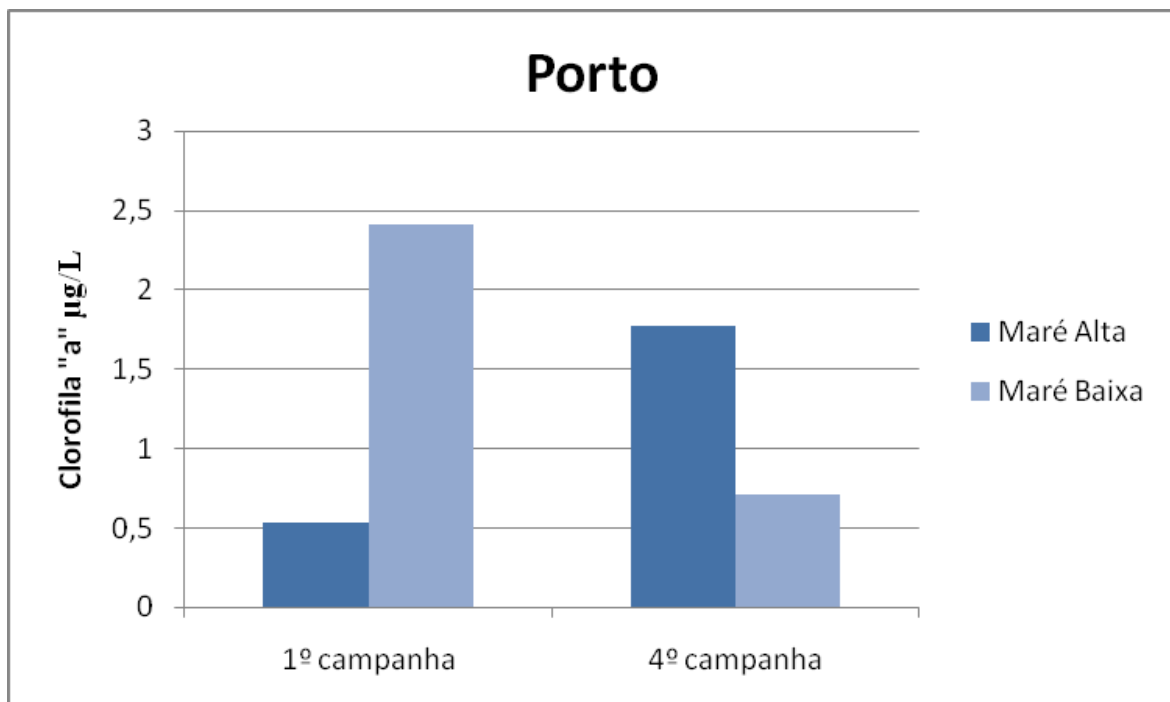
A média da clorofila “a” (Gráfico 89) foi de 1,35 µg/l, apresentando valor máximo de 2,41 µg/l na maré vazante da primeira campanha e 0,53 da maré enchente também da primeira campanha (VERITAS, 2011, p.43).

Gráfico 88 - PONTO 03: Comparação dos dados do nitrogênio total, durante a 1° e 4° Campanha



Fonte: VERITAS, (2011)

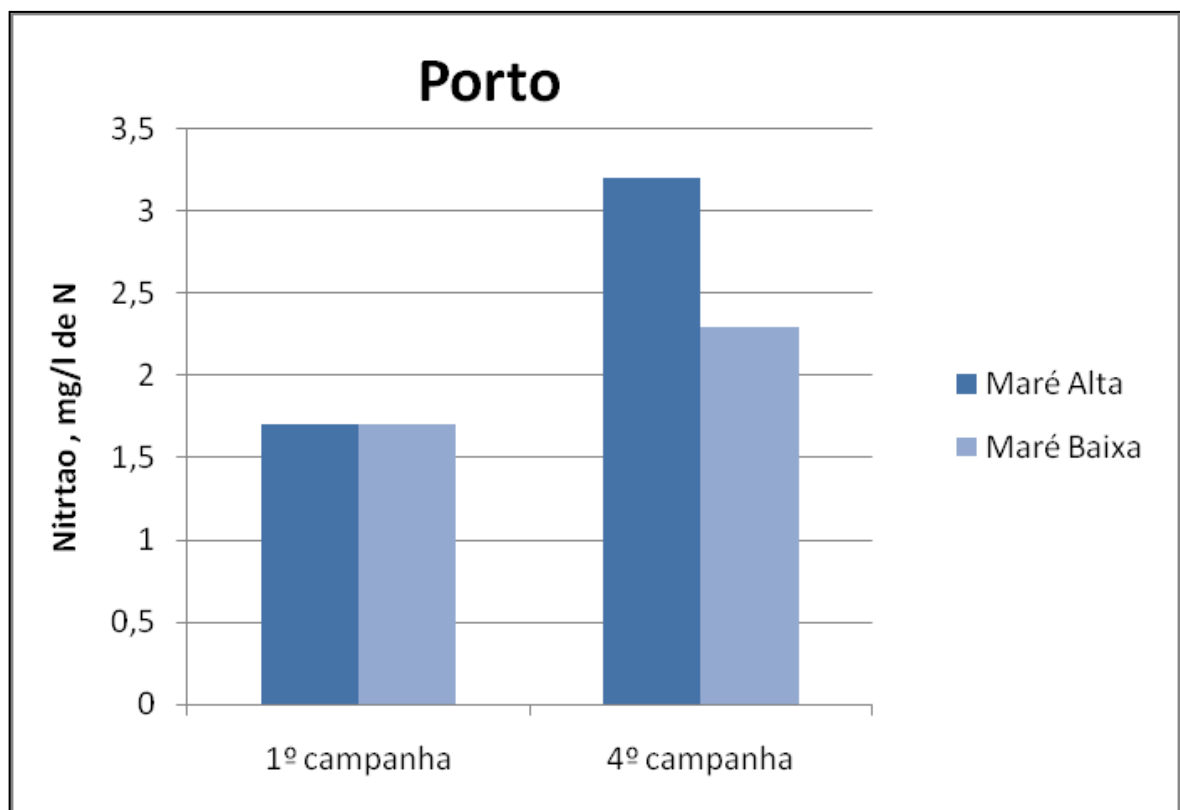
Gráfico 89 - PONTO 03: Comparação dos dados da clorofila "a", durante a 1° e 4° campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

O nitrato (Gráfico 90) na 1ª campanha apresentou valor igual nas duas marés 1,7 mg/l de N. O maior valor de nitrato foi obtido na maré enchente da 4ª campanha atingindo o valor de 3,20 mg/l de N. A média da concentração de nitrato neste ponto foi de 2,22 mg/L de N. Todas as amostras ultrapassaram os valores estabelecidos pelo CONAMA 357/05 que é de 0,40 mg/l de N (VERITAS, 2011, p.44).

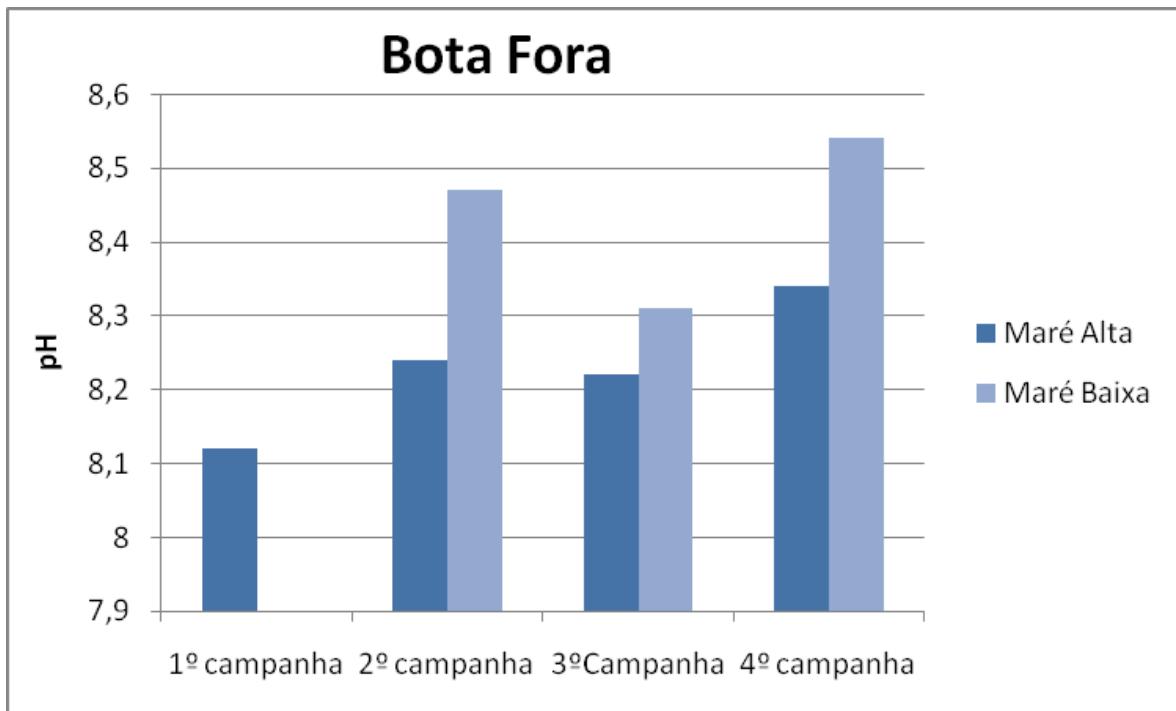
Gráfico 90 - PONTO 03: Comparação dos dados do nitrato, durante a 1º e 4º campanha



Fonte: VERITAS, (2011).

O pH do ponto 4 (Bota fora) (Gráfico 91) apresentou valores em conformidade com o CONAMA nº 357/2005 que estabelece valores de pH variando entre 6,5 a 8,5. O pH do Bota Fora caracterizou-se como alcalino ao longo das campanhas. Seus maiores valores foram na segunda e na quarta campanha como pode ser visualizado no gráfico a seguir. O pH teve valor mínimo de 8,12 na maré enchente da 1ª campanha e máxima de 8,54 na maré vazante da 4ª campanha (VERITAS, 2011).

Gráfico 91 - PONTO 04: Comparação dos dados do pH, durante as 04 campanhas



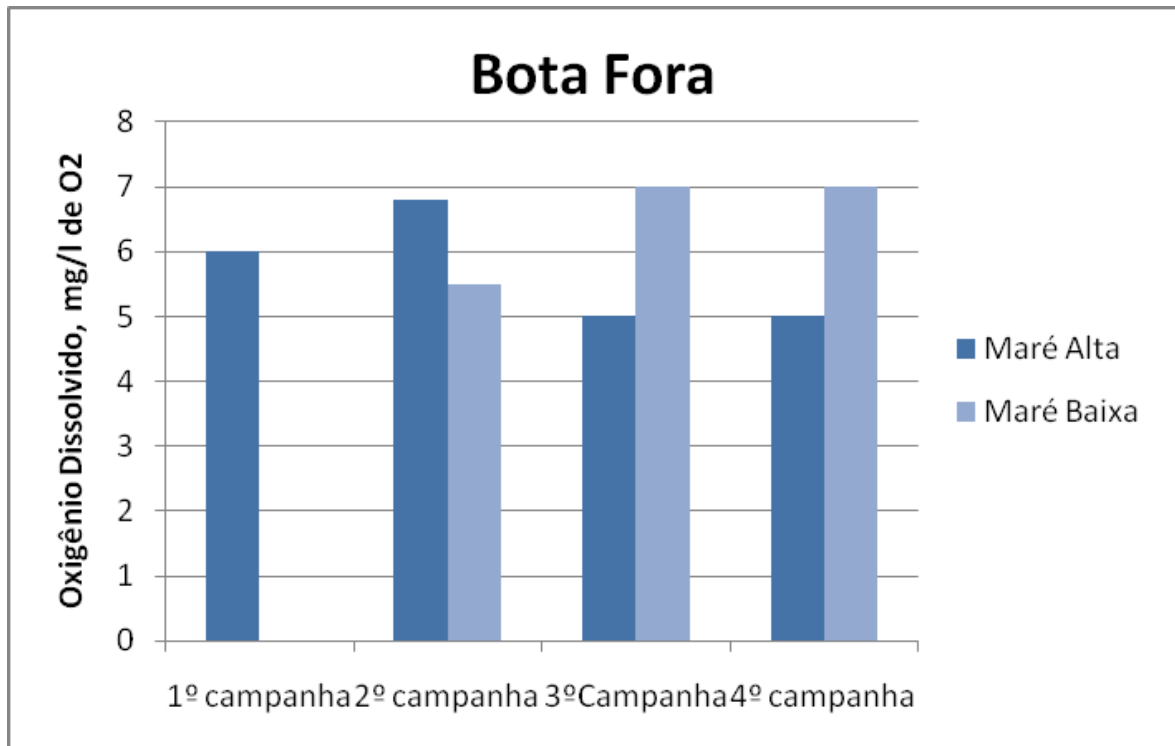
Fonte: VERITAS, (2011).

Os valores mínimos de OD (Gráfico 92) foram encontrados na maré enchente da terceira e quarta campanha com valores de 5,0 mg/l de O₂. A média do OD foi de 6,04 mg/l de O₂. Já o valor máximo para o OD durante o monitoramento foi 7 mg/l de O₂ durante a terceira e quarta campanha, na maré baixa. O CONAMA nº 357/2005 estabelece limites não inferiores a 6,0 mg/l de O₂.

A maior concentração da DBO (Gráfico 93) encontrada foi de 9 mg/l de O₂ na maré enchente da quarta campanha. E mínima de 5,1 mg/l de O₂, na maré enchente da primeira campanha. A média encontrada ao longo das quatro campanhas para a concentração da DBO foi de 6,61 mg/l de O₂ (VERITAS, 2011).

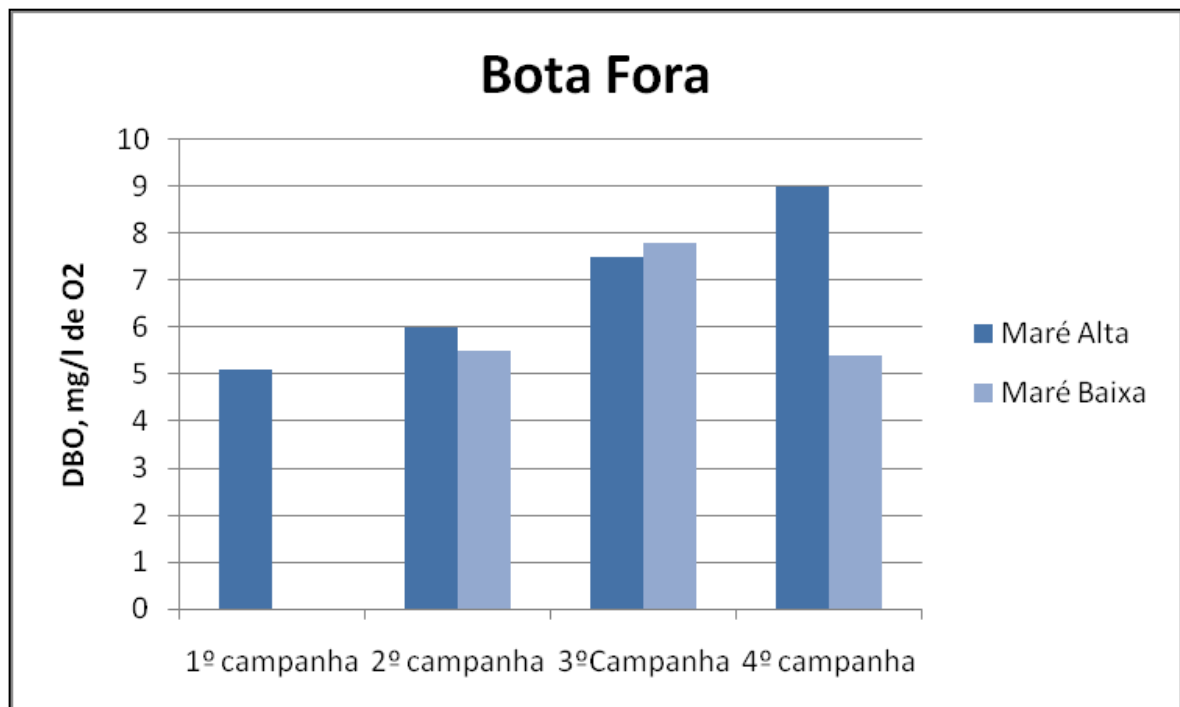
O nitrogênio total (Gráfico 94) oscilou de 0,83 mg/l de N (valor mínimo) na maré enchente da segunda campanha à 6,88 mg/l de N (valor máximo) na maré enchente da quarta campanha. Nenhuma amostra atendeu aos limites do CONAMA nº 357/05 que é de 0,40 mg/l de N (VERITAS, 2011).

Gráfico 92 - PONTO 04: Comparação dos dados do oxigênio dissolvido, durante as 04 campanhas



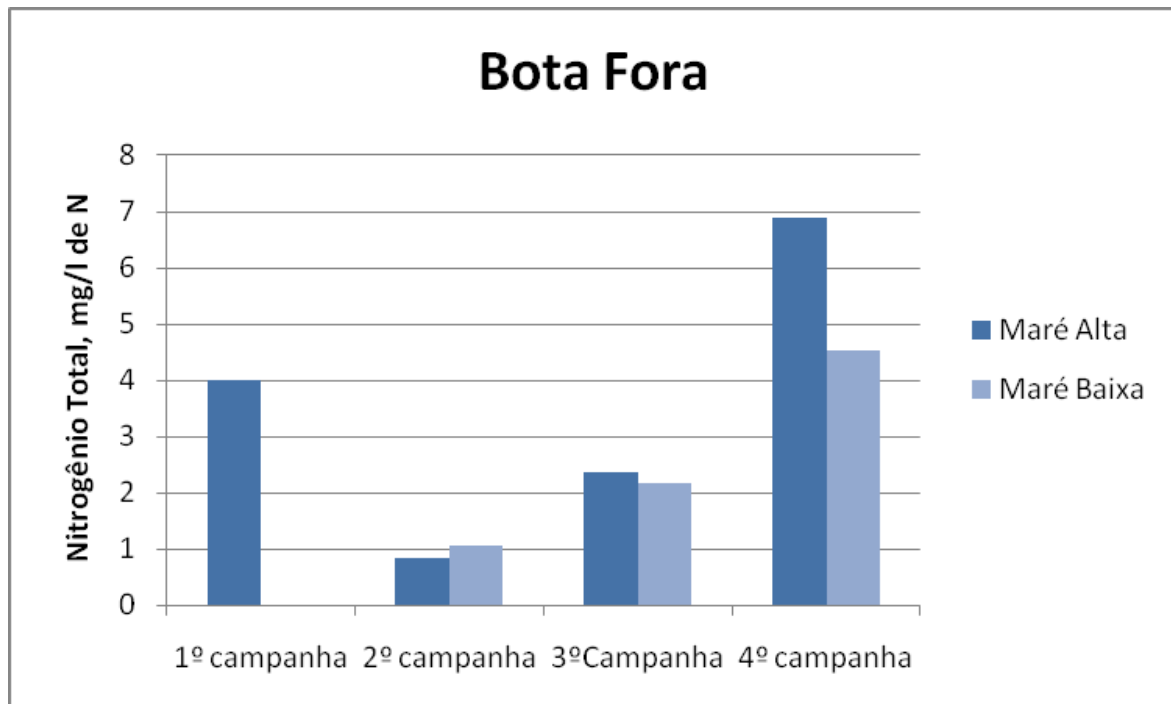
Fonte: VERITAS, (2011).

Gráfico 93 - PONTO 04: Comparação dos dados da DBO, durante as 04 campanhas



Fonte: VERITAS, (2011).

Gráfico 94 - Comparação dos dados de nitrogênio total durante as 04 campanhas

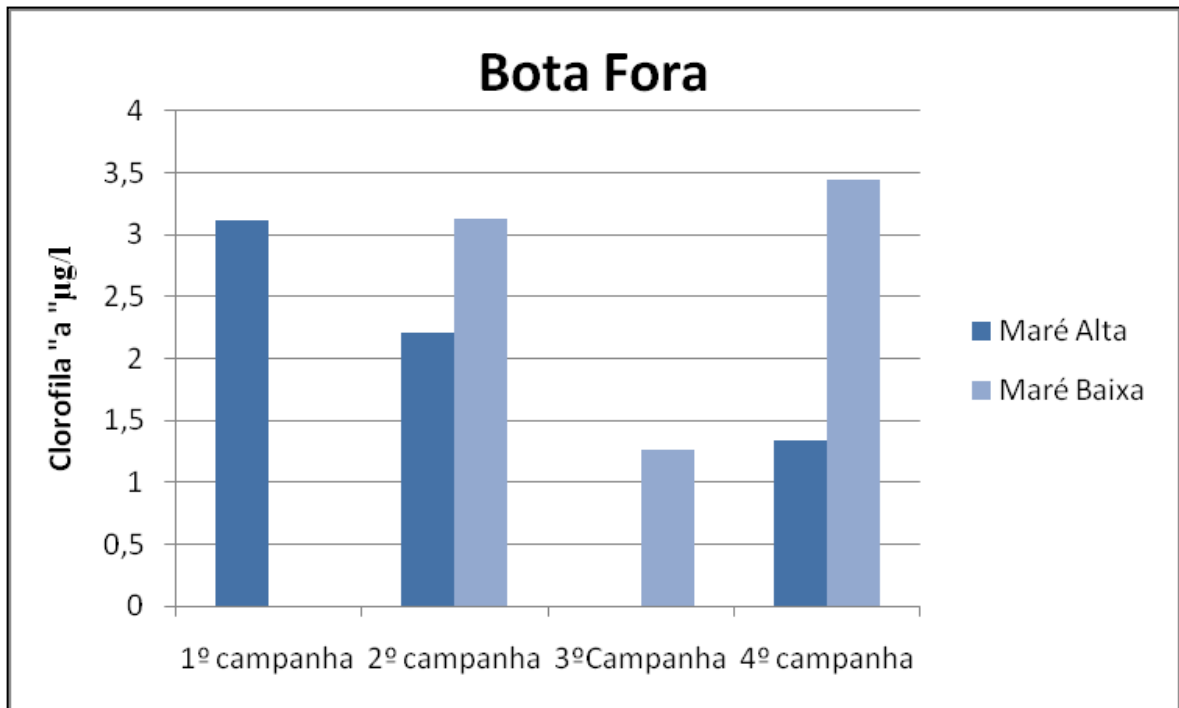


Fonte: VERITAS, (2011).

A clorofila “a” (Gráfico 95) durante a maré vazante do monitoramento variou de 3,44 $\mu\text{g/L}$ à 1,26 $\mu\text{g/l}$. Analisando os valores de clorofila “a” da maré enchente verificamos a menor concentração de 0,00 $\mu\text{g/l}$ na terceira campanha. E máximo valor de 3,11 $\mu\text{g/l}$ na primeira campanha.

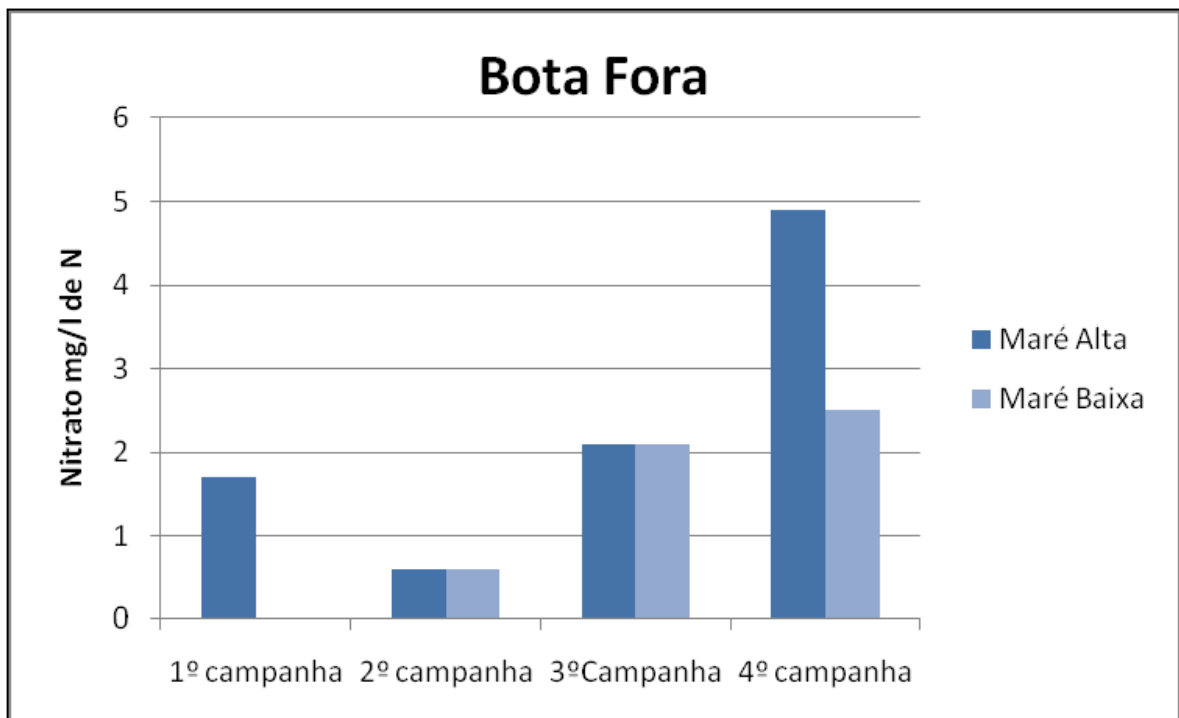
O nitrato (Gráfico 96) durante o monitoramento apresentou média de 2,07 mg/l de N. O nível mínimo foi verificado na segunda campanha durante as marés enchente e vazante de 0,6 mg/l de N. A concentração máxima foi verificada na maré enchente da quarta campanha com o valor de 4,9 mg/l de N. Nenhuma amostra atendeu aos limites do CONAMA nº 357/05 que é de 0,4 mg/l de N (VERITAS, 2011).

Gráfico 95 - PONTO 04: Comparação dos dados de clorofila "a" durante as 04 campanhas



Fonte: VERITAS, (2011).

Gráfico 96 - PONTO 04: Comparação dos dados do nitrato, durante as 04 campanhas



Fonte: VERITAS, (2011).

c) Índice De Qualidade Das Águas - IQA relacionados à Resolução CONAMA 357/2005.

Conforme a Tabela 59, que relata a Escala do IQA, observamos que nos pontos monitorados, para águas salobras e salinas, Classe 1, os resultados encontrados relacionados com o CONAMA nº 357/2005, apresentaram índices com qualidade ÓTIMA E BOA, dados estes observados nas Tabelas 60 a 63, referentes aos pontos analisados, durante as campanhas.

Tabela 59 - Escala do IQA

Qualidade	Escala
Ótima	$79 < IQA \leq 79$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Aceitável	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: VERITAS (2011) e CETESB (2008).

Tabela 60 - Dados do IQA da 1ª campanha

IQA	P1 (Desembocadura do rio Potengi)		P2 (late Clube)		P3 (Porto de Natal)		P4 (Bota Fora)	
	MV	ME	MV	ME	MV	ME	MV	ME
Ótima	-	82,95	-	-	81,09	81,21	-	-
Boa	78	-	78,97	62,59	-	-	-	63,65

Fonte: VERITAS (2011) e CETESB (2008).

Tabela 61 - Dados do IQA da 2ª campanha

IQA	P1 (Desembocadura do rio Potengi)		P4 (Bota Fora)	
	MV	ME	MV	ME
Ótima	82,41	79,15	-	79,04
Boa	-	-	78,33	-

Fonte: VERITAS (2011) e CETESB (2008).

Tabela 62 - Dados do IQA da 3ª campanha

IQA	P2 (late Clube)		P4 (Bota Fora)	
	MV	ME	MV	ME
Ótima	79,04	-	-	-
Boa	-	58,69	55,95	57,86

Fonte: VERITAS (2011) e CETESB (2008).

Tabela 63 - Dados do IQA da 4ª campanha

IQA	P3 (Porto de Natal)		P4 (Bota Fora)	
	MV	ME	MV	ME
Ótima	-	-	-	-
Boa	77,33	73,24	70,83	57,86

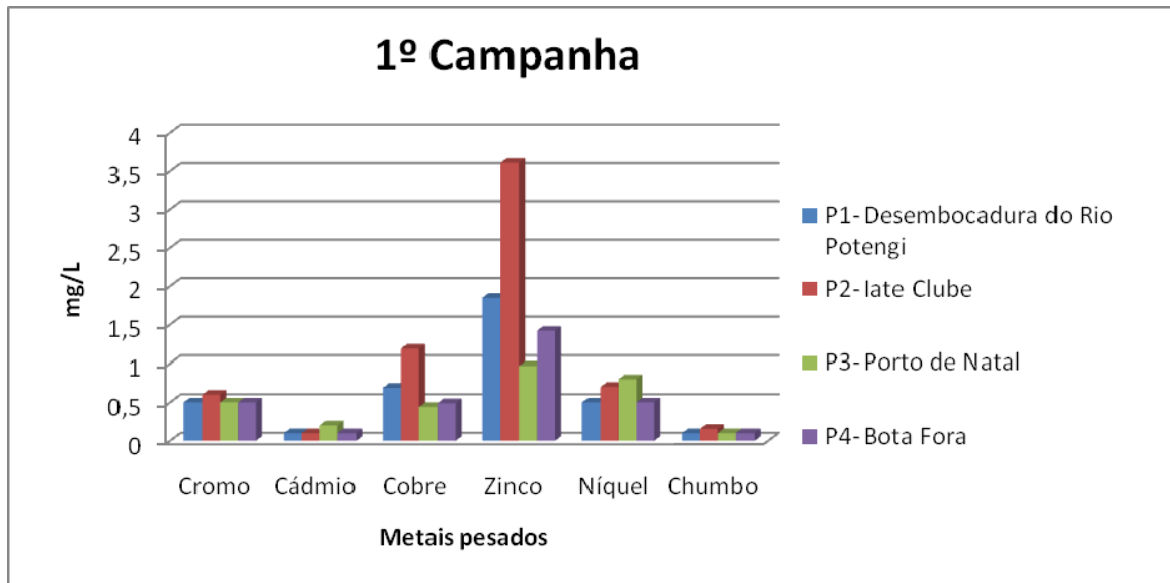
Fonte: VERITAS (2011) e CETESB (2008).

4.1.6.9 Análise de poluentes de acordo com a Resolução CONAMA 344/2004

Segundo a empresa Veritas Engenharia Ambiental, para a classificação do material coletado os resultados foram baseados no Quadro III do CONAMA nº 344 de 25 de março de 2004, cujos dados encontram-se no CERTIFICADO N° 0513 e 0514/2011, emitido pela EMPARN, exceto para o ensaio de mercúrio que foi realizado pela Bioagri Ambiental - Piracicaba -SP. Os laudos emitidos pelos citados laboratórios encontram-se nos arquivos da Aquanalous Laboratório.

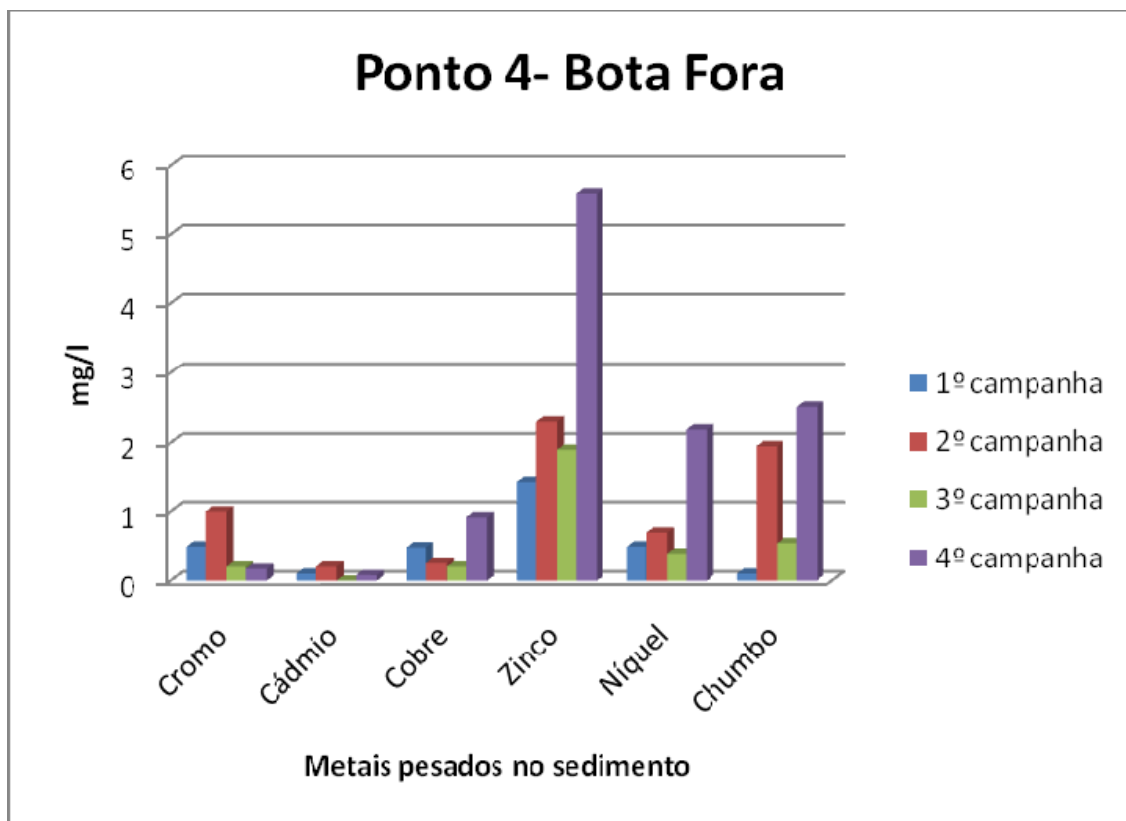
Os dados comparativos dos metais pesados detectados no ponto 4, durante as quatro campanhas e dos metais pesados encontrados nos quatro pontos estudados, na 1ª campanha, constam no Gráficos 97 e 98.

Gráfico 97 - Dados comparativos dos metais pesados encontrados no ponto P4, durante as quatro campanhas



Fonte: VERITAS, (2011).

Gráfico 98 - Dados comparativos dos metais pesados encontrados na 1ª campanha, nos quatro pontos estudados



Fonte: VERITAS, (2011).

4.1.6.10 Avaliação dos Resultados

Com base nos documentos consultados pela empresa Veritas Engenharia Ambiental, pode-se concluir que os estudos realizados permitiram diagnosticar a condição atual do estuário acompanhando a dinâmica e inter-relação inclusive com a atividade de dragagem. Foram implementadas ações em quatro pontos de coleta, dos quais três pontos foram situados no estuário do Rio Potengi e um na área de bota-fora, situada em mar aberto, ou seja, na área de disposição do material dragado.

O estudo em questão incorporou os seguintes parâmetros ambientais: temperatura, salinidade, densidade da água, turbidez, concentração de nutrientes, pH, Potencial Eletrolítico - Eh, dentre outros. Observou-se que a maioria dos parâmetros físico-químicos avaliados atende ao preconizado na legislação, exceto para o teor de nitrato e nitrogênio total, os quais apresentaram resultados acima do limite legal estipulado.

Os ambientes aquáticos geralmente contêm nitratos, porém em se tratando de águas com lançamento de esgotos, possivelmente a presença do nitrato indica a existência de poluição recente, tendo em vista a oxidação presente na água, graças principalmente à presença de bactérias nitrificantes.

No estuário do Rio Potengi, além da influência de esgotamento sanitário, é possível visualizar a existência de diversas atividades do setor primário, dentre as quais a carcinicultura, a agricultura e a pecuária, que podem contribuir significativamente para a emissão de nutrientes e metais pesados (CUNHA, 2010). Outros contaminantes devem-se ao processo de lançamento inadequado de resíduos e efluentes industriais urbanos.

Segundo a empresa Veritas Engenharia Ambiental, durante o estudo não foi observado depleção de oxigênio e o pH não apresentou grandes alterações, e manteve-se alcalino, contudo notou-se que durante as atividades de dragagem e derrocagem houve redução da qualidade da água, considerando sobretudo a

quantidade de sedimentos na coluna d' água, tanto na área dragada, como na de despejo. A turbidez na água é o parâmetro imprescindível para avaliar a interferência das atividades principalmente de dragagem, pois ocasiona redução na penetração da luz, afetando as comunidade fitoplanctônica e a biota aquática, tais como, os organismos zooplanctônicos e nectônicos. No entanto, no estudo executado pela empresa Veritas Engenharia Ambiental não foi constatado nenhum impacto relacionado com alterações referente a este parâmetro.

As avaliações dos metais pesados, em sua maioria estiveram acima do valor permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, principalmente para os teores de chumbo, níquel e raramente o de cádmio, possivelmente ocasionado pelo lançamento de efluentes industriais inorgânicos no leito do Rio Potengi.

Com relação aos resultados da qualidade da água, a atividade de dragagem não interferiu de forma negativa no IQA, que se manteve de Bom a Ótimo na maioria dos pontos ao longo do monitoramento. Segundo o documento consultado observou-se que no ponto 3, a qualidade passou de ÓTIMA na 1ª campanha para BOA na 3ª campanha, possivelmente pela suspensão dos nutrientes do sedimento e pelo período chuvoso. Cabe ainda ressaltar que a empresa Veritas Engenharia Ambiental não observou durante o período de estudo a ocorrência de floração, ou seja, desenvolvimento excessivo de microalgas, denominado "Bloom", devido ao aporte de nutrientes, principalmente por compostos nitrogenados e fosforados, apesar dos compostos nitrogenados se manterem acima do valor permitido pelo CONAMA 357/05.

4.1.7 Oceanografia e Hidrodinâmica costeira

4.1.7.1 Introdução

O presente capítulo tem como objetivo de discutir a oceanografia e a hidrodinâmica costeira no Estuário Potengi/Jundiaí-RN e litoral adjacente, através da

integração de dados obtidos em informações secundárias regionais e locais disponíveis, assim como dados coletados *in situ*. Tais dados foram sintetizados e analisados, de forma a atender às exigências do TR emitido pelo IDEMA.

4.1.7.2 Metodologia

Para elaboração deste trabalho foram utilizados dados de variadas fontes, obtidos a partir de publicações, teses e relatórios técnicos produzidos por diferentes instituições ou empresas especializadas, dentre eles, cabem destacar:

- a) **Tese de Mestrado:** “CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA E MORFOSEDIMENTAR DO ESTUÁRIO POTENGI E ÁREAS ADJACENTES: SUBSÍDIOS PARA CONTROLE E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NO CASO DE DERRAMES DE HIDROCARBONETO” defendida por EUGÊNIO PIRES FRAZÃO, em 2003, sob a orientação da Prof^a. Dra. Helenice Vital (DG/PPGG/UFRN) na Universidade Federal do RN

- b) **Tese de Doutorado** “EVOLUÇÃO ATUAL DO LITORAL DE NATAL - RN (BRASIL) E SUAS APLICAÇÕES A GESTÃO INTEGRADA” defendida junto ao Departament d’Ecología, Facultat de Biología, da Universitat de Barcelona, por Eugenio Marcos Soares Cunha em 2004, para a obtenção do grau de Doutor de Ciências do Mar, sob a orientação Professor Dr. Jordi Serra i Raventós. A metodologia adotada nessa tese pelo autor constou de duas etapas distintas. A primeira etapa foi a de revisão da bibliografia e tratamento dos dados preexistentes de clima; e a segunda de ensaios de campo e coleta de novos dados obtidos através da aplicação de metodologias específicas, induzindo a caracterização das formas de relevo e seus agentes naturais e antrópicos, análises das amostras e avaliação dos resultados.

- c) Levantamento Batimétrico Porto de Natal - Bacia e Canal de Acesso -** Categoria “A” (Dragagem do Porto) executado nos dias 03 e 04 de agosto de 2011 pelo Consórcio EICOMNOR ENGENHARI e PROJETEC, cujo fator gerador foi o de verificar as condições batimétricas dos canais de manobras e de acessos ao Porto de Natal com propósitos de verificar os serviços de dragagem executados no período de 15/06/2011 a 04/08/2011.

Para a análise da hidrodinâmica do Estuário Potengi/Jundiaí foram considerados os parâmetros hidrográficos tais como, como as marés, os ventos, as ondas e as correntes, bem como, os parâmetros físicos relativos à temperatura, à salinidade, e à densidade da água do estuário associados com a Batimetria do Canal de Navegação entre a Ponte do Igapó e a sua foz.

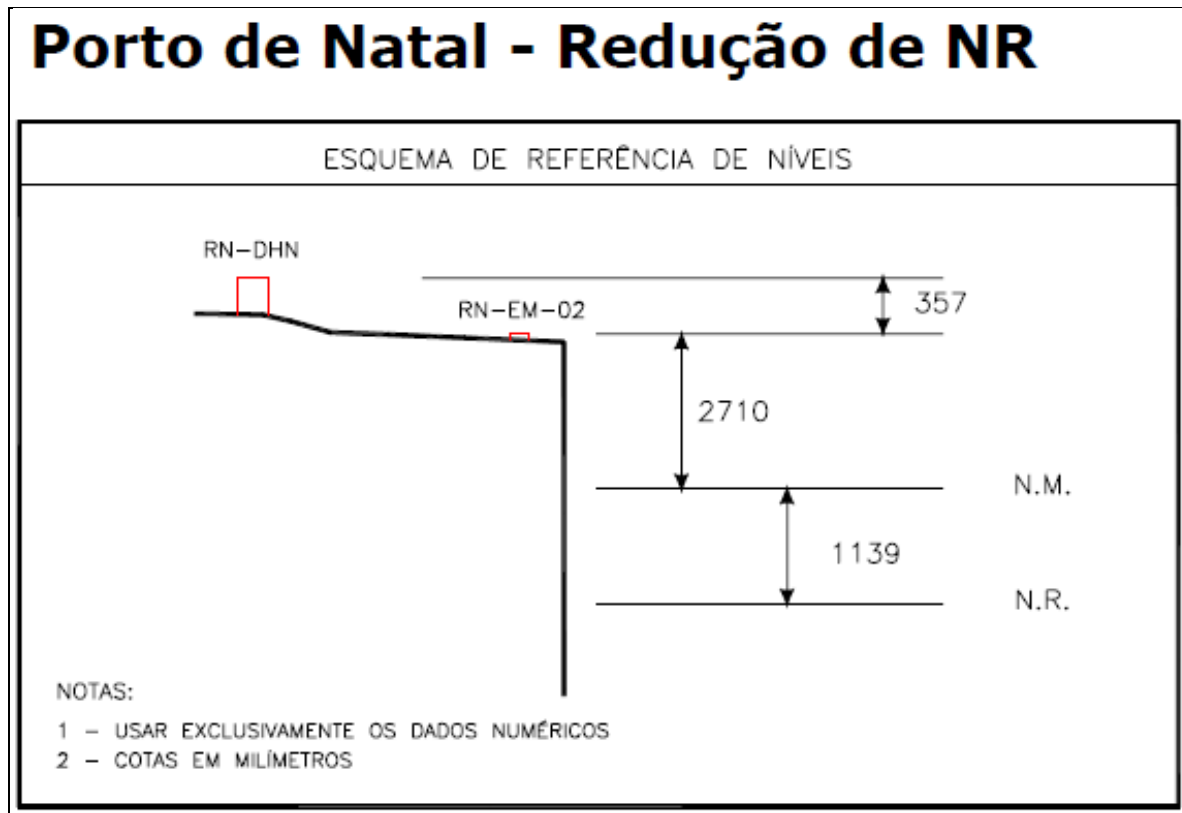
4.1.7.3 Parâmetros Hidrográficos

Os parâmetros hidrográficos do Estuário Potengi/Jundiaí relatado neste documento são os que foram obtidos pelos levantamentos Ecobatimétrico, Sonográfico, dos Parâmetros Físicos da Água e a Coleta de Sedimento de Fundo levantados por Frazão (2003), entre setembro de 2001 e março de 2002. Já os dados de amplitudes das marés, também da mesma fonte, foram obtidos durante quase um ano e oito meses, em 16.000 horas de altura da maré no Porto de Natal para análise da maré para os anos de 2001 e 2002.

a) Nível de redução e Zero Hidrográfico

Para as predições das tabelas de marés e suas medições foi utilizado o referencial da DHN da Marinha do Brasil, conforme a Figura 185 para redução dos perfis e da batimetria.

Figura 185 - Esquema Nível de Referência para as correções batimétricas da DNH



Fonte: CODERN, (2010).

b) Marés

Os dados indicam que a área do estuário possui um regime de marés semi-diurno, com duas preamares e duas baixa-mares em período de 24 horas aproximadamente, com uma amplitude média de marés de sizígias de 2,30m, podendo chegar a 2,6m, e de marés de quadratura de 0,85m, sendo, portanto, classificada como uma costa de micro a meso-marés (CUNHA, 2004). A influência da maré de enchente vai até a cidade de Macaíba, distante 18km de Natal.

Já Frazão (2003), indica que as marés que ocorrem no estuário Potengi/Jundiá e áreas adjacentes são de natureza semidiurna (apresentam duas marés altas e duas marés baixas durante um dia lunar, com período de maré de 12 hs e 25 min), com amplitude máxima em torno de 2,83m, amplitude média de 1,32m no período de sizígia e 1,33m no período de quadratura, caracterizando o estuário em um regime de meso-maré.

c) Ventos

O regime de ventos da região de Natal, sobretudo a direção, está associado à variação sazonal da posição da ZCIT sobre a zona equatorial. Os dados meteorológicos obtidos pela Estação Climatológica da UFRN, no biênio 2000-2001, indicam que os ventos predominantes são provenientes dos quadrantes E e ESE. Nesses quadrantes apresentam maiores velocidades e conseqüentemente superior efetividade na propagação de ondas. Entretanto, a velocidade dos ventos também sofreu uma variação sazonal, com maiores velocidades entre os meses de julho e setembro de 2000 (5,4m/s) e outubro e dezembro de 2001 (4,7m/s).

d) Ondas

De uma maneira muito simplificada, as ondas são geradas pelo vento em uma transferência de sua energia para a superfície do oceano. O tamanho das ondas depende da velocidade do vento, do intervalo do tempo duração, no qual o vento se mantém e do espaço (comprimento) ao longo do qual o vento sopra sem obstáculos, o chamado “fetch”.

Num dado local, podem observar ondas que foram geradas em local distante. Essas ondas, de forma regular e por vezes de grande altura, são designadas de swell. Há aquelas ondas geradas pelos ventos locais, geralmente irregulares e caóticas designadas de sea.

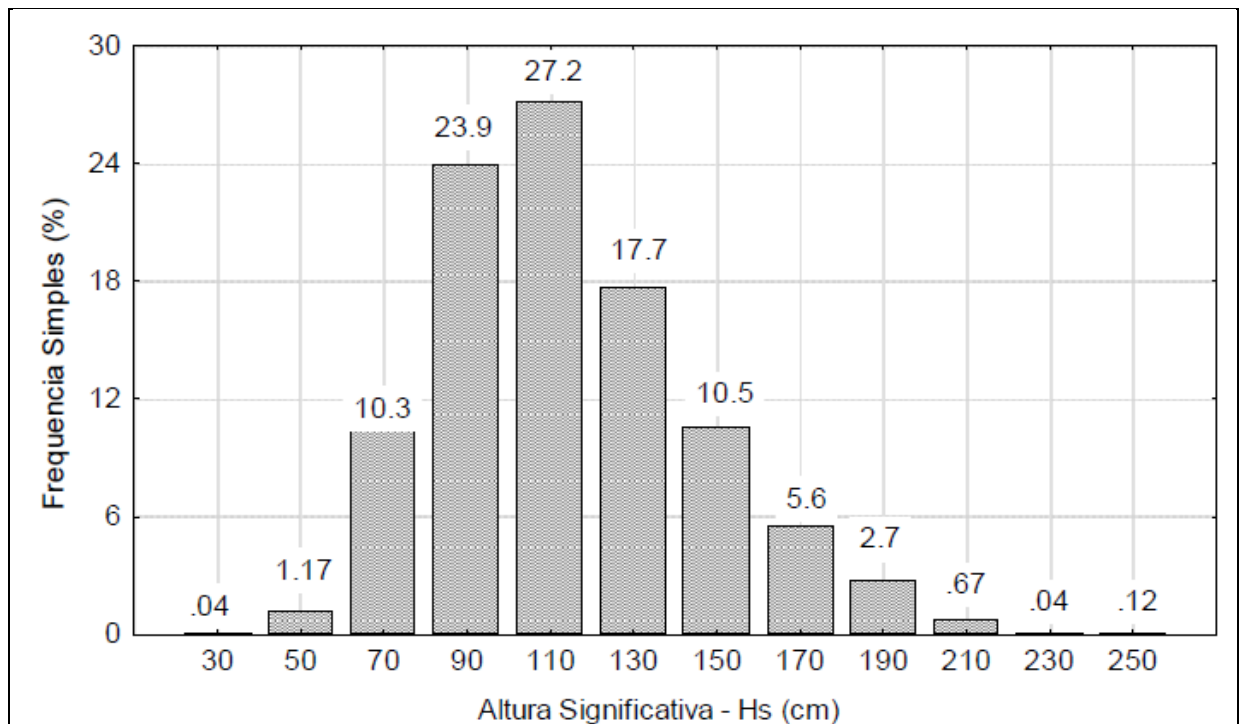
Para a região de Natal, Cunha (2004), observou que a distribuição das ondas entre os tipos sea e swell define o comportamento do envelope praiado, onde, de uma forma simplificada, distinguiu-as em dois tipos básicos, denominados de perfis de inverno e de verão.

Para essa caracterização das ondas, esse autor tomou como base os registros e relatórios de dois anos de medidas (1998-1999) realizadas na estação ondográfica Leste-Reis Magos, instalada a uma profundidade de 14 metros, pelo INPH e da HIDROCONSULT S.A. Os registros nessa estação foram coletados diariamente, a intervalos de 3 horas e com 15 minutos de duração. As medidas de

direção das ondas foram realizadas, duas vezes ao dia, utilizando um teodolito Wild, a partir de pontos de referência e corrigidos para o azimute verdadeiro.

As características das ondas para o período estudado mostram que a altura significativa apresenta uma distribuição homogênea, que pode ser caracterizada por uma função lognormal ou Weibull $k = 1,9$ com altura média de 1,14 m, moda de 1,10m e desvio padrão de 0,21m (Gráfico 99). O período médio associado à altura significativa apresenta uma distribuição lognormal, com valor mais freqüente de 6,2s, uma média de 6,4s, e um desvio padrão de 0,85s.

Gráfico 99 - Histograma da altura significativa no período de 1998 -1999



Fonte: Cunha (2004).

Ao considerar a distribuição anual dos tipos de ondas registradas no ondógrafo dos Reis Magos, Cunha (2004), distinguiu o predomínio das ondas de ventos locais, do tipo sea, considerando-as como a de maior energia, estando relacionadas aos ventos com direção ESE e, secundariamente, com o rumo Leste.

As alturas máximas observadas variaram entre 0,40m e 4,00 m, com uma distribuição ao longo do ano semelhante à altura significativa, sendo que as maiores

alturas aparecem no período de setembro a novembro e associadas aos rumos ESE e E. As ondas tipo swells praticamente ficaram restritas ao período de março a maio, quando estão presentes as ondas com direção ENE (Tabela 64).

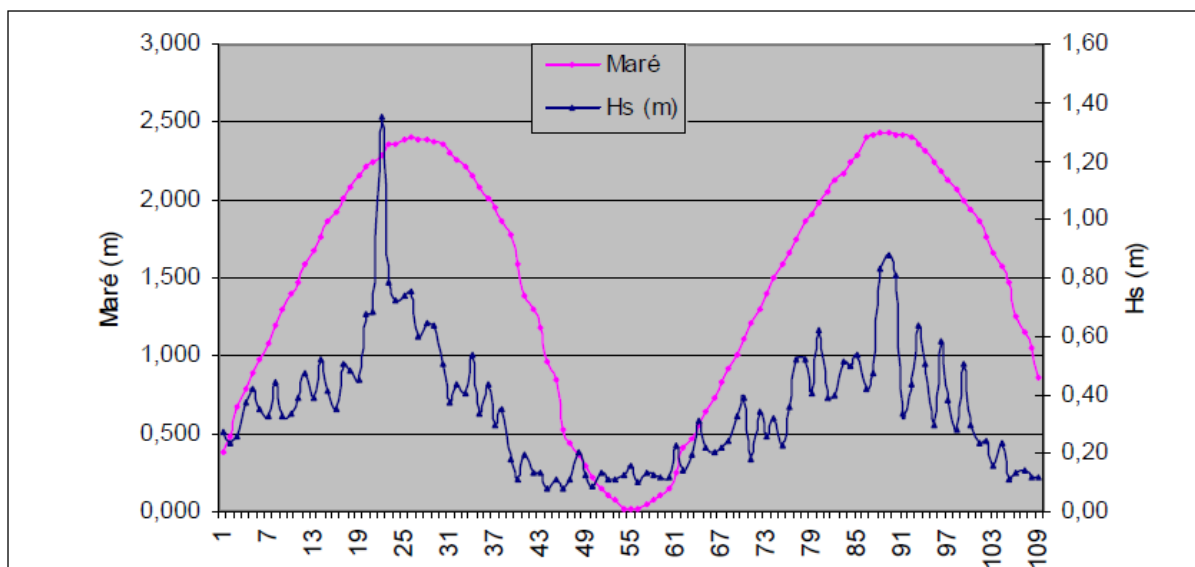
Tabela 64 - Representação dos limites de variação das alturas máximas observadas em cm

DIREÇÃO	MAR-MAI	JUN-AGO	SET-NOV	DEZ-FEV
ENE	60-160	240-260	-	-
E	40-280	60-360	80-420	80-280
ESSE	80-280	80-320	120-400	80-280

Fonte: Cunha (2004).

Ao avaliar os parâmetros e comportamento das ondas na região procedida de uma base de dados oriunda de um ondógrafo do tipo “SEAGAUGE WAVE AND TIDE RECORDER” fundeado nas proximidades do estuário Potengi/Jundiaí em setembro de 2001, o autor ainda observou a confirmação de ondas do tipo sea, que apresentaram como característica marcante uma correlação positiva entre o nível da maré e a variação média na altura significativa no mar em frente à do estuário (Gráficos 100 e 101).

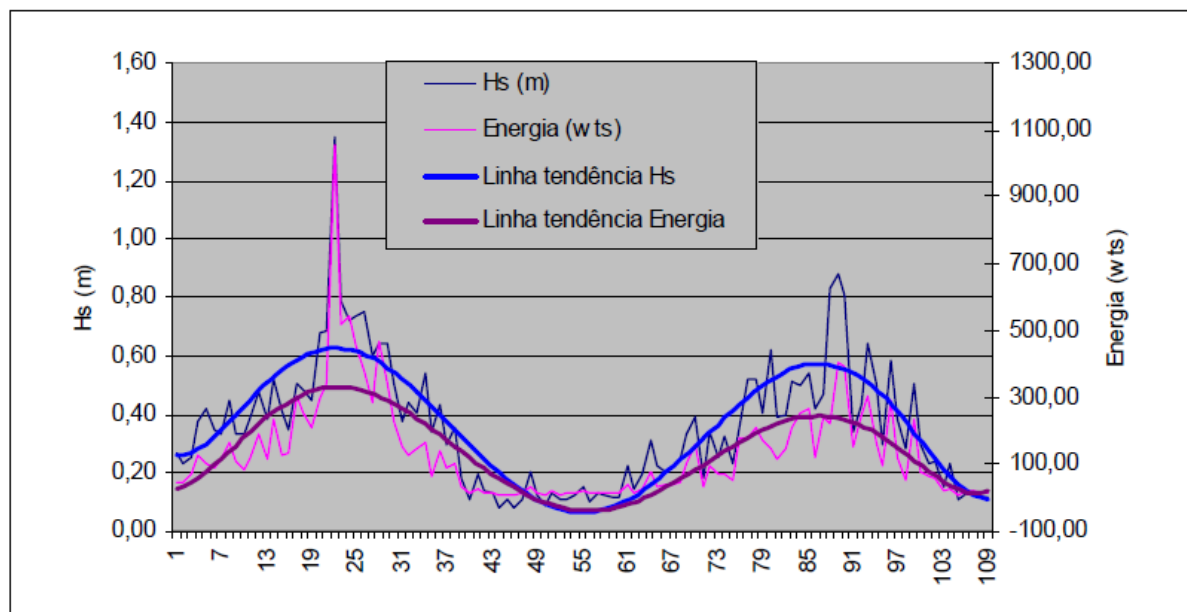
Gráfico 100 - Correlação entre maré e altura significativa (Hs) das ondas no estuário do Rio Potengi



Fonte: Cunha, (2004).

Verificando também uma sincronização de elevado grau de correlação ($R=0,94$) entre a energia e a oscilação da altura significativa das ondas - Hs, implicando que o aumento da altura significativa repercute na ampliação do potencial erosivo/transportador das ondas durante as marés de enchentes. Estes dois parâmetros evidenciam também uma correlação com a periodicidade das marés (Gráfico 59).

Gráfico 101 - Correlação entre a energia de onda e a altura significativa (Hs) em área protegida do estuário do Rio Potengi (setembro de 2001)



Fonte: Cunha (2004).

Frazão (2003), conclui que a propagação da onda de maré no estuário Potengi é determinada pela sua geometria e pelo atrito no fundo e nas zonas de planície de maré, notando-se sobre-elevação do nível de água devido a efeitos locais de convergência das margens.

e) Correntes

De acordo com Cunha (2004), correntes de marés são movimentos de água horizontais associados com a subida e descida da superfície do mar. As correntes de deriva litorânea de Natal são produzidas a partir da “decomposição” das frentes de ondas impostas pelo regime de ventos, sendo esta uma resposta à relação

angular entre a linha de costa (predominantemente norte-sul) e os 'trens' de ondas que chegam ao litoral (cristas nordeste e norte-sul), gerando transporte de sedimentos predominantemente de sul para norte. A velocidade e a capacidade de transporte da corrente de deriva litorânea estão limitadas pelo clima de ondas (baixas amplitudes) e pela presença de recifes de arenitos em grande parte da costa, que dificultam a movimentação das areias. A Corrente do Atlântico Sul, direcionada no sentido sul, passa ao largo da região litorânea.

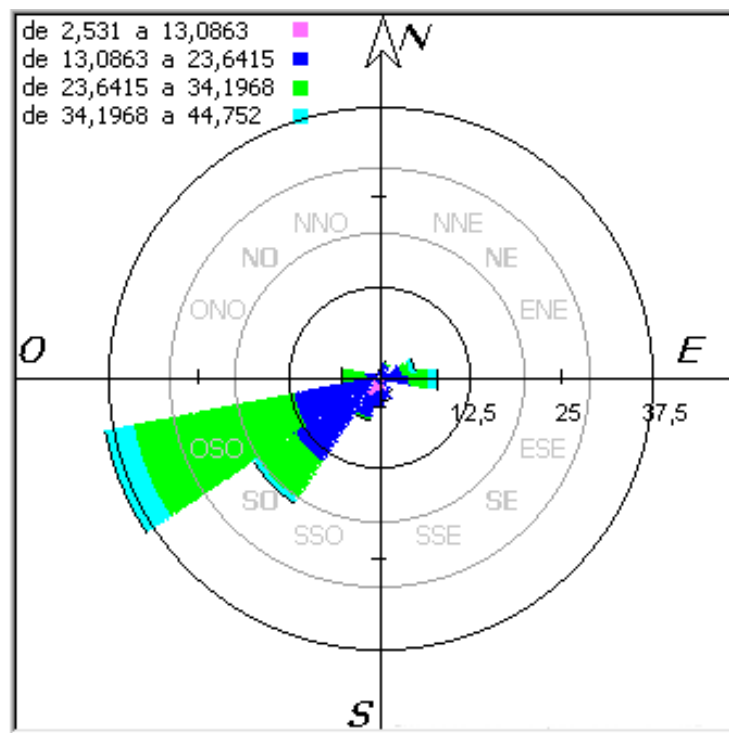
Ao analisar o comportamento das correntes no Estuário do Rio Potengi, o autor ressalta que se deve levar em conta que os rios que formam o estuário, especialmente os rios Potengi e Jundiá, juntamente com os seus afluentes, são intermitente em sua cabeceira tornando-se perene no seu baixo curso, devido à influência das marés e às restituições de águas subterrâneas. Sendo as correntes de maré mais fortes nas vazantes de inverno, período este caracterizado por chuvas intensas.

A velocidade média na vazante na altura do Porto de Natal observada é de 3,5 nós (equivalente a 6,4 km/h) nas sizígias e 1,3 nós (2,4 km/h) nas quadraturas, com velocidade média na enchente de 1,5 nós (2,7 km/h) em direção ao interior do rio (IDEMA, 2009).

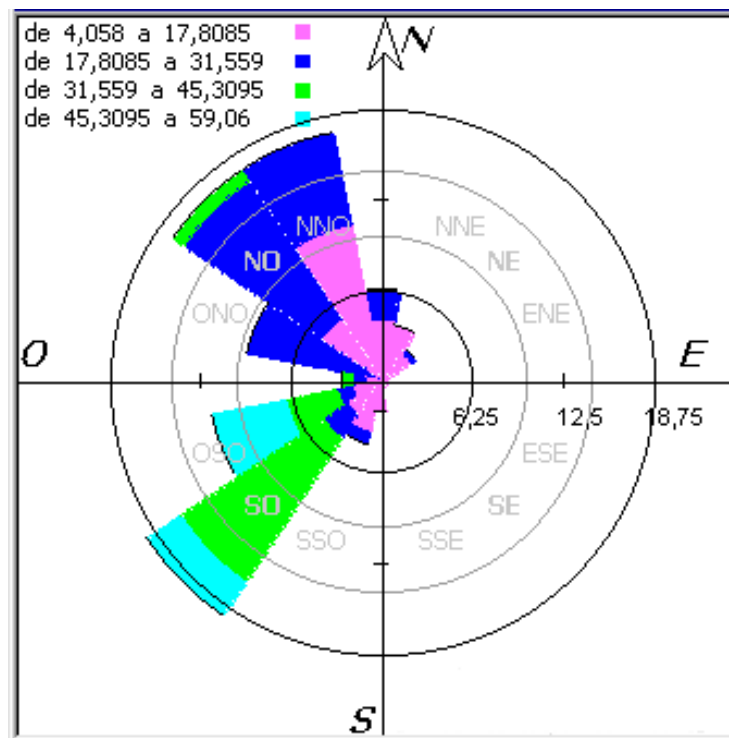
De acordo com as medições realizadas no estuário por Cunha (2004), mostraram os seguintes resultados:

No Banco das Velhas houve o predomínio de correntes em direção W-SW e SW em relação àquelas para E e ENE. Uma avaliação destes resultados indica o predomínio de correntes de enchente em relação às de vazante. Já os dados obtidos próximo ao farol confirmam a predominância de correntes de enchente, com maiores velocidades, nas direções SW e W-SW em relação às de NNW, NW e WNW (Figura 186).

Figura 186 - Direções e velocidades de correntes no estuário do Rio Potengi



a) Banco das Velhas 28/10/2000.

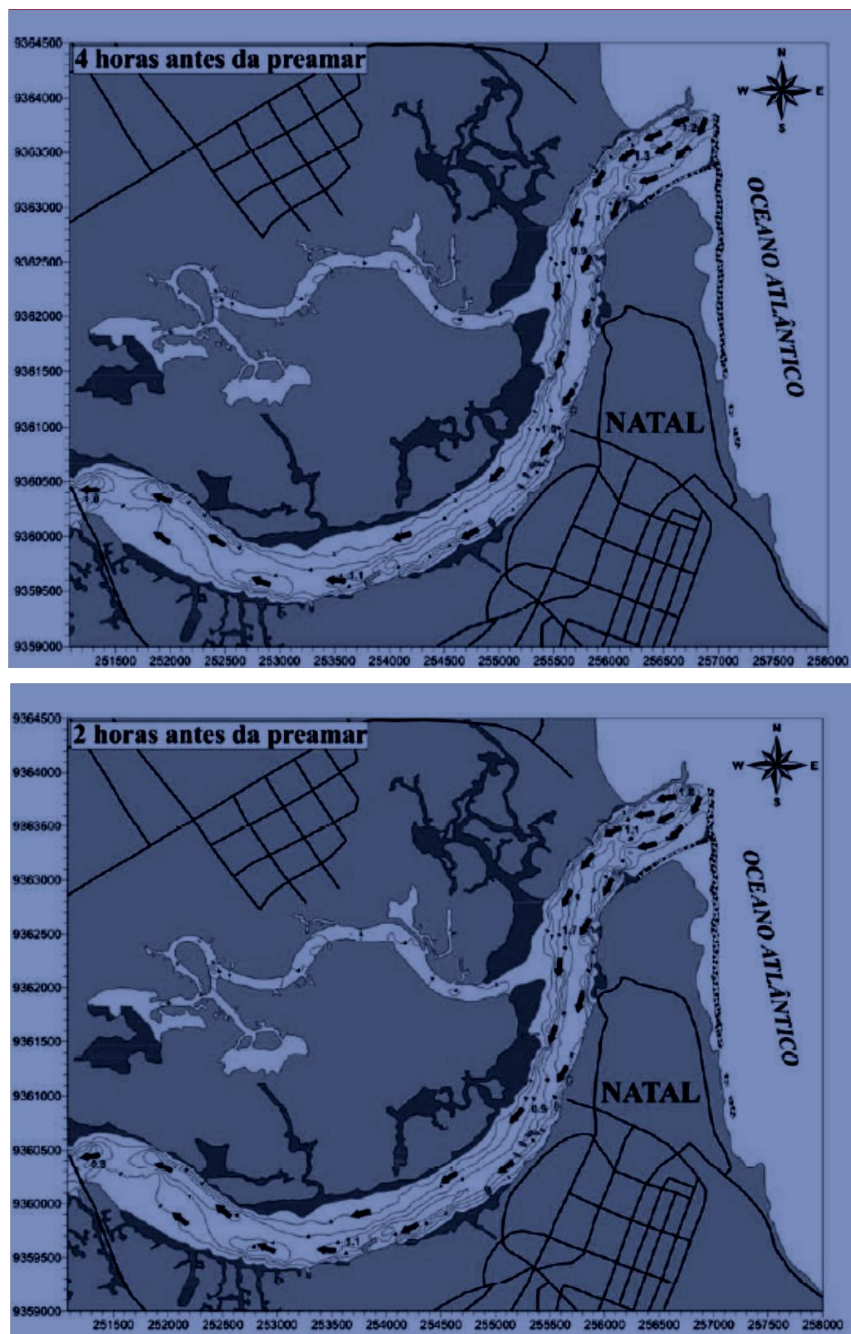


b) Próximo ao farol 19/09/2001.

Fonte: Cunha, (2004).

Antes, Frazão (2003), elaborou cartas de previsões das correntes de maré para o estuário Potengi com 6, 4 e 2 horas antes e depois da preamar a partir de dados de direção e velocidade das correntes mostrando claramente a influência das marés quanto a direção e a velocidade da onda no canal principal de navegação em 4 e 2 horas antes e depois da preamar (Figuras 187 e 188).

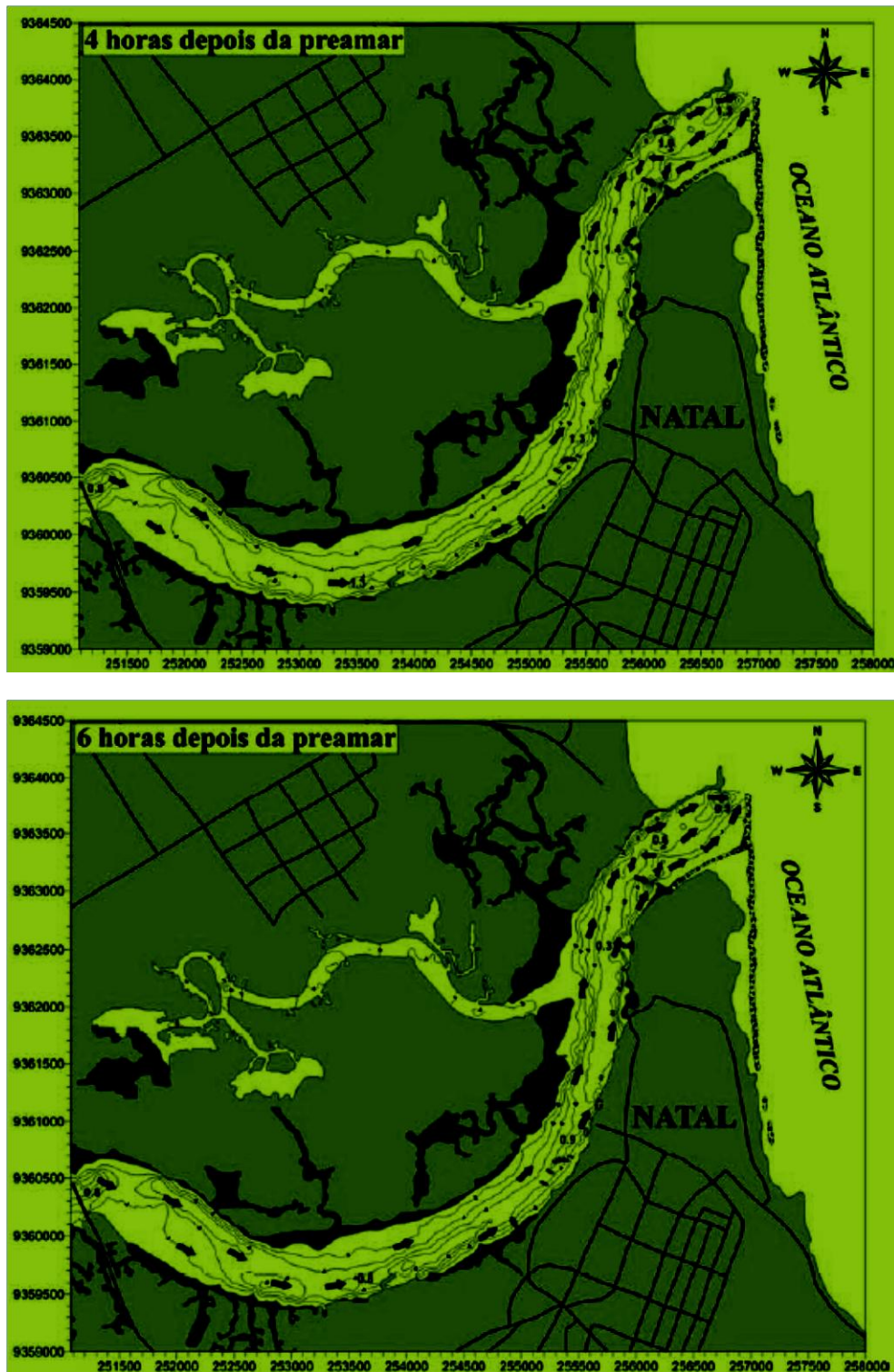
Figura 187 - (a e b)- Cartas de correntes de maré, mostrando a direção e a velocidade da onda em 4 e 2 horas antes da preamar.0



Fonte: Frazão, (2003).

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Figura 188 - (a e b) - Cartas de correntes de maré, mostrando a direção e a velocidade da onda no canal principal de navegação em 4 e 2 horas depois da preamar



Fonte: Frazão, (2003).

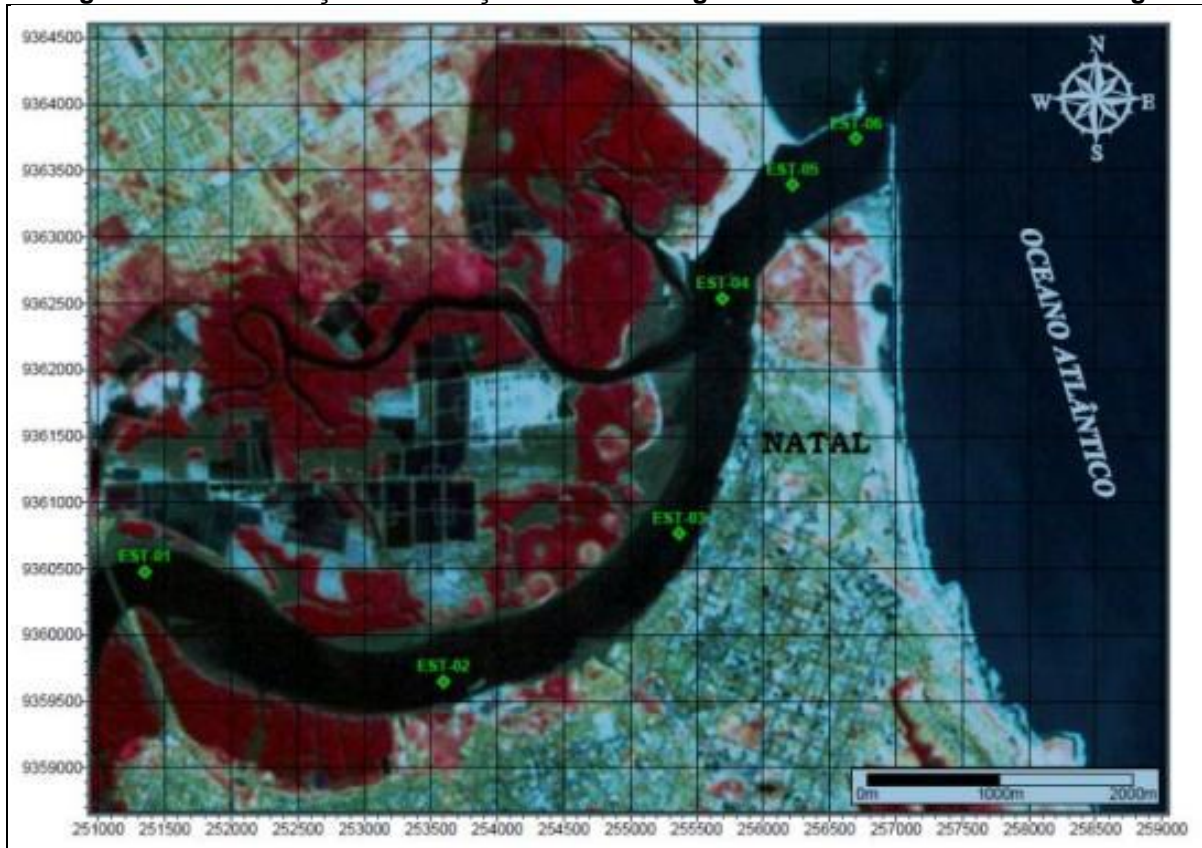
Frazão (2003), concluiu que apesar da forte imposição das correntes de marés, as ondas geradas pelos ventos propiciam a mistura das águas e a ressuspensão praticamente constante dos sedimentos de fundo nos bancos e margens. Além disso, estas ondas atuam também na interação entre o sistema hidrodinâmico e as margens, promovendo ataques erosivos e mesmo criando situações de sedimentação em locais específicos.

Outro ponto ressaltado por esse autor, é que o conhecimento das intensidades e direção das correntes de maré no estuário constitui-se numa importante ferramenta na identificação das áreas mais sensíveis ao derramamento de óleo, tais como os manguezais, as planícies de marés e da rota de dispersão do óleo. Conseqüentemente, atuar na contenção e limpeza das dispersões de manchas de óleo, em caso de derramamento.

4.1.7.4 Parâmetros Físicos

Para a análise dos Parâmetros Físicos da Água do estuário Potengi/Jundiaí e adjacências ao Porto de Natal (temperatura, salinidade e densidade) foram utilizados os dados da Dissertação de Mestrado de Frazão (2003), correspondentes às campanhas realizadas na região em seis (6) pontos de coletas, entre os dias 21 e 23 de novembro de 2002 dispostos ao longo do canal principal de navegação do rio Potengi, desde a Ponte do Igapó até sua foz, durante o período de maré de sizígia, coincidindo as mais fortes correntes encontradas no estuário (Figura 189). Também foram utilizados dados da Tese de Doutorado de Cunha (2004).

Figura 189 - Localização das estações fixas ao longo do canal estuarino do rio Potengi



Fonte: Frazão, (2003).

a) Temperatura, Salinidade e Densidade

A temperatura e a salinidade são importantes na determinação das estruturas verticais de massas d'água (densidade), bem como nos processos químicos que se realizam no ambiente aquático. São responsáveis, ainda, pela determinação dos padrões que controlam as taxas de metabolismo e crescimento do fitoplâncton que representa a base de toda a cadeia ecológica ligada aos estuários (SANTOS, 1986, apud FRAZÃO, 2003).

b) Temperatura da Água

Cunha (2004), relata que o comportamento térmico das águas do estuário Potengi/Jundiaí é determinado pela temperatura das águas fluviais, do fluxo de água salgada, das condições meteorológicas, da profundidade do estuário e pela presença dos manguezais, especialmente na fase da vazante.

Durante um ano de monitoramento, esse autor observou que as temperaturas da água superficial apresentaram valores médios de 26,5° C no mês de junho (estação chuvosa) e temperaturas médias em torno aos 29° C em dezembro (estação seca).

Por outro lado, os dados levantados no estuário Potengi por Frazão (2003), (Tabela 65) mostraram temperatura média da água de 28.11 °C, com a máxima de 28.89 °C e mínima de 27.74°C.

Tabela 65 - Valores máximos, mínimos e médios de temperatura (°C), salinidade (psu) e densidade (Kg/m³) à superfície

VALORES	TEMPERATURA °C	SALINIDADE (PSU)	DENSIDADE (Kg/m ³)
MÁXIMO	28.89 °C	37.43 psu	24.18 Kg/m ³
MÍNIMO	27.74 °C	32.57 psu	20.40 Kg/m ³
MÉDIA	28.11 °C	36.32 psu	22.96 Kg/m ³

Fonte: Frazão, (2003)

Esse autor identificou na distribuição horizontal da temperatura pequenas variações da temperatura. Decrescendo do ponto EST-01 (Ponte do Igapó) com a isoterma de 28.24° C em direção ao Ponto EST-06 (Foz) com a isoterma de 27.98° C, com uma amplitude ao redor de 0,26° C, refletindo assim uma estabilidade térmica na área em função do domínio nitidamente marinho, com temperatura constante em ambas as condições de maré (Figura 190). Fato esse, observado também por Cunha (2004).

A média de 28° C, típica de regiões de baixa latitude tem importância em casos em casos de derrames de hidrocarbonetos, uma vez que há maior evaporação e redução da viscosidade do óleo derramado (FRAZÃO, 2003).

Já na distribuição vertical dos parâmetros ambientais, ainda Frazão (2003), observou que a estratificação térmica das águas do estuário se estabelece dentro de uma faixa de temperatura de no máximo 0.8°C entre a superfície e o fundo, podendo variar mais amplamente com o horário e a profundidade do local, demonstrando que a superfície da água está sujeita às variações de temperaturas diversas, enquanto o fundo mostra-se mais estável. Já Cunha (2004), verificou que a temperatura tende a

decrecer em direção ao fundo, principalmente nos leitos de menor profundidade, tornando mais visível durante a fase crescente de uma maré de quadratura.

Figura 190 - Distribuição vertical da temperatura (A) no Estuário Potengi/Jundiaí

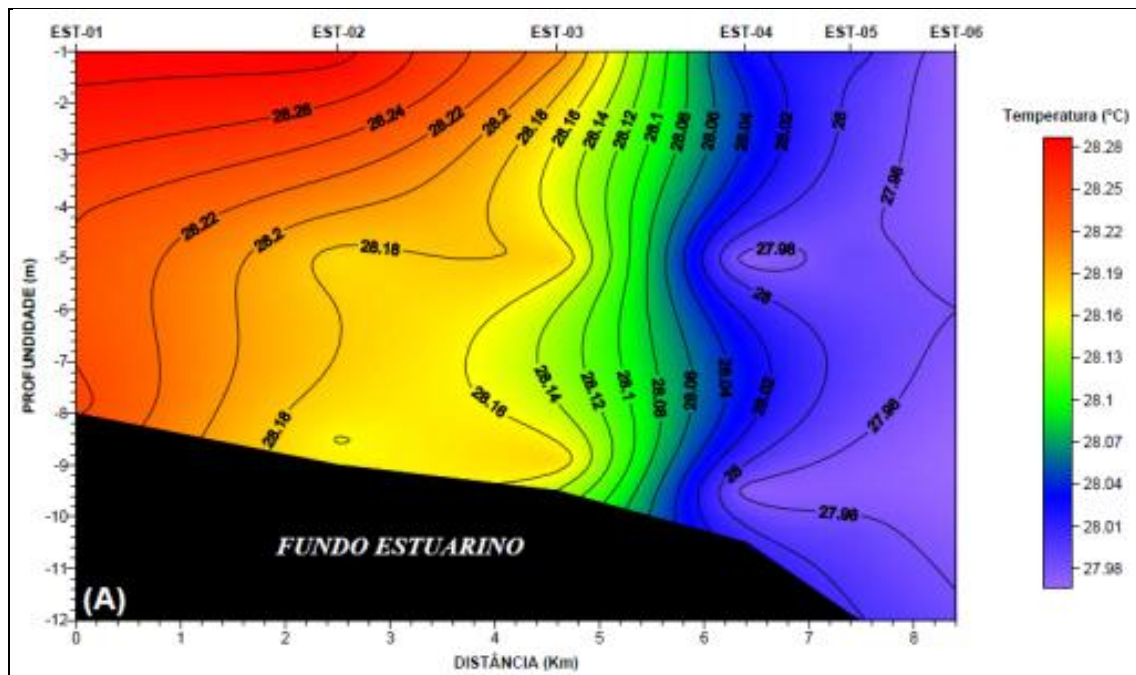
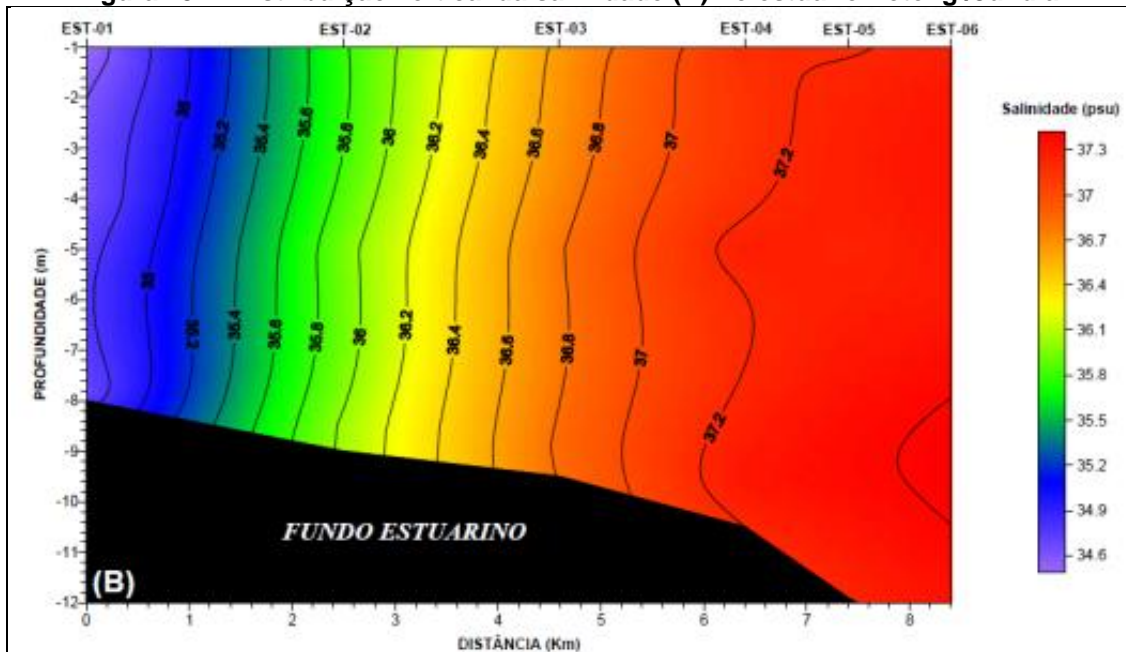


Figura 191 - Distribuição vertical da salinidade (B) no estuário Potengi/Jundiaí



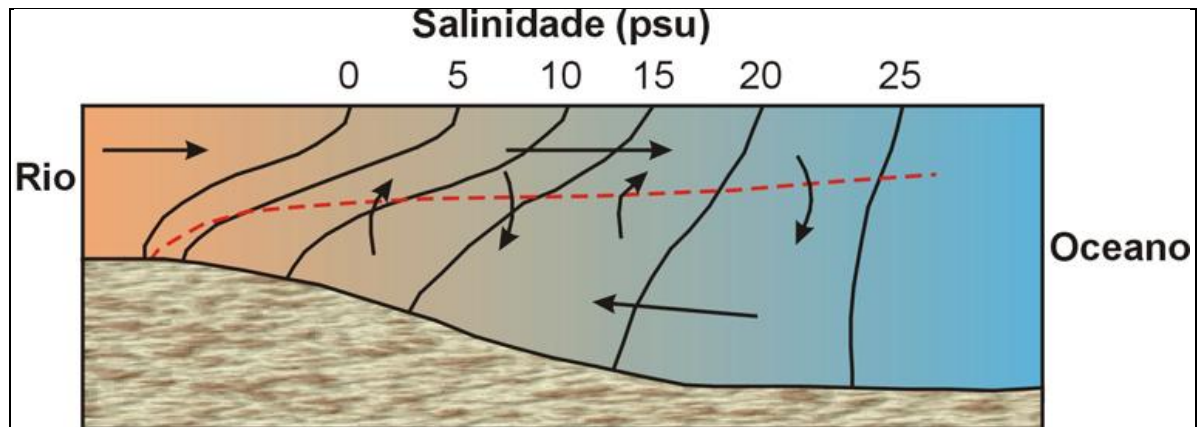
Fonte: Frazão (2003).

Do ponto de vista ambiental a salinidade tem um papel fundamental na estrutura e no funcionamento ecológico da zona costeira. Gradientes de salinidade, isto é, a variação espacial da salinidade ao longo de um determinado espaço horizontal ou vertical é fundamental na circulação de baías, lagoas costeiras e estuários ao redor dos quais se concentra o desenvolvimento humano ao longo da costa, como é o caso de Natal. Afirma ainda que os altos valores de salinidade encontrados no estuário Potengi/Jundiaí, contribuirá em caso de derramamento de óleo, para uma menor dispersão do mesmo, devido ao aumento da densidade do meio aquoso, conclui Frazão (2003).

Com base no padrão de circulação, Frazão (2003), considerou o estuário Potengi/Jundiaí como Tipo B (Estuários Moderadamente ou Parcialmente Misturados), (Figura 192), apresentando uma mistura parcial entre os corpos de água salina e doce, com gradiente de salinidade do leito até a superfície da água. Uma vez que o estuário apresenta um regime de meso-maré característico desse tipo de estuário, onde ocorre a mistura parcial entre os corpos de água salina e doce, através do efeito de turbulência de maré, destruindo a interface da cunha

salina, produzindo um gradiente de salinidade do leito do rio para a superfície da água, por mecanismos de advecção e difusão.

Figura 192 - Circulação e distribuição de salinidade média num estuário parcialmente misturado (Modificado de Dyer 1986)



Fonte: Frazão, (2003).

Essa classificação é importante, pois em casos de dispersão de poluentes como os derivados do petróleo, torna-se indispensável saber dentre os processos dispersivos e advectivos qual é o dominante, ou qual a combinação aplicável desses processos na hidrodinâmica estuarina.

Com a salinidade e a temperatura pode-se identificar a densidade (massa d'água) através do Diagrama T-S de Bjorn Helland-Hansen (1916 e 1918) e definir onde e a que profundidade essa massa d'água entra em equilíbrio.

d) Densidade

Considerando os princípios físicos de que a temperatura da água pura a 4° C atinge a sua densidade máxima igual a 1.0 g/cm³. Em situação em que há o aumento da concentração de sal, a densidade da água cresce e os fluidos de densidades diferentes atingirão uma posição de equilíbrio quando o fluido de maior densidade estiver abaixo do fluido de menor densidade e, por fim, que a temperatura de fusão de uma solução aquosa salina diminui quando aumenta a concentração.

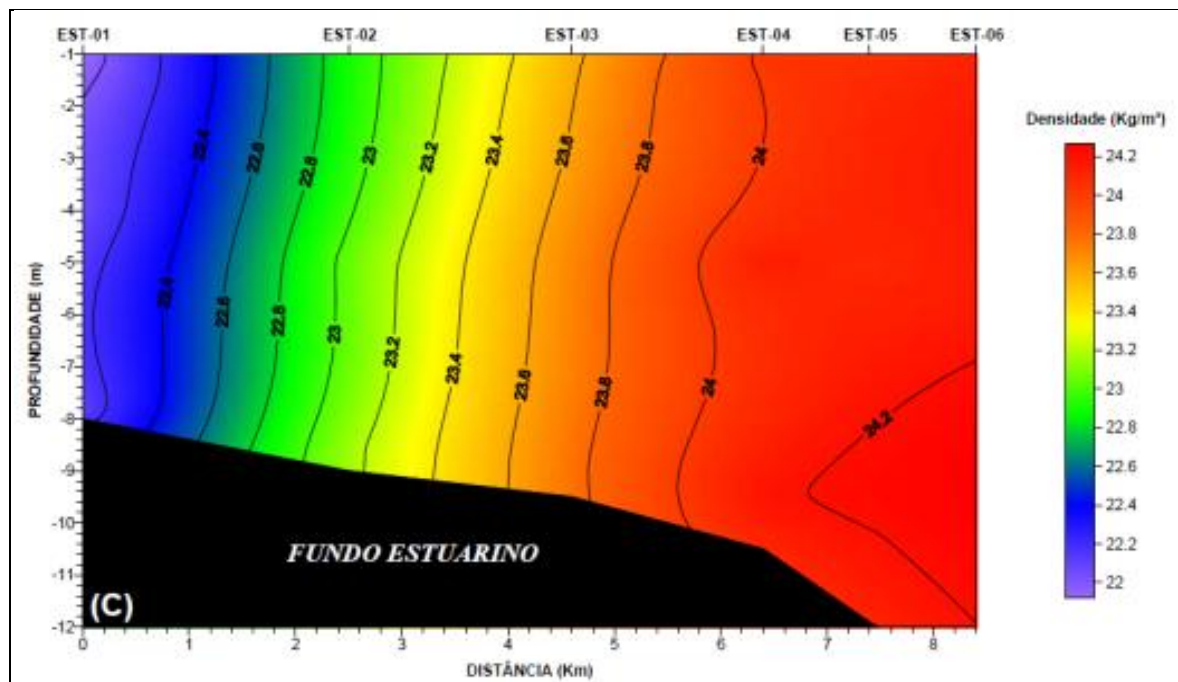
Portanto, os fatores, temperatura, salinidade e pressão podem causar mudanças substâncias do meio aquático.

Frazão (2003) utilizou o Diagrama T-S para estudar a distribuição e mistura de massas de água do canal estuarino Potengi/Jundiaí com os dados hidrográficos amostrados durante um ciclo de 13 horas de maré de sizígia.

O autor observou que os dados plotados nesse diagrama mostram dois agrupamentos distintos. Um caracterizando a Massa D'água Tropical de Superfície - ATS, e outro Massa D'água Costeira - AC. A ATS foi identificada nas estações 4, 5 e 6 localizadas próximas à foz do estuário, apresentando altos valores de salinidade em torno de 36-37psu e de temperatura entre 28,04-27,98°C. Concluindo que os altos valores de salinidade indicam que nesta zona ocorrem apenas águas oceânicas. A AC ou de mistura ao longo do estuário entre a Ponte do Igapó e o Porto de Natal, foi observada nas estações mais a montante do estuário, entre a EST-01 e EST-02, onde observou mistura entre a água fluvial e a oceânica.

Comparando as Figuras 191 e 193 é notório que os altos valores de salinidade coincidem com valores elevados de densidade. Podendo com isto, deduzir que a salinidade está influenciando mais fortemente a distribuição da densidade do que a temperatura na área estudada.

Figura 193 - Distribuição vertical da densidade (C) no rio Potengi



Fonte: Frazão, (2003).

4.1.7.5 Batimetria do Canal de Navegação

Frazão, 2003, e Cunha, 2004, correlacionaram os levantamentos históricos de batimetria do Estuário Potengi/Jundiaí.

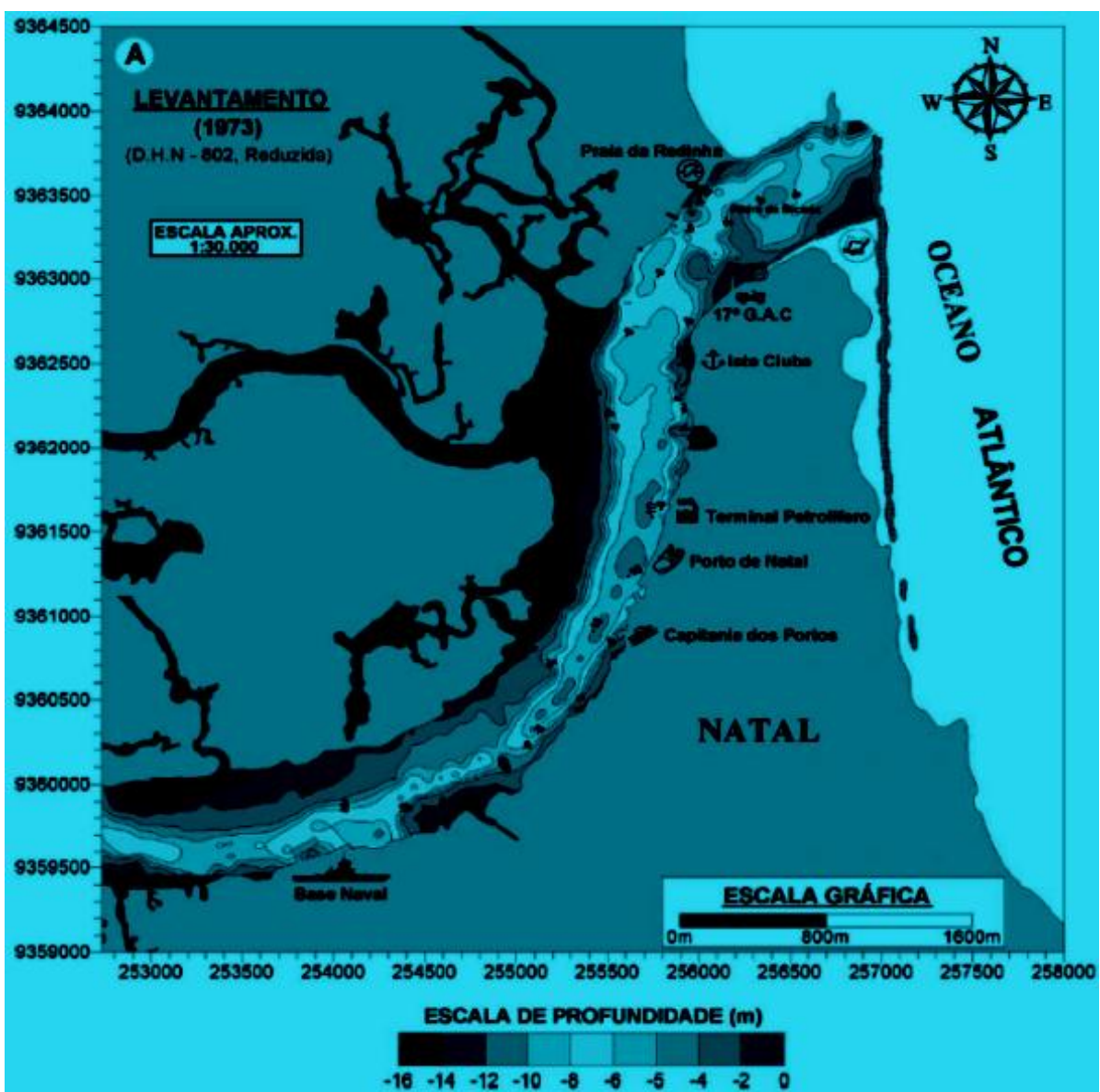
Frazão discutiu a evolução morfológica de fundo do estuário a partir de comparações entre as cartas batimétricas de 1973 da DHN e a elaborada por ele com dados de 2002.

a) Carta Batimétrica de 1973

Nesta carta (Figura 194) observa-se que o canal principal de navegação entre a Base Naval e a foz do rio Potengi apresentava na época uma largura média de 100m e profundidades médias de 6 a 8 metros. Em trechos pontuais entre a Capitania dos Portos e o terminal petrolífero a profundidade do canal atinge até 10 metros. Profundidades de 4 a 5 metros eram encontradas próximo à foz do estuário

Potengi, destacando-se a presença de arenitos praias “beachrocks” submersos, denominados de Pedra da Bicuda, uma barreira natural para o transporte de sedimentos fluviais em direção a offshore. Estes arenitos evidenciam antigas linhas de costa (FRAZÃO, 2003). Nota-se também que em frente ao espigão do 17º G.A.C, observa-se uma menor acumulação de sedimento ao redor dele, embora já exista a formação do Banco do 17º G.A.C na margem direita.

Figura 194 - Carta Batimétrica de 1973

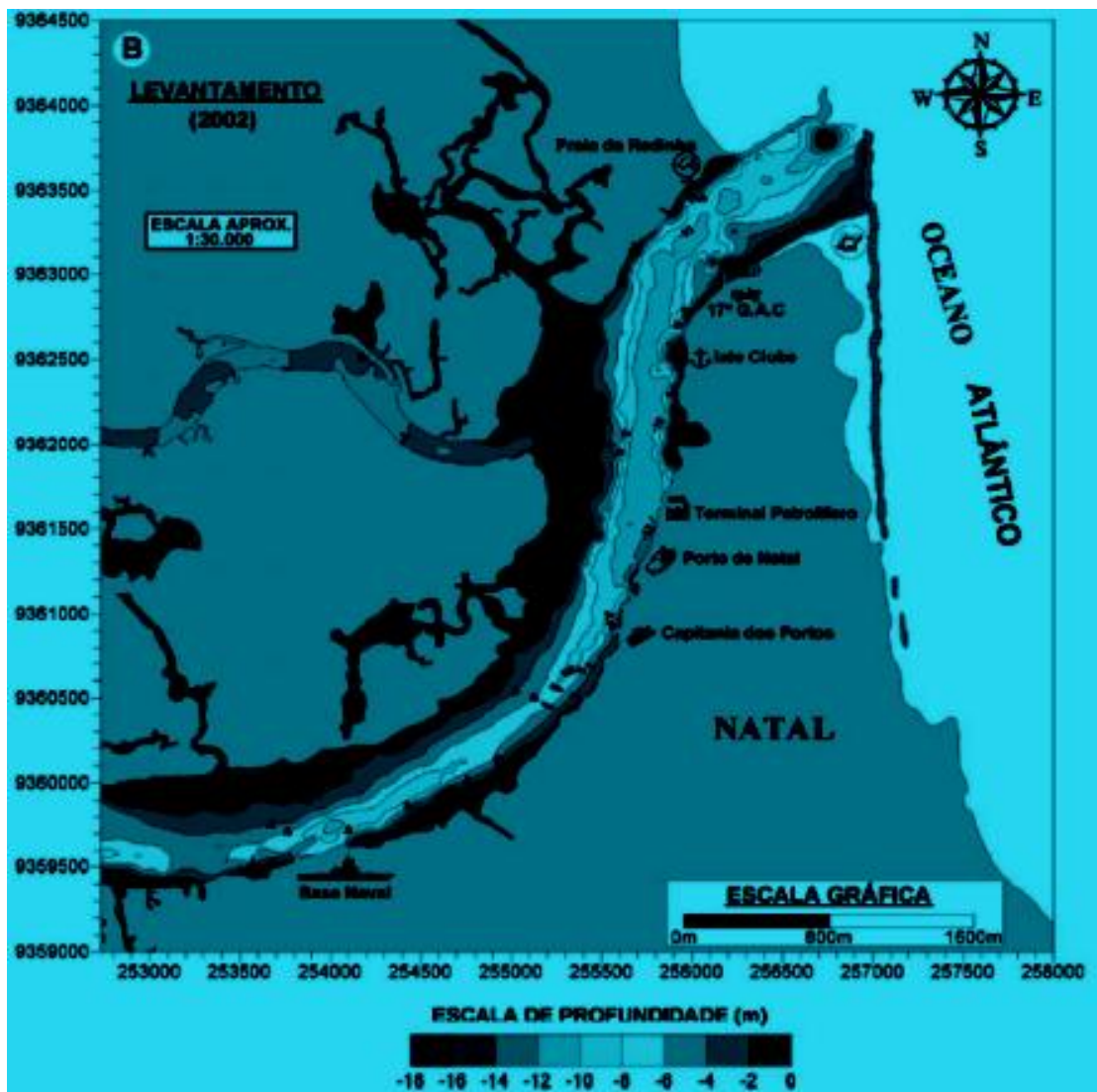


Fonte: Frazão, (2003).

b) Carta Batimétrica Elaborada em 2002

Segundo Frazão (2003) (Figura 195) ao comparar as duas cartas, houve um aumento na largura média do canal de navegação de 100m para 170m e um aumento das profundidades médias de 8 a 10 para 10 a 12 metros. Cerca de 70 metros de largura e 2 metros mais profundo que no ano de 1973, decorrente das inúmeras dragagens ocorridas desde então.

Figura 195 - Carta Batimétrica de 2002



Fonte: Frazão (2003).

Observou também que o Banco do 17º Grupo de Artilharia Campanha - GAC apresentou um crescimento em direção à zona do canal, provavelmente devido ao

vórtice formado na corrente de vazante no espigão, ocasionando o assoreamento e migração do canal para a margem esquerda, propiciando erosão na praia da Redinha e dificuldades à navegação, e a ausência da Pedra da Bicuda que foi derrocada, vez que dificultava a entrada e saída das embarcações de grande porte. Atualmente, no mesmo local existe um amplo canal apresentando uma profundidade média de 8 metros.

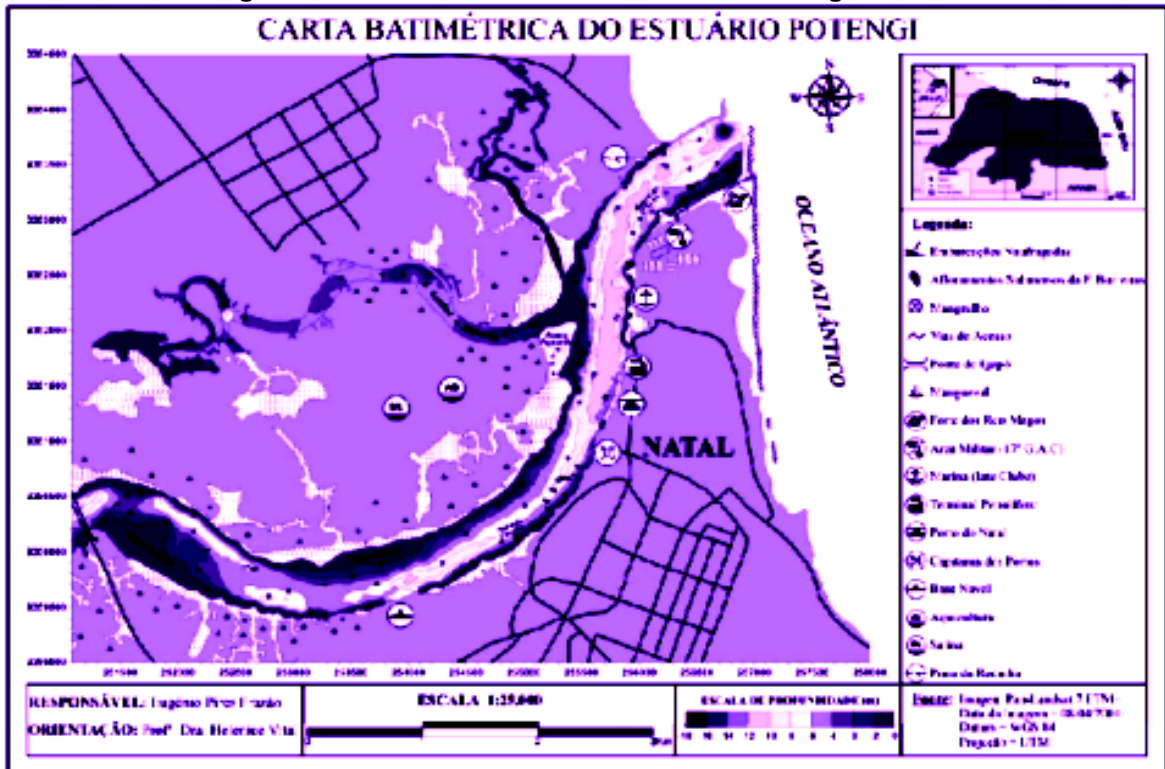
Por fim, Frazão (2003), concluiu que as modificações naturais e antrópicas influenciaram a morfologia do fundo durante diferentes épocas.

c) Morfologia de Fundo, Formas de Leito e Sedimentos Recentes.

Frazão (2003) analisou a morfologia de fundo, formas de leito e sedimentos recentes do estuário com base nos dados obtidos no Levantamento Batimétrico realizado em 27 e 28 de outubro de 2000, abrangendo o canal de navegação e setores de navegação à margem direita do Rio Potengi, totalizando uma cobertura de 4,382 km² e 48,822 km-lineares em perfis transversais, separados a cada 80 metros, com cerca de 20.000 pontos de amostragens. Juntamente com esse levantamento, foi feita uma varredura lateral com imagens sonar. Os dados de profundidade foram corrigidos ao nível reduzido da DHN para eliminar o efeito da maré.

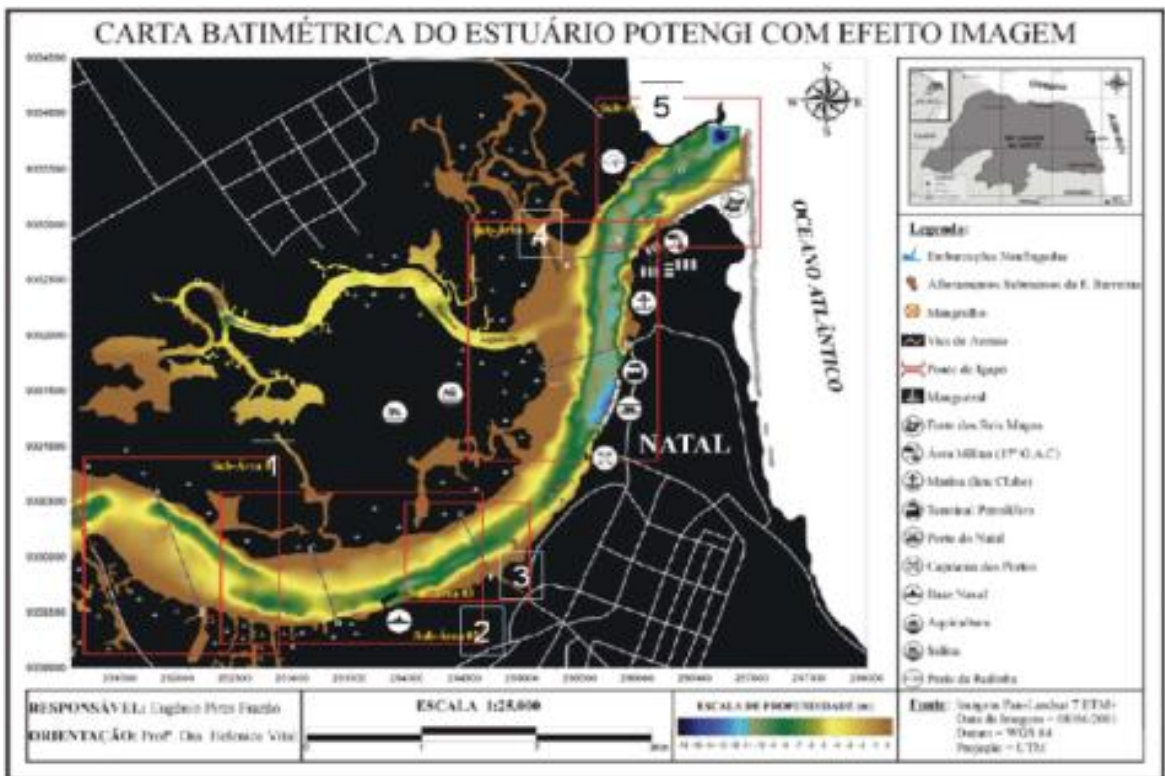
O processamento e a análise dos dados batimétricos levou o referido autor a elaboração de uma carta batimétrica de contorno, apresentando isóbatas em metros (Figura 196) e de uma carta batimétrica com efeito sombreado (Figura 197). No intuito de melhor visualização ele subdividiu a área do estuário em 5 sub-áreas, com a elaboração de blocos diagramas.

Figura 196 - Carta Batimétrica do Estuário Potengi/Jundiáí



Fonte: Frazão (2003).

Figura 197 - Carta Batimétrica do Estuário Potengi/Jundiáí, com “efeito” imagem



Fonte: Frazão (2003).

A morfologia de fundo para o estuário revelou a presença de duas zonas morfológicas distintas quanto a suas feições principais: a) Zona do Canal Principal; e b) Alto Fundo do Estuário (FRAZÃO, 2003; VITAL, 2004).

d) Zona do Canal Principal

De acordo com Frazão (2003), o canal principal apresenta em média 170 metros de largura e profundidades entre 8 e 10 metros com pequenas depressões, entre 9 e 11 metros de profundidade, marcando o fundo do canal observados na Figura 197 acima e nos blocos diagramas, a seguir. Essas depressões seguem continuamente o eixo do canal até a foz. Um vale amplo, limitado por taludes abruptos aparecem junto às margens junto à Ponte do Igapó (Figura 198), e próximo à foz, onde a influência marinha é mais acentuada.

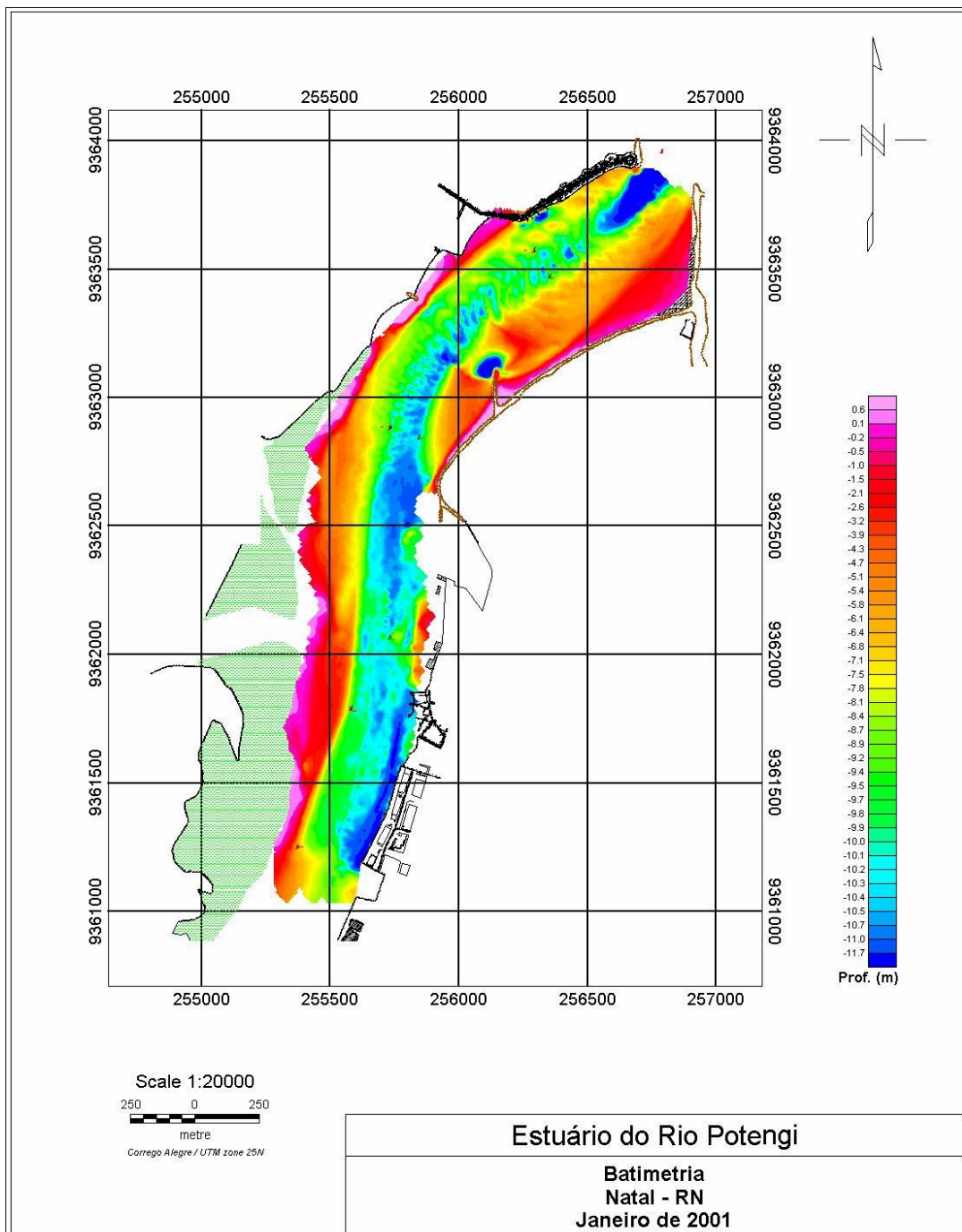
Segundo Cunha (2004), as profundidades do estuário mais elevadas encontram-se no costado do Porto de Natal com registros de 12,0m a 14,0m. Tais informações estão sintetizadas através da representação gráfica espectral que varia entre as cores: vermelho, amarelo, verde e azul (Figura 169), sendo que o canal de acesso ao porto tem largura média de 250,0 metros e profundidades que variam de 8,0m a 14,0m (Tabela 66).

Tabela 66 - Parâmetros Morfométricos do Estuário do Rio Potengi até o Porto de Natal

Parâmetros Morfométricos	Dimensões	
	Máximo	Mínima
Área	3,477 km ²	
Comprimento	6,742 km	
Volume	21.469.508,61 m ³	14.131.011,08 m ³
Largura média do corpo d'água	480,0 m	
Largura do canal de acesso	250 m	150 m
Largura da desembocadura	200 m	150 m
Profundidade Máxima	14,0 m	12,0 m
Profundidade Média do Canal de acesso	10,0 m	8,0 m

Fonte: Cunha, (2004).

Figura 198 - Carta Batimétrica do Estuário Potengi/Jundiá até o Porto de Natal



Fonte: Cunha, (2004).

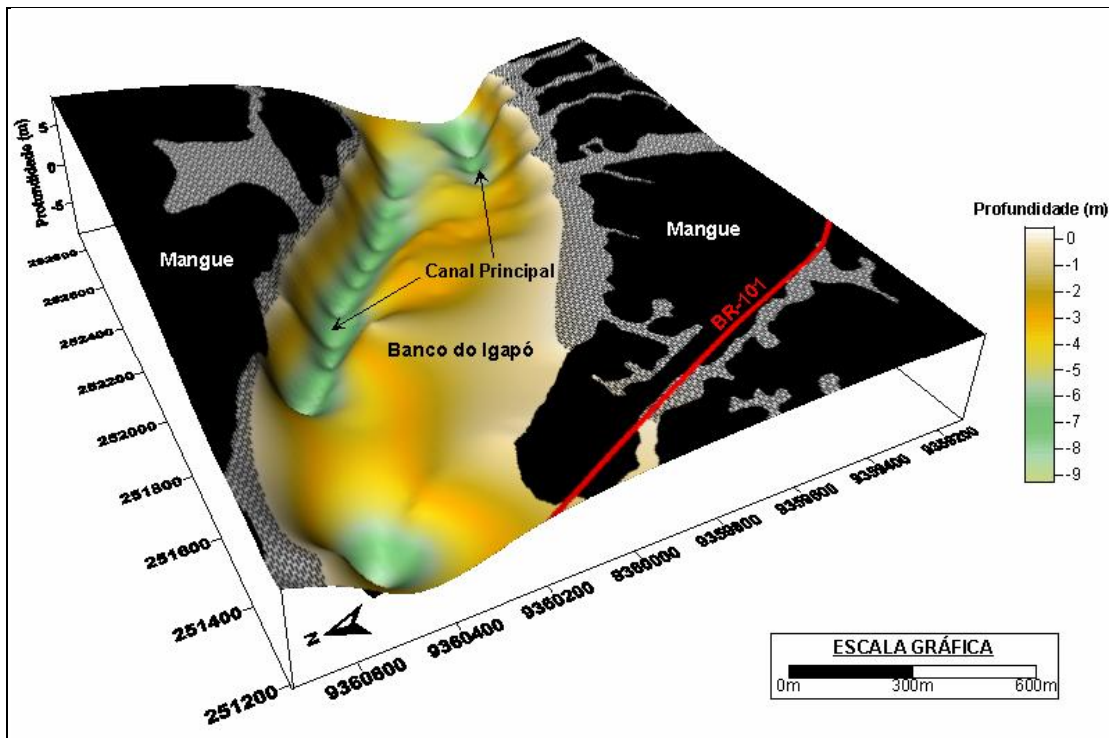
Em direção ao interior do estuário, o canal principal de navegação vai diminuindo sua largura e adquirindo formas mais estáveis, em resposta tanto a um maior aporte sedimentar proveniente dos rios Jundiá e Potengi, quanto à menor influência das correntes de maré.

e) Alto Fundo do Estuário

As zonas de maiores profundidades do estuário se encontram junto às margens côncavas do estuário, enquanto nas margens convexas um avançado preenchimento sedimentar contribui para o crescimento lateral, em direção ao canal estuarino. Pode ser definida a partir das isóbatas menores que 4m e são caracterizados por bancos arenosos e planícies lamosas. Cinco bancos principais foram identificados nesta zona por Frazão (2003). Sendo eles:

- i. **Banco de Igapó** (Figura 199) - à margem esquerda do estuário, no sentido à foz ou à direita da figura, próximo a Ponte do Igapó (Figura 199 e Figura 201). É o maior banco de todos com cerca de 1,3 km de comprimento por 650 metros de largura. A sua formação é devida a diminuição da energia de maré.

Figura 199 - Carta Batimétrica do Estuário Potengi/Jundiá até o Porto de Natal Bloco diagrama ressaltando feições morfológicas do fundo da sub-área 01. Inclinação do bloco = 33° e rotação do bloco = 117°



Fonte: Frazão, (2003).

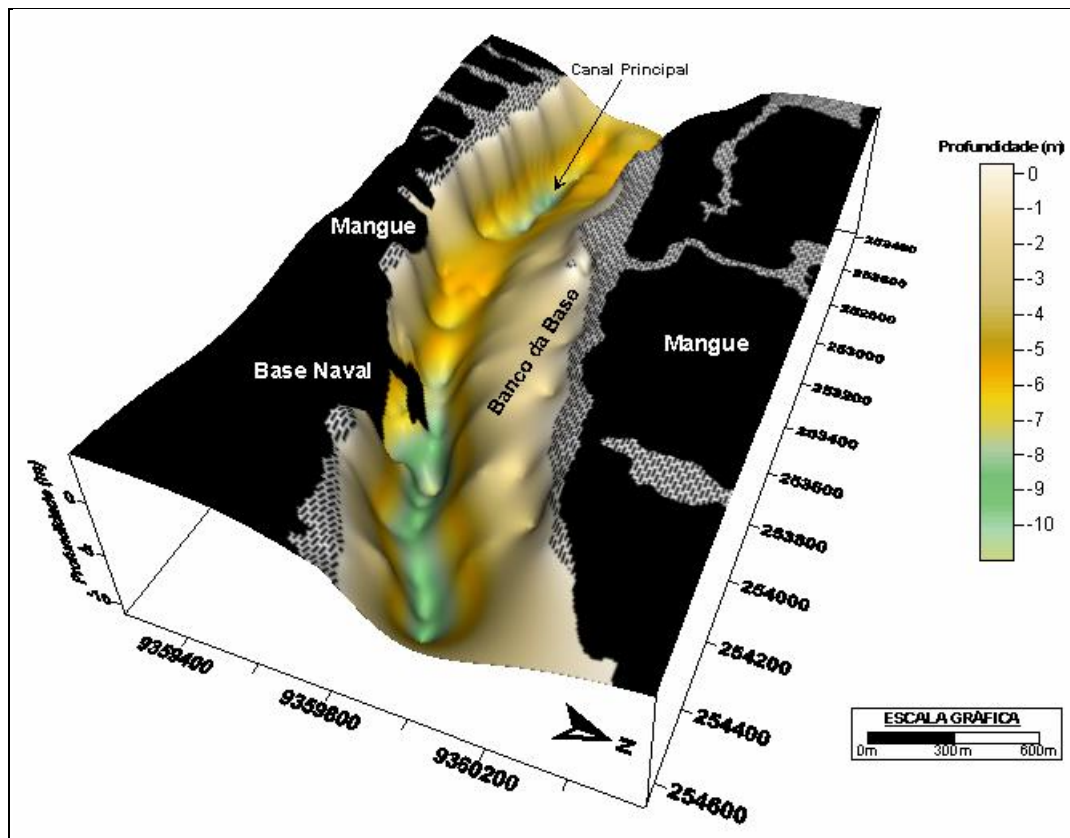
Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

Nesse bloco-diagrama da subárea 01, pode-se observar que o Banco do Igapó apresenta forma ovalada, sendo formado pela remobilização dos sedimentos erodidos na margem oposta ou formado pela deposição de materiais carreados das erosões à montante. Apresenta um mergulho suave em direção ao canal principal de navegação.

- ii. **Banco da Base** (Figura 200) - também à margem esquerda do estuário ou à direita da figura, próximo à Base Naval. Tem 2 km de comprimento por 416m de largura, está posicionado no eixo central do estuário Potengi/ Jundiaí. A carta batimétrica do estuário mostra o segmento meandrante no local e o prolongamento da linha de talvegue que acompanha sua margem direita. Amostras coletadas neste banco indicam que o mesmo é coberto por sedimentos arenosos.

iii.

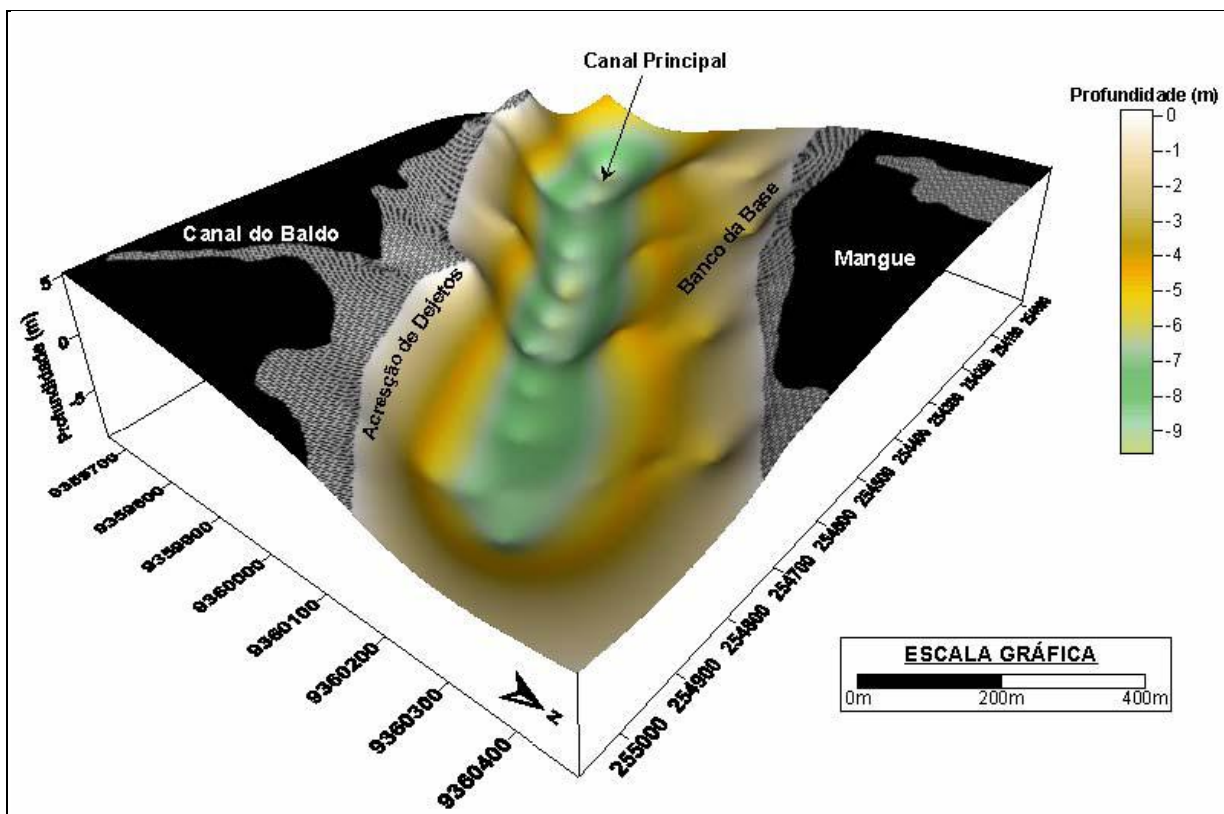
Figura 200 - Bloco diagrama ressaltando feições morfológicas do fundo da sub-área 02. Inclinação do bloco = 41° e rotação do bloco = 255°



Fonte: Frazão, (2003).

- iv. **Canal do Baldo** (Figura 201) - localizado na margem esquerda do estuário ou a direita da figura onde há um acúmulo de detritos “*in natura*” provenientes do esgoto urbano. Na margem oposta ao canal do Baldo, ocorre a sedimentação natural, sendo esta a continuação do Banco da Base, discutido no item II. Desta forma, a intensa contribuição desse material sólido, associada à sedimentação natural na outra margem, tende a assorear e preencher a zona do canal principal.

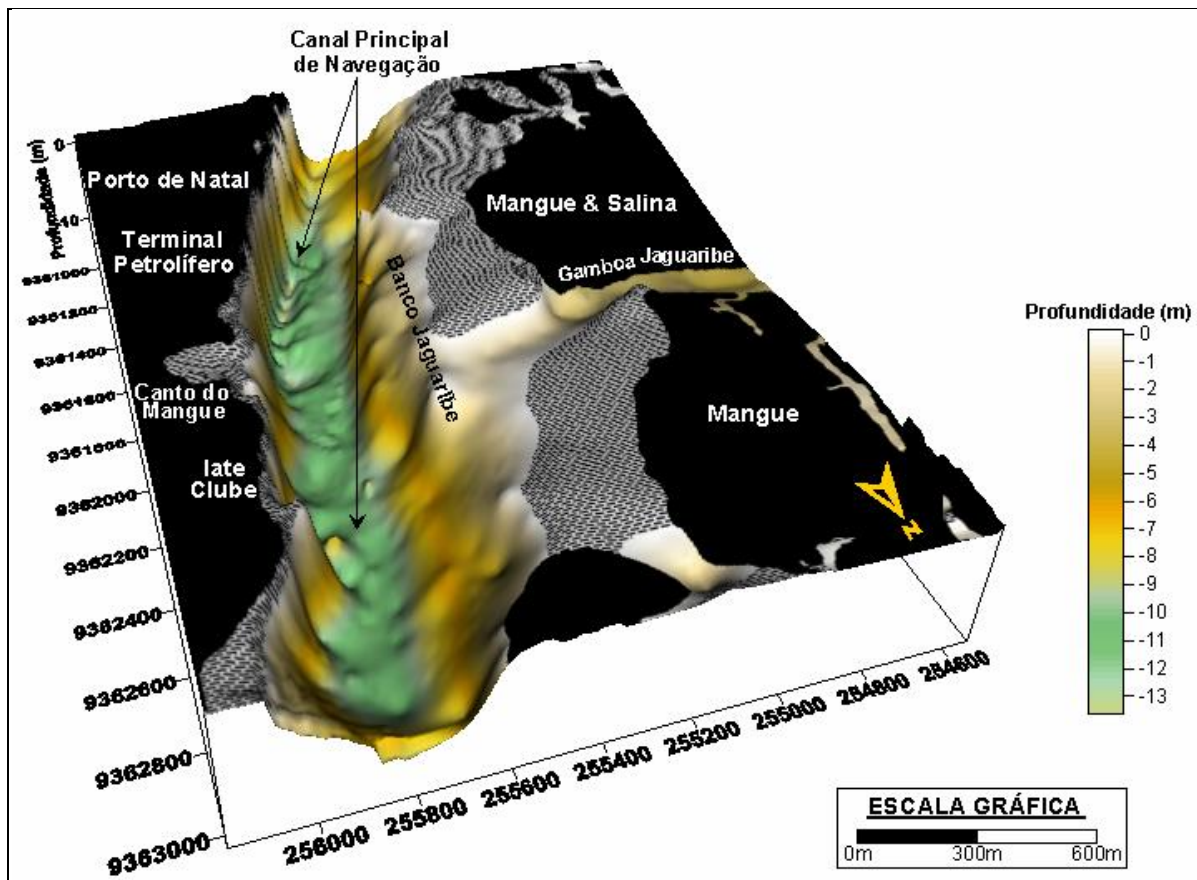
Figura 201 - Bloco diagrama ressaltando feições morfológicas do fundo da sub-área 03. Inclinação do bloco = 35° e rotação do bloco = 231°



Fonte: Frazão, (2003).

- v. **Banco Jaguaribe** (Figura 202) - encontra-se na margem esquerda do estuário, na confluência com a Gamboa Jaguaribe com o estuário, entre o Porto de Natal e um pouco além do late Clube. Apresenta 487m de comprimento e 390m de largura.

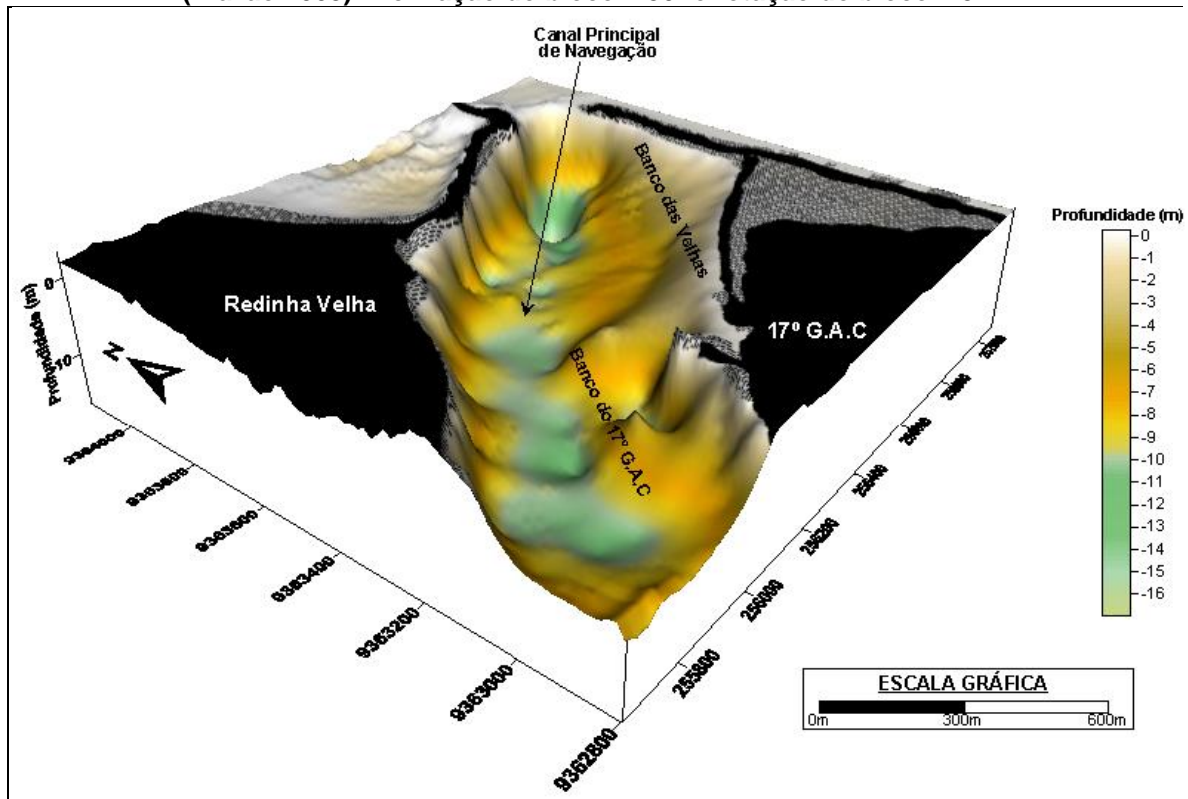
Figura 202 - Bloco diagrama ressaltando feições morfológicas do fundo da sub-área 04. Inclinação do bloco = 38° e rotação do bloco = 198°



Fonte: Frazão, (2003)

- vi. **Banco das Velhas** e **Banco do 17º GAC** (Figura 203) - ambos ocorrem a margem esquerda do estuário e próximos à foz do estuário. O primeiro tem 526m de comprimento por 154m de largura. O segundo provavelmente formado devido à presença de um espigão artificial com aproximadamente 200m de comprimento que funciona como anteparo para conter a erosão ao longo da margem, provocou a acumulação de sedimentos devido às forçantes turbilhonares, formando o Banco do 17º GAC.

Figura 203 - Bloco diagrama ressaltando feições morfológicas do fundo na foz do rio Potengi (Frazão 2003). Inclinação do bloco = 30° e rotação do bloco = 52°.



Fonte: Frazão, (2003).

Frazão (2003) observou que o espigão do 17º GAC provoca a formação de um vórtice, que por sua vez cria uma depressão fazendo com que os sedimentos remobilizados da praia da Redinha migrem em direção ao canal principal, formando o banco do 17º GAC.

Vital (2004) relacionou a formação desses bancos às intensas correntes de maré na zona do canal principal, que remobilizam os sedimentos erodidos nas margens opostas. Sendo que estes bancos arenosos são geralmente capeados por sedimentos finos, resultando numa extensa superfície plana, emersa durante a baixa-mar. Observou também que estas feições ocorrem nos segmentos meandantes e próximo à foz do estuário Potengi, sobre o qual se desenvolve a planície de inundação colonizada por mangues. Na parte côncava dos meandros, as margens são erosivas e na parte convexa ocorrem os depósitos de barra em pontal.

f) Carta Batimétrica Elaborada em 2011

Uma nova carta batimétrica foi elaborada em 2011 pelo Consórcio EICOMNOR ENGENHARI e PROJETEC, cujo fator gerador foi o de verificar as condições batimétricas dos canais de manobras e de acessos ao Porto de Natal entre a desembocadura e as imediações do Porto de Natal, com propósitos de verificar os serviços de dragagem executados no período de 15/06/2011 a 04/08/2011.

A nova morfologia de fundo foi planejada nas seguintes cotas: a) Profundidades menor que (<) 7 metros; b) Profundidades entre 7 e 12 metros; e c) Profundidades maior que (>) 12 metros.

Dessa planificação foi possível observar que o canal de acessos ao Porto de Natal acima de 12 metros de profundidade predomina em toda a extensão do trecho levantado, tendo larguras variando de 60 a 80 metros, enquanto que na área de manobras, em frente ao porto, a largura do canal principal passa para 100 metros, atingindo 150 metros. Em alguns trechos foi possível observar profundidades de até 14 metros de profundidade.

Por fim, concluiu que a execução da nova dragagem realizada recentemente atingiu o objetivo de oferecer maior capacidade de navegação na região estuarina de acesso à zona portuária de Natal, além de permitir a circulação de navios de maior porte.



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. O embasamento da Plataforma Sul Americana. In: BLUCHER, Edgard (Ed.). **O Precambriano do Brasil**. São Paulo: 1984. 378 p.
- ALMEIDA, F. F. M.; NEVES, B. B; CARNEIRO, C. D. R. The origin and evolution of the South American Platform. **Earth Science Reviews**, n. 50, 2000. p. 77-111.
- AMPLA Engenharia - Assessoria, Meio Ambiente e Planejamento - **Estudo de Análise de Risco - Porto de Natal - RN**. Fortaleza - 2012.
- ANGELIM LAA, MEDEIROS VC & NESI JR. 2006. Programa Geologia do Brasil - PGB. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte.
- ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Porto de Natal**. Disponível em: <www.antaq.gov.br/portal/pdf/Portos/Natal.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2011.
- ARAI, M. 2006. **A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras**. Geologia-USP Série Científica. v. 6, n. 2. São Paulo.
- ARARIPE, P. T.; FEIJÓ, F. J. **Carta Estratigrafia da Bacia Potiguar**. 1994. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round3/downloads/ce_potiguar.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **ABNT NBR 10.004/04**. Norma Técnica, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **ABNT NBR 10.151/00, Versão Corrigida:2003**, Norma Técnica, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **ABNT NBR 10.152/87, Versão Corrigida: 1992**, Norma Técnica, 2011.
- BAILEY, D. et al. Harboring Pollution: Strategies to Clean Up U.S. Ports. **Natural Resources Defense Council**. USA: Ago. 2004. Disponível em: <<https://www.nrdc.org/air/pollution/ports/ports2.pdf>>. Acesso em: abr. 2011.
- BAILEY, D.; SALOMON, G. Pollution prevention at ports: clearing the air. **Environmental Impact Assessment Review**, Volume 24, Issues 7-8, October-November 2004, Pages 749-774.
- BARRETO, A. M. F. et al. Geologia e Geomorfologia do Quaternário Costeiro do Estado do RN. **Revista do Instituto de Geociências - USP**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 1-12, outubro 2004. Disponível em: <<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/guspssc/v4n2/01.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

BEZERRA, A. C. N.; CAVALCANTI, E. P. Energia estática sobre o norte e nordeste do Brasil relacionada com a temperatura da superfície do mar. **Revista Brasileira Meteorologia**, v.23, n.2, p. 239-263, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862008000200010>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

BRASIL, **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2010**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=95>>, Acesso em Maio, 2012.

BRASIL, Ministério da Meio Ambiente - MMA, **Resolução CONAMA nº 001/90**, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=98>>, Acesso em: 23 out. 2012.

BRASIL, Secretaria de Portos - SEP. **Programa de Conformidade do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes nos Portos Marítimos Brasileiros**, COPPE, UFRJ. 2014.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 56/2008**, 6 de agosto de 2008.

BRASIL. **Diário Oficial da União (DOU)**, 22/01/1922, Seção 1, pg. 12. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/1715639/pg-12-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-22-01-1922/pdfView>>, Acesso em: 20 de dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego - MTE. **Norma Regulamentadora NR 15 - Atividades e Operações Insalubres**, Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20\(atualizada%202011\)%20II.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20(atualizada%202011)%20II.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego - MTE. **Norma Regulamentadora NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual - EPI**, Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388130953C1EFB/NR-06%20\(atualizada\)%202011.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388130953C1EFB/NR-06%20(atualizada)%202011.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2012.

BRASIL. Portaria MT nº 1.029 de 20 de dezembro 1993. Dispõe sobre o Porto Organizado de Natal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 dez. 1993.

CASSETI, W. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CHAN, S. C. **Analysis of easterly wave disturbances over South Atlantic Ocean**. Dissertação de mestrado INPE - 5222 - TDL/437, 1990. 104 p.

CODERN. Companhia das Docas do RN. **Relatório de controle ambiental para dragagem do canal de acesso**. Natal, 2006. 88p.

CODERN. Companhia das Docas do RN. **Relatório Técnico Final do Monitoramento Ambiental para Execução da Dragagem de Manutenção do Canal de Acesso do Porto de Natal.** Natal, 2003. 184p.

CODERN. Companhia Docas do RN. **Estudo de Viabilidade:** Dragagem. Natal, 2006. 63p.

CODERN. Companhia Docas do RN. **Organograma.** Natal, 2009. Disponível em:<www.codern.com.br>, Acesso em: 07 dez. 2011.

CODERN. Companhia Docas do RN. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento.** Natal, 2010. 100p.

Companhia da Escalada. **Escala de Beaufort,** Disponível em: <<http://www.companhiadaescalada.com.br/tecnica/beaufort.htm>>, Acesso em 25 de outubro de 2012.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geodiversidade do Estado do RN.** 2006. Escala 1:500.000. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_RN.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2011.

CUNHA, E. M. S. Evolución actual del litoral de Natal - RN (Brasil) y sus aplicaciones a la gestión integrada. Tese de Doutorado, apresentada à Universitat de Barcelona. Programa de Doctorado Ciencias del Mar. Departament d'Ecologia. Departament d'Estratigrafia i Paleontologia, 2004.

CUNHA, Eugenio Marcos Soares. **Evolución actual del litoral de Natal-RN (Brasil) y sus aplicaciones a la gestión integrada / Evolução atual do litoral de Natal-RN (Brasil) e suas aplicações a gestão integrada.** Disponível em: <<http://www.tdx.cat/handle/10803/1432>>. Acesso em: Agosto, 2012.

CUNHA, P.E.V. **Aplicação da Metodologia para Estimativa do Fator de Emissão - Nutrientes e Metais Pesados - para Avaliar a Contribuição dos Efluentes de Carcinicultura no Estuário do Rio Potegi, Natal (RN).** 2010. 216f. Tese (Doutorado) Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo São Paulo, 2010. Disponível em: <http://pandora.cisc.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-02062010-093706/publico/paulo_cunha.pdf> Acesso em: 3 dez. 2011.

DALRYMPLE RW, Zaitlin BA, Boyd R (1992) Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. J Sediment Petrol 62:1 i30-l 146.

DIEGUES, A.C.S. 2002. **Povos e Águas: inventários de áreas úmidas brasileiras.** NUPAUB-USP, São Paulo, 597 páginas.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN. **Pluviometria do Município de Natal-RN.** Disponível em:

<http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/meteorologia/analise_chuva.asp>. Acesso em: 03 dez. 2011.

EPA. Emission Factor Documentation. Measurement Policy Group Office of Air Quality Planning and Standards U.S. Environmental Protection Agency.2011. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn/chief/software/>> Acesso em dez. 2011.

FARIAS, W. R. G.; CORREIA, M. F. **Descargas atmosféricas e interrupções de energia elétrica na área da CHESF: relação com variáveis atmosféricas em anos de El Niño e La Niña.** Revista Brasileira Meteorologia. v. 23, n.3, p. 270-281, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-7862008000300002>>. Acesso em: 03 dez. 2011.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. **Qualidade Ambiental.** Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqar.asp>>. Acesso em: 16 nov. 2011.

FRAZÃO, E. P. **Caracterização Hidrodinâmica e Morfosedimentar do Estuário Potengi e Áreas Adjacentes: Subsídios para controle e recuperação ambiental no caso de derrames de hidrocarboneto.** 2003. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica) Universidade Federal do RN, Natal, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_eugenio_frazae.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2011.

GALVÃO, Y. R.; SILVA, F. M. **Análise Probabilística das Precipitações, Erosividade e Conforto Térmico em Natal: Estudo de Caso.** In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 12, 2007. Anais Eletrônicos. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/senior/RESUMOS/resumo_3825.html> Acesso em: 03 nov. 2011.

GAN, M. A. **Um estudo observacional sobre as baixas frias da alta troposfera nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e Leste do Brasil.** 1982. 80 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1982.

GIANINI, P. C. E. et al. Dunas e Paleodunas Eólicas Costeiras e Interiores. **Quaternário do Brasil.** Ribeirão Preto: Assoc. Bras. De Estudos do Quaternário; Holos Editora, 2005.

GROTZINGER, J. et. al. **Para Entender a Terra.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

GUIA da Urca. Disponível em: <<http://www.guiadaurca.com/tecnica/beaufort.htm>>.

GUIA do Litoral. **Fotos de Dunas Móveis na Praia de Jenipabu, Município de Extremoz.** Disponível em: <http://guiadolitoral.uol.com.br/genipabu-2573_2008.html>. Acesso em: 26 dez. 2011.

HASTENRATH, S., LAMB, P., 1977: **Climatic Atlas of the Tropical Atlantic and Eastern Pacific Oceans**. University of Wisconsin Press, 113 pp.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. **Dynamics of climatic hazard in the Northeast Brazil**. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, n. 103, 1977. p. 77- 92.

IBGE. **Indicadores conjunturais em 2010**, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/indicadores.php>>. Acesso em: abr. 2011.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Ofício n. 392/2014-DT**. 05 de Nov. 2014.

INMET - Instituto Nacional de Metrologia. **Estação Automática de Natal/RN**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/>. Out. 2011.

INMET - Instituto Nacional de Metrologia. **Estação Automática de Natal/RN**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/>. Out. 2012.

Instituto Nacional de Meteorologia, **Condições Climáticas**, Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTMwNA==>, Acesso em: 22 de out. 2012.

Instituto Nacional de Meteorologia, **Série Histórica de Predominância dos Ventos**, Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>, Acesso em: 31 de out. 2012.

KOUSKY, V.E. **Diurnal rainfall variation in Northeast Brazil**. *Mon. Weather Rev.*, 108, 1980. p 488-498.

Leis Municipais. Lei Complementar n. 07/1994. **PDN - Plano Diretor de Natal**. Disponível em <http://medeirosadvogados.com/download/municipal/plano_diretor.pdf>. Acesso em Abr. 2011.

MEDEIROS, R. L. da Silva. **Avaliação das condições química e física dos sedimentos do estuário Jundiá-Potengi**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Físico-Química; Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MEMÓRIA VIVA. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/memoriaviva/sets/72157594171973894/>>. Acesso em 17 jan. 2012.

MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, A. Sedimentary basins of South America. In: CORDANI, U.G. et al. (eds.). **Tectonic evolution of South America**. 31 International Geological Congress. Rio de Janeiro, 2000. p. 389-449.

MONTEIRO, G. A. **Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais Provocados por Vazamento de Óleo o Estudo de Caso do Complexo Reduc-Dtse**. 2003.

Tese (Doutorado em Planejamento Energético e Ambiental I) Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

MONTEIRO, S. V. et al. **A pesca artesanal em Natal/RN: Práticas Culturais, Trabalho e Lazer**. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDU E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 4, 2009, Belém. Anais eletrônicos. Belém, 2009.

Disponível em:

<<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1170/689>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

MOURA, A. D. and Shukla, J., 1981. **On the Dynamics of Droughts in Northeast Brazil: Observations, Theory and Numerical Experiments with a General Circulation Model**. Disponível em:

<<http://www.iges.org/people/Shukla's%20Articles/1981/On%20the%20dynamics.pdf>>. Acesso em: abr. 2011.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira**. In: Antonio José Teixeira Guerra; Sandra Baptista da Cunha. (Org.). Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos. Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil S.A., 1995, v. , p. 253-308.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: SUPREN; IBGE, 1979.

Nobre, P., 1994. **Variabilidade Climática sobre o Atlântico Tropical. Parte II: Estudo de Casos**. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8: 10-14. Belo Horizonte-MG. Anais II.

NOGUEIRA, F. C. C. **Estruturas Tectônicas Cenozóicas na porção da Bacia Potiguar**. 2008. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/FranciscoCCN.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

NPCP, Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos do RN, 2008. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/cprn/publicacoes/04_sta/npcp.pdf>, acesso em junho, 2014.

OLIVEIRA, M.I.M, BAGNOLI e FARIAS, C.C, et. al. 1990 **Considerações sobre a geometria, petrografia, sedimentologia, diagênese e idades dos "beach rocks" do Rio Grande do Norte**. Anais do 36º Congresso Brasileiro de Geologia, Natal, RN, Brasil 2:621 634.

PANORAMIO. **Fotos de Paleodunas**. Disponível em: <<http://www.panoramio.com/photo/29257295>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

PDZ, **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento**, CODERN, Natal - RN, 2010. Disponível

em:<http://www.codern.com.br/pdfs/PDZ/PDZ_NATAL_REVISADO_OUT_2011.pdf>, acesso em: 26 nov. 2011.

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S/A. **Atividade de Perfuração Marítima nos Blocos BM-POT-16 e 17 - Bacia do Potiguar**. Meio Biótico. Rio de Janeiro, 2010. 133p.

PRESS, F. et al. **Para Entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 páginas.

PRITCHARD, D. W. (1967). **What is an Estuary: Physical Viewpoint**. In: Estuaries. G. H. Lauff (Ed.) American Association for the Advancement of Science, nº 83, Washington D. C.

QUEIROZ, T. A. N. **A Produção do Espaço Urbano de Natal/RN: Algumas considerações sobre as políticas públicas**. Observatorium Revista Eletrônica de Geografia, v.2, n. 4, p. 2-16, jul. 2010.

RIO GRANDE DO NORTE, Prefeitura Municipal de Natal - PMN. **Dunas. Relatório e atlas do mapeamento e caracterização dos remanescentes de dunas do município de Natal, RN**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. 2008.

ROLIM, G. S. et al. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo**. Bragantia, v. 66, n.4, p. 711-720, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>>. Acesso em: 30 nov. 2011.

ROSSETTI, D. F. **Evolução Sedimentar Miocênica nos Estados do Pará e Maranhão**. Revista do Instituto de Geociências - USP, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 7-18, out. 2006. Disponível em: <http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/ePrint%4080/2006/12.06.09.28/doc/Rossetti_7-11.pdf>. Acesso em: 20 dez 2011.

SALES, T. E. A. **Estudo da balneabilidade das praias urbanas do município de Natal-RN durante o ano de 2005**. 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação, em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2006.

SEMURB - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - Prefeitura Municipal de Natal/RN. **Plano municipal de redução de risco do município de Natal, 2008. Relatório final**, v. 1. Elaborado por Acquatool Consultoria. Disponível em: <www.natal.rn.gov.br/...riscos/Vol_1_-_REL_AREAS_RISCO_-_Final>. Acesso em: 10 dez. 2011.

SERVAIN, J.; LUKAS. **Climatic Atlas of the Tropical Wind Stress and Sea Surface Temperature 1985-1989**. [s.l.]: Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1990.

- SIGOLO, J.B. (2000) - **Processos Eólicos - Ação dos Ventos**, in: Decifrando a Terra. Cap.12. Editora Oficina de Textos. São Paulo.
- SILVA, Cleverson G., Alberto G., Figueiredo Junior; Isa, Brehme. Rev. Bras. Geof.; Vol. 18 n. 3 São Paulo. **Granulados litoclásticos / Siliciclastic deposits**. 2000.
- SKINNER, B.J.; PORTE, S.C. **Physical Geology**. New York: John Willey & Sons, 1987. SKY SCRAPER CITY. 2011. Disponível em: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=678702>>. Acesso em mar 2011.
- SOUZA, C.R. **A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Conseqüências, Indicadores de Monitoramento e Risco**. In: Bononi, V.L.R., Santos Junior, N.A. (Org.), Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: A Síntese de Um Ano de Conhecimento Acumulado, pp.48-69, Instituto de Botânica - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, 2009.
- SOUZA, C.R. de G.; SOUZA FILHO, P.W.M.; ESTEVES, SL.; VITAL, H. DILLENBURG, S.R.; PATCHINEELAM, S.M. & ADDAD, J.E. 2005. - **Praias Arenosas e Erosão Costeira**. In: C.R. de G. Souza et al. (eds.). Quaternário do Brasil. Holos, Editora, Ribeirão Preto (SP). p. 130-152.
- SUGUIO, K. 1999. **Geosciences and commemoration of Brazil's 500-year anniversary of discovery**. Journal Brazilian Association Advancement Science, 51:235.
- TRICART J. E SILVA T.C. **Estudo da Geomorfologia da Bahia e Sergipe. Salvador**, Bahia: Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia, 1968. 167 p.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- VERITAS. **Execução dos planos básicos ambientais - PBAS para o monitoramento da obra de dragagem e derrocagem do Porto de Natal**. Relatório interno, 2011. 147 p.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- VITAL, H. **Estudo de Geologia e Geofísica Marinha do Rio Potengi**. Natal: Fundação Norte Riograndense de pesquisa e cultura, Programa de Pós Graduação em geodinâmica e geofísica; Departamento de geologia; Laboratório de geologia e geofísica marinha e monitoramento ambiental-GGEMMA, 2006. 93p.
- YAMAZAKI, Y., RAO, V.B. **Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean**. J. Meteor. Soc. Japan, n. 55, 1977. p. 205-207.



ANEXOS



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I



ANEXO "I" – Plano de Remoção do Minério de Ferro no Porto de Natal



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I



ANEXO "II" – Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I



ANEXO "III" – Instrução de Serviço n. 07/2011 – Procedimentos Operacionais e de Emergência para a Coleta de Resíduos de Embarcações



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I



FAPÉU

Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

ANEXO "IV" – Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios (NORMAM 20/DPC)



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I



FAPEU

Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

**ANEXO "V" – Termo de Compromisso da Cooperativa de Catadores de
Materiais Recicláveis e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte -
COOCAMAR**



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I



ANEXO "VI" – Cópias de manifestos de retirada dos resíduos



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I

ANEXO "VII" –Licença de Operação das Empresas:

- **LUNC Transportes de Entulhos e Lixo LTDA**
- **BRASOLEO Transporte e Tratamento Resíduos LTDA**
- **Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte - COOCAMAR**
- **BRASECO S/A**
- **Costa e Filho Reciclagem e Gerenciamento de Resíduos LTDA – ME**



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I

ANEXO "VIII" – Declarações das Empresas:

- **LUNC Transportes de Entulhos e Lixo LTDA**
- **BRASOLEO Transporte e Tratamento Resíduos LTDA**
- **Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte - COOCAMAR**



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I



ANEXO "IX" - Anotação de Responsabilidade Técnica - Biólogo Gustavo Girão Braga



Relatório de Avaliação Ambiental do Porto de Natal

Termo de Cooperação nº 02/2009 SEP – UFSC/FAPEU

A n e x o s T o m o I