

Estudos Necessários para Instalação de Usina de Dessalinização de Água do Mar no Complexo Industrial e Portuário do Pecém



RELATÓRIO FINAL TOMO II - ESTUDOS AMBIENTAIS

Setembro de 2006



APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

Este documento atende ao objeto do Contrato no 046/2005/COGERH – Elaboração dos Estudos Necessários para a Instalação de Usina de Dessalinização de Água do Mar no Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

Tais estudos, definidos nos termos de referência integrantes do edital de licitação, foram segmentados de acordo com a seguinte itemização:

- Levantamento dos dados básicos
- Estudos de Viabilidade Técnica
- Estudos de Viabilidade Econômica e Financeira
- Projeto Básico
- Estudos ambientais
- Termos de Referência

O documento que ora a VBA Consultores entrega à COGERH compreende todos os segmentos, dispostos nos seguintes tomos:

Tomo I – RELATÓRIO FINAL - TEXTOS

- Levantamento dos dados básicos
- Estudos de Viabilidade Técnica
- Estudos de Viabilidade Econômica e Financeira
- Projeto Básico - Textos
- Anexos

Tomo II – ESTUDOS AMBIENTAIS

Tomo III – DESENHOS E PLANTAS

Tomo IV – PROJETO ELÉTRICO

- Volume I – Projeto Elétrico da Usina



- Volume II – Projeto Elétrico da Subestação

Tomo V – ORÇAMENTOS

Tomo VI – CATÁLOGOS E FOLHAS DE DADOS

Tomo VII – ARTIGOS E INFORMAÇÕES TÉCNICAS

Tomo VIII – TERMOS DE REFERÊNCIA

Tomo IX – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Na realidade, o Contrato determinava a elaboração dos estudos e do projeto para as vazões de 20, 40 e 60 l/s de água permeada. Tais parâmetros foram seguidos e os estudos e o projeto foram entregues em maio passado.

No entanto, como a SRH e a COGERH solicitaram novos estudos sobre outros tamanhos para a planta de dessalinização (10 e 5 L/s), não previstos nos termos de referência, a VBA continuou elaborando tais estudos. Ao final desses estudos, a SRH e a COGERH decidiram pelo tamanho de 5l/s de produção do permeado, determinando que a VBA seguisse na elaboração dos estudos e do projeto, obedecendo a este novo parâmetro.

O Tomo I constitui os textos relativos aos levantamentos básicos, aos estudos de viabilidade técnica, aos estudos de viabilidade econômica e financeira, aos textos do Projeto Básico. Apresenta também oito anexos.

No Tomo II estão os estudos ambientais, elaborados na forma de EVA – Estudos de Viabilidade Ambiental.

Os desenhos e plantas estão reunidos no Tomo III. São desenhos gerais e plantas detalhadas da Usina, configurando aspectos da captação e adução e reservação de água do mar, pré-tratamento da água salgada, sistema de osmose reversa e de recuperação de energia, pós-tratamento e reservação da água permeada. São também apresentadas desenhos das obras civis, das áreas externas de paisagismo e de estacionamento.



O Tomo IV constitui o projeto elétrico, dividido em dois volumes: Volume I, Projeto Elétrico da Unidade Industrial e Volume II, Projeto Elétrico da Subestação abaixadora de energia. O segundo projeto foi separado, pois deve ser encaminhado à COELCE para análise e aprovação.

Os orçamentos, que estão apresentados no Tomo V, foram elaborados com base na Tabela de Preços da Secretaria de Infra-estrutura – SEINFRA, em sua última versão disponível (junho de 2006). Quando materiais, equipamentos ou serviços não estavam contemplados na Tabela de Preços da SEINFRA, foram construídas composições, que estão anexadas às planilhas dos orçamentos.

São ainda apresentados no Tomo VI os Catálogos e Folhas de Dados sobre equipamentos que podem servir de referência e no Tomo VII Artigos e Informações Técnicas sobre os sistemas e processos de dessalinização. Tais informações podem ser úteis para um melhor conhecimento da evolução da dessalinização no Mundo e para a escolha de equipamentos da usina.

No Tomo VIII, apresentam-se os Termos de Referência para a licitação do fornecimento e montagem de todos os equipamentos, construções civis, posta em marcha e operação e treinamento de pessoal.

As especificações técnicas estão reunidas no Tomo IX.

O desenvolvimento dos estudos ambientais, ora apresentados, foi pautado nos critérios e diretrizes preconizados pela Resolução CONAMA no 001, de 23 de janeiro de 1986. Foi executada inicialmente uma análise do projeto proposto e definidas as suas áreas de influência direta e indireta. Em seguida foram executados levantamentos dos fatores biogeofísicos e socioeconômicos da área de influência do empreendimento, tanto no que se refere ao ambiente terrestre quanto ao ambiente marinho, os quais forneceram subsídios para a caracterização da situação vigente antes da sua implantação.

Posteriormente foram identificados e avaliados os impactos ambientais relevantes, sendo então recomendadas às medidas mitigadoras e programas ambientais necessários ao restabelecimento do equilíbrio ecológico.



ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	11
2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO.....	13
3 - PROJETO BÁSICO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO.....	16
3.1 - GENERALIDADES.....	16
3.2 - OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO	17
3.3 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	18
3.3.1 - TECNOLOGIAS E PROCESSOS DE DESSALINIZAÇÃO	18
3.3.2 - A EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE OSMOSE REVERSA.....	24
3.3.3 - EXPERIÊNCIA MUNDIAL EM DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR.....	26
3.3.4 - A EXPERIÊNCIA DA ESPANHA.....	27
3.3.5 - A EXPERIÊNCIA DA CALIFÓRNIA	31
3.3.6 - FATORES QUE INFLUENCIAM OS CUSTOS DA DESSALINIZAÇÃO.....	35
3.4 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS	37
3.5 - ESTUDO DE DEMANDA.....	40
3.5.1 - GENERALIDADES	40
3.5.2 - ESTIMATIVA DA DEMANDA PARA OS USOS PREVISTOS	40
3.5.2.1 - Demanda por Envasamento como Água Mineral.....	40
3.5.2.2 - Demandas do Terminal Portuário e dos Navios	42
3.5.2.3 - Demandas das Vilas do Pecém e da Taiba.....	43
3.6 - ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	45
3.6.1 - GENERALIDADES	45
3.6.2 - INVESTIMENTOS REQUERIDOS PARA IMPLANTAÇÃO DA USINA.....	45
3.6.3 - CUSTOS DE MANUTENÇÃO	47
3.6.4 - CUSTOS OPERACIONAIS DE PRODUÇÃO	47
3.6.5 - CUSTOS UNITÁRIOS DE PRODUÇÃO	47
3.6.6 - CUSTOS UNITÁRIOS DE PRODUÇÃO COM RESTRIÇÃO DA DEMANDA	49
3.6.7 - EQUALIZAÇÃO DOS CUSTOS DA USINA COM A TARIFA DA CAGECE	51
3.6.8 - EQUALIZAÇÃO ENTRE O CUSTO DA CAGECE E O DA USINA.....	52
3.6.9 - CENÁRIOS PARA A TOMADA DE DECISÃO	53
3.6.9.1 - Equalização entre Custos da Usina e Tarifa da CAGECE, Sem Recuperação do Investimento.....	53
3.6.9.2 - Equalização entre Custos da Usina e os Custos de Operação da CAGECE, Sem Recuperação do Investimento	53
3.7 - TAMANHO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO.....	54
3.8 - ESQUEMA GERAL DO PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO	54
3.9 - RENDIMENTO DO PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO	55
3.10 - COMPOSIÇÃO DA ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO, DO PERMEADO E DO CONCENTRADO.....	56
3.11 - PROCESSOS DE PRODUÇÃO	58
3.11.1 - SISTEMA DE CAPTAÇÃO	58
3.11.2 - SISTEMA DE BOMBEAMENTO	59
3.11.3 - SISTEMA DE ADUÇÃO PRINCIPAL	59
3.11.4 - SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA SALGADA	60
3.11.5 - PRÉ-TRATAMENTO	61
3.11.6 - PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO	64
3.11.6.1 - Bomba de Alta Pressão	64
3.11.6.2 - Sistema de Recuperação de Energia.....	65
3.11.6.3 - Sistema de Membranas.....	67
3.11.7 - FLUSHING AUTOMÁTICO	68

3.11.8 - CONTROLE E INSTRUMENTAÇÃO.....	68
3.11.9 - PÓS-TRATAMENTO	69
3.11.10 - DISPOSIÇÃO DO CONCENTRADO.....	70
3.12 - ESTUDO DE SIMULAÇÃO MATEMÁTICA PARA DISPERSÃO DA PLUMA.....	74
3.13 - O MODELO E OS PARÂMETROS UTILIZADOS.....	77
3.14 - APLICAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS OBTIDOS.....	78
3.15 - CONCLUSÕES.....	80
3.16 - CRONOGRAMA E CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	81
4 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	84
4.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA.....	84
4.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA	85
5 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	87
5.1 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ABIÓTICO.....	87
5.1.1 - AMBIENTE TERRESTRE.....	87
5.1.1.1 - Aspectos Geológicos.....	87
5.1.1.2 - Aspectos Geomorfológicos	89
5.1.1.3 - Solos.....	90
5.1.1.4 - Uso e Ocupação do Solo.....	92
5.1.1.5 - Clima.....	95
5.1.1.6 - Recursos Hídricos Superficiais	97
5.1.1.7 - Recursos Hídricos Subterrâneos	101
5.1.2 - AMBIENTE MARINHO	101
5.1.2.1 - Generalidades	101
5.1.2.2 - Correntes, Regime de Ondas e de Marés	102
5.1.2.3 - Batimetria e Cartografia.....	104
5.1.2.4 - Perfis de Praia e Sedimentologia.....	105
5.1.2.4.1 - Níveis d'água	105
5.1.2.4.2 - <i>Sedimentologia</i>	107
5.1.2.5 - Medições de Salinidade da Água do Mar	113
5.2 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO	115
5.2.1 - AMBIENTE TERRESTRE.....	115
5.2.1.1 - Flora.....	115
5.2.1.2 - Unidades de Conservação.....	117
5.2.1.3 - Fauna.....	117
5.2.2 - AMBIENTE MARINHO	119
5.2.2.1 - Generalidades	119
5.2.2.2 - Sistema de Amostragem Utilizado	120
5.2.2.3 - Análise da Diversidade	123
5.2.2.4 - Resultados Obtidos	123
5.2.2.4.1 - <i>Caracterização dos Ambientes</i>	123
5.2.2.4.2 - <i>Substrato Rochoso</i>	124
5.2.2.4.3 - <i>Substrato Inconsolidado</i>	124
5.2.2.5 - Caracterização da Biocenose	124
5.2.2.5.1 - <i>Comunidade Bentônica</i>	124
5.2.2.5.2 - <i>Biocenose Nectônica</i>	131
5.3 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ANTRÓPICO.....	134
5.3.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA.....	134
5.3.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA	135
5.3.2.1 - Generalidades	135
5.3.2.2 - Evolução e Distribuição Geográfica da População	136
5.3.2.3 - Qualidade de Vida da População.....	137

5.3.2.3.1 - Nível de Instrução	137
5.3.2.3.2 - Distribuição da Renda	138
5.3.2.3.3 - Condições Médico-Sanitárias	139
5.3.2.3.4 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	140
5.3.2.4 - Organização Social	141
5.3.2.5 - Infra-Estrutura Física e Social	141
5.3.2.5.1 - Setor Transportes	141
5.3.2.5.2 - Setor Educacional	143
5.3.2.5.3 - Setor Saúde	144
5.3.2.5.4 - Setor de Comunicação	145
5.3.2.5.5 - Energia Elétrica	146
5.3.2.5.6 - Saneamento Básico	147
5.3.2.6 - Atividades Econômicas	149
5.3.2.6.1 - Setor Primário	149
5.3.2.6.2 - Setor Secundário	151
5.3.2.6.3 - Setor Terciário	154
5.4 - ZONEAMENTO AMBIENTAL	155
5.4.1 - CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E ZONEAMENTO	155
5.5 - PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS CO-LOCALIZADOS	160
5.5.1 - COMPLEXO INDUSTRIAL/PORTUÁRIO DO PECÉM (CIPP)	161
5.5.2 - SISTEMAS RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO	162
5.5.3 - SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA E GÁS NATURAL	163
5.5.4 - SANEAMENTO BÁSICO	163
5.5.5 - SISTEMA DE DRENAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DO PARCELAMENTO DOS LOTES INDUSTRIAIS	165
5.5.6 - PLANO DIRETOR DE INFRA-ESTRUTURA BÁSICA E PLANO DE CONTINGÊNCIA DO CIPP	165
5.5.7 - PLANOS DIRETORES DE DESENVOLVIMENTO URBANO DE CAUCAIA E SÃO GONÇALO DO AMARANTE	166
6 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	168
6.1 - MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO	168
6.2 - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	170
6.2.1 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	170
6.2.2 - AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	170
6.2.3 - AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	172
6.3 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	175
6.3.1 - GENERALIDADES	175
6.3.2 - IMPACTOS INCIDENTES SOBRE O MEIO ABIÓTICO	176
6.3.3 - IMPACTOS INCIDENTES SOBRE O MEIO BIÓTICO	178
6.3.4 - IMPACTOS INCIDENTES SOBRE O MEIO ANTRÓPICO	179
7 - MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS	201
7.1 - GENERALIDADES	201
7.2 - ADOÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO	203
7.3 - PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	205
7.4 - CURSOS DE CAPACITAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO	207
7.5 - RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DO CANTEIRO DE OBRAS, JAZIDA DE EMPRÉSTIMO E BOTA-FORAS	210
7.5.1 - GENERALIDADES	210
7.5.2 - CONTROLE AMBIENTAL NA ATIVIDADE MINERAL	210
7.5.3 - CONTROLE DA DEPOSIÇÃO DE BOTA-FORAS	212
7.5.4 - RECUPERAÇÃO DA ÁREA DE LAVRA	213
7.5.5 - RECOMPOSIÇÃO DA ÁREA DO CANTEIRO DE OBRAS	214



7.6 - MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA.....	215
7.7 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO PERMEADO (ÁGUA DOCE).....	216
7.8 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CORPO RECEPTOR	217
7.9 - CUSTOS DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	220
8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	223
9 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE.....	229
10 - BIBLIOGRAFIA.....	236
11 - EQUIPE TÉCNICA.....	242
12 - GLOSSÁRIO	246

ANEXOS

ANEXO I - MONITORAMENTO DAS ÁGUAS OCEÂNICAS NA ÁREA DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM

ANEXO II - ANÁLISE D'ÁGUA DA LAGOA DO PECÉM

ANEXO III - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



1 – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR



1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

O órgão empreendedor do Projeto da Usina de Dessalinização de Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém é a COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, órgão público vinculado a SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos, cuja identificação é apresentada a seguir:

Razão Social

- COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará.

Registro Legal

- CNPJ nº 74.075.938/0001-07

Endereço

- Rua Adualdo Batista no 1550 Cambéba - Fortaleza/CE.

Representante Legal

- Maria Izelda Rocha Almeida
- CPF: 141.993.603-44

Telefone, Fax e Endereço Eletrônico para Contato

- Fone: (85) 3218-7020
- Fax: (85) 32187032
- E-mail: cogerh@cogerh.com.br

Os contatos relativos às questões pertinentes ao presente EVA junto ao órgão empreendedor deverão ser estabelecidos junto a Diretoria de Planejamento, através do Engº Jurandir Marães Picanço Junior.



2 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

A Usina de Dessalinização de Água do Mar, ora em análise, será construída em área contígua ao Terminal Portuário integrante do Complexo Industrial / Portuário do Pecém. O referido complexo apresenta a maior parte de sua área encravada no território do município de São Gonçalo do Amarante, tendo apenas uma pequena faixa englobando terras do município de Caucaia, no Estado do Ceará. A área da futura usina de dessalinização propriamente dita abrange terras do município de São Gonçalo do Amarante, nas imediações da Vila do Pecém.

Desde Fortaleza o acesso à área do empreendimento pode ser feito através da BR-222, até o entroncamento com a CE-422, conhecida como Estrada do Porto, que dá acesso à área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Outra opção de percurso pode ser feita através da CE-085, conhecida como Rodovia do Sol Poente ou Via Estruturante, em conjunto com a CE-421.

O acesso à área do estudo, ainda, pode ser feito a partir da cidade de São Gonçalo do Amarante através da CE-085 (Via Estruturante), com derivação à esquerda para a CE-348. A Figura 2.1 apresenta o mapa com a localização e os acessos a área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. O acesso aéreo a área do empreendimento é possível através do Aeroporto Internacional Pinto Martins, em Fortaleza.

Figura 2.1 – Localização e Acesso





3 - PROJETO BÁSICO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO

3 - PROJETO BÁSICO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO

3.1 - GENERALIDADES

Considerando o crescimento contínuo da demanda por água para o abastecimento humano e para o desenvolvimento, os cientistas e pesquisadores indicam a fonte inesgotável dos oceanos com alternativa de atendimento futuro, por meio do processo de osmose reversa, com o uso das modernas tecnologias ligadas aos sistemas de membranas.

O processo de dessalinização de águas salobras e salinas, via osmose reversa, vem mostrando resultados satisfatórios para atender a pequenas, médias e grandes comunidades em muitos países. Os Estados Unidos da América, a Espanha e países do Golfo Pérsico têm investido em muitas usinas de purificação e de dessalinização, com o uso de membranas, em especial para o abastecimento humano em áreas com escassez de água ou com prenúncio de desequilíbrio entre oferta e demanda.

No Brasil, o uso desse processo começou na década de 90, a partir do “Programa Água Boa” da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, que é coordenado tecnicamente pelo Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES), da Universidade Federal de Campina Grande.

Atualmente, o LABDES investe no desenvolvimento de protótipos de equipamentos inteligentes e na formação de técnicos, mestres e doutores na área de dessalinização de águas, processos de tratamento de águas e produção de membranas. Além de contar com a experiência de projetos, para pequenas comunidades, tem projetado e instalado sistemas de grande porte de dessalinização de água do mar como, por exemplo, o do Arquipélago de Fernando de Noronha (PE), com capacidade de produção de 16,0 m³/h (4,4 l/s) para atender 2.600 habitantes, e o do Rio de Mariricu/São Mateus (ES), com capacidade de produção de 100 m³/h (27,8 l/s), que atende 25.000 habitantes da Ilha de Guriri.



A recuperação de energia a partir do aproveitamento da energia latente do concentrado gerado durante o processo de dessalinização reduz o consumo de energia na ordem de 4,5 a 5,0 kWh/m³, equivalendo a uma redução de aproximadamente 50,0% do consumo comparando-se com o mesmo sistema sem a implantação da recuperação da energia.

O Estado do Ceará possui um potencial considerável de energia eólica e solar, que poderá também ser utilizado para fins de processos de dessalinização de água do mar. Atualmente, já existe tecnologia para dessalinização via osmose reversa, em unidades de pequeno porte, operando com energia eólica sem uso de baterias.

A unidade projetada, além de produzir água de excelente qualidade, poderá servir como disseminadora dos processos e das tecnologias empregadas, para a formação de técnicos especializados em processos de membranas e em gestão ambiental e social.

3.2 - OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO

O Estado do Ceará vem enfrentando ao longo do tempo problemas críticos de escassez d'água, fato este que pode ser facilmente comprovado pela constante ocorrência de crises e riscos de colapso no seu suprimento hídrico. Tal agravamento decorre não só do crescimento vegetativo da população, como em especial de programas governamentais prioritários que se encontram em andamento, dentre os quais se destaca o PRODETUR, que incentiva o desenvolvimento do turismo em grande parte da faixa litorânea do Estado.

A implantação de uma Usina de Dessalinização da Água do Mar na área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém tem, pois como objetivo primordial à criação de um banco de dados e de um corpo técnico capacitado para a aplicação e aperfeiçoamento de uma tecnologia alternativa para a obtenção e suprimento de água potável para regiões litorâneas do território estadual, com potencialidades de crescimento e com restrições na oferta de água doce. Converte-se, pois numa forma

de compensar possíveis déficits hídricos em zonas litorâneas do Estado. Constituiu-se assim numa experiência de vanguarda para o aumento da oferta hídrica a partir de manancial inesgotável, o mar.

Além disso, essa experiência visa a diversificação das fontes de oferta d'água existentes no território estadual, aumentando a garantia da oferta de recursos hídricos durante os períodos de escassez, beneficiando o suprimento hídrico da população e de indústrias existentes em núcleos urbanos litorâneos, em momentos de emergência ocasionados pelo colapso das fontes tradicionais de oferta de água. Assim sendo, a dessalinização, quando economicamente viável, poderá passar a ser um elemento do balanço hídrico, sendo avaliada juntamente com outras estratégias de oferta de água, harmonizando-as com os planos gerais, regionais e urbanos.

Ressalta-se, ainda, que é evidente a importância da dessalinização da água do mar, quando se analisa a produção de água potável, pois as águas marinhas constituem 97,5% da água disponível em nosso planeta. Com a contínua elevação da demanda por água, em função do desenvolvimento econômico e do crescimento demográfico, a fonte segura de água para a humanidade será, no futuro, a água disponível nos oceanos. Neste contexto, os aglomerados populacionais litorâneos poderão ser atendidos com maior facilidade pelos processos de dessalinização da água do mar.

Na região do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, a usina de dessalinização da água do mar a ser implantada terá, ainda, como função garantir o suprimento hídrico da Vila do Pecém, do Terminal Portuário e dos navios que aí aportam.

3.3 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

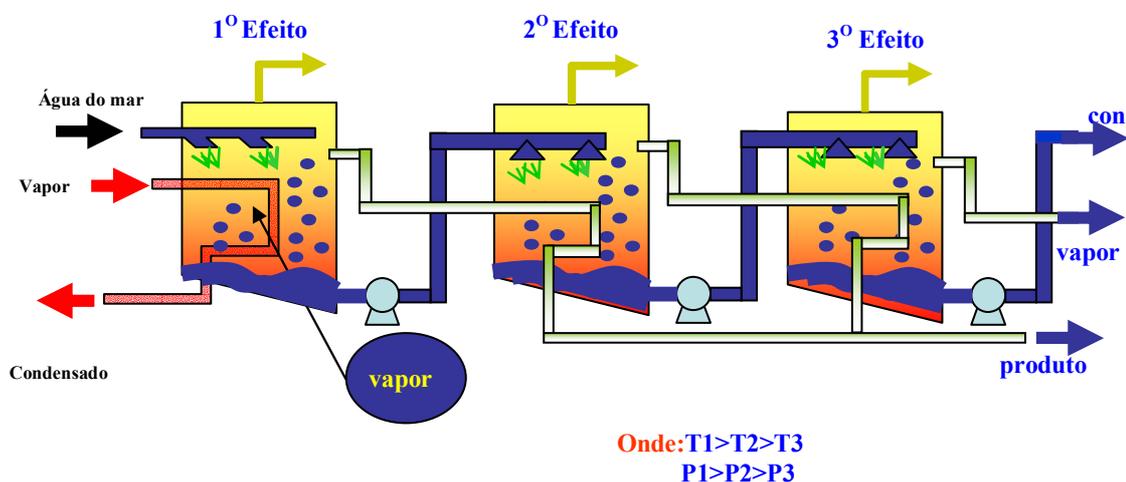
3.3.1 - TECNOLOGIAS E PROCESSOS DE DESSALINIZAÇÃO

Os processos utilizados para dessalinização das águas marinhas e salobras vão desde a tradicional destilação - ebulição seguida de condensação, até os mais modernos métodos de eletrodialise e osmose reversa, passando por outros como o congelamento e a evaporação por diferencial de pressão.

Até meados dos anos 80 do século passado, o cenário da dessalinização estava dominada pelos processos de destilação. Dentre os processos de destilação há diversos sistemas baseados no mesmo princípio físico de separação dos sais dissolvidos na água mediante a evaporação e posterior condensação do vapor. A forma de recuperar o calor de condensação do vapor é o que diferencia os sistemas entre si, dando origem aos sistemas MSF – Evaporação Multi-etapa (Multi-stage Flush), MED – Evaporação Multi-efeito (Multi-effect Distillation), CV – Compressão de Vapor, como os mais importantes.

A Destilação de Múltiplo Efeito (Multi-effect Distillation - MED) consiste em evaporar a água do mar em várias fases, de forma sucessiva. Na primeira etapa, emprega-se apenas energia externa e nas fases seguintes, aproveita-se, como fonte complementar de energia, o calor da condensação do vapor. Este processo é, ainda, usado em locais remotos, para atendimento de pequenas demandas. É um processo confiável, de fácil operação e oferece água de boa qualidade (Figura 3.1).

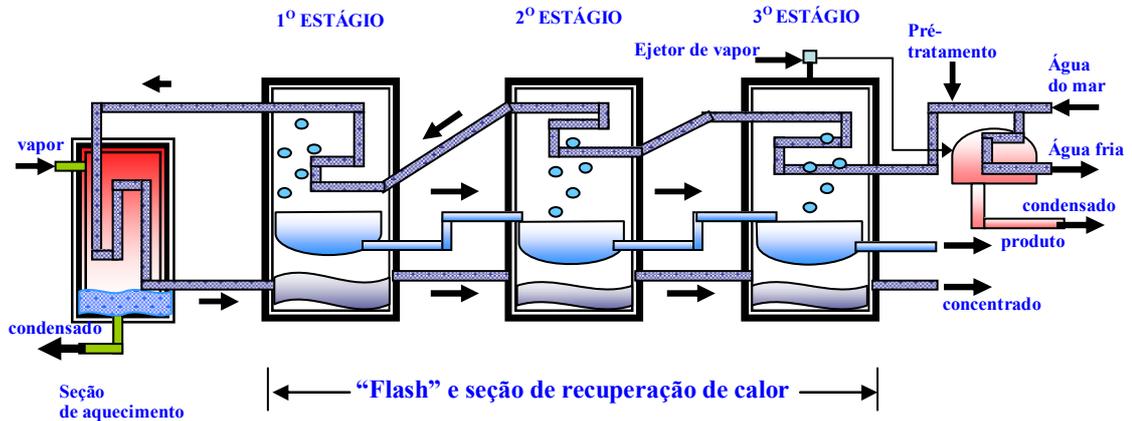
Figura 3.1 – Representação Esquemática do Processo de Destilação de Múltiplo Efeito



A Destilação Multi-fase (Multi-stage Flash – MSF): o processo pressupõe uma série de evaporadores, funcionando com pressões distintas. O vapor formado sobe ao condensador e se esfria sobre uma série de tubos pelos quais circula a salmoura, que passa a outra câmara de forma sucessiva até o final do processo. A salmoura final – rejeito – é devolvida ao mar (Figura 3.2). O processo de destilação multi-fase é bastante

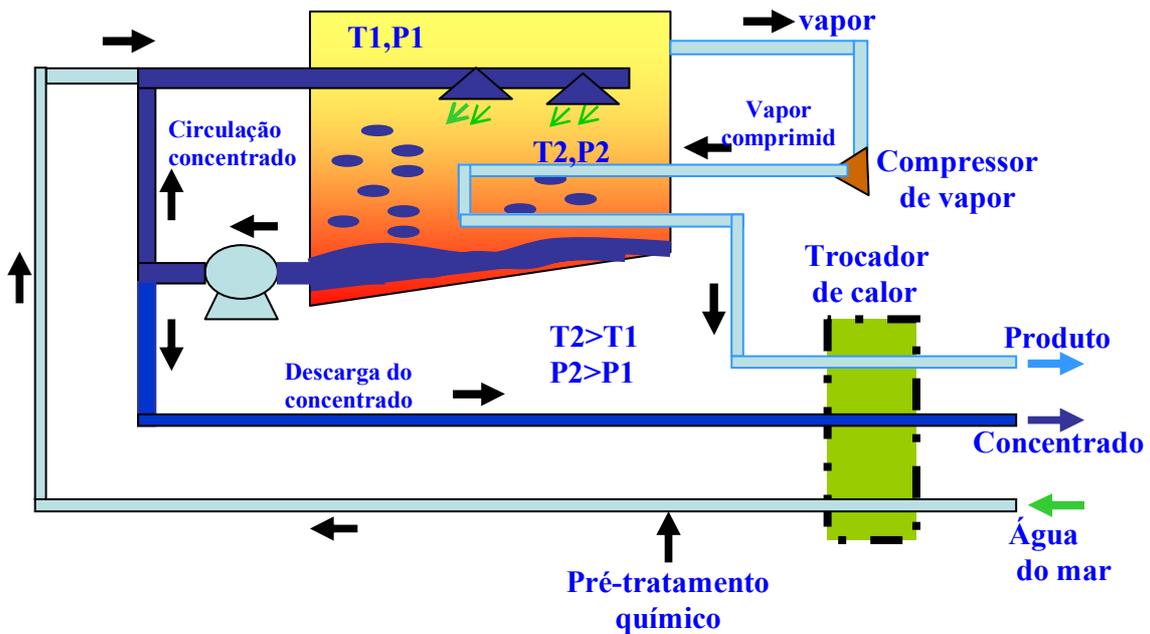
utilizado nos países do Golfo Pérsico, em especial na Arábia Saudita, pela abundância de petróleo e de gás, fonte de energia para o acionamento das usinas.

Figura 3.2 – Representação Esquemática da Destilação Multi-fase



Uma variante do processo de multi-fase utiliza a compressão do vapor para aumentar a temperatura a que se submete a água para sua evaporação, conferindo maior eficiência ao sistema (Figura 3.3).

Figura 3.3 – Representação Esquemática do Processo Multi-fase com Compressão do Vapor



Sendo a energia o insumo principal de uma dessalinizadora/destiladora, é lógico que as diversas crises do petróleo repercutiram de forma notável na tecnologia e no desenvolvimento da dessalinização. A evolução técnica que se produziu na dessalinização de água do mar, nas últimas décadas, segue principalmente dois caminhos: a diminuição do consumo de energia e a diminuição nos custos de investimentos.

Como não foram possíveis avanços significativos nos processos de evaporação, começou a mudança para os processos de eletrodialise e de osmose reversa. Tais processos, que têm por princípio físico a filtração com o uso de membranas semipermeáveis, têm passado por aperfeiçoamentos tecnológicos significativos nas últimas décadas. Avanços estes que se refletem na eficiência dos sistemas e na diminuição contínua dos custos.

A eletrodialise é um processo de filtração com membranas semipermeáveis e seletivas, que usa a corrente elétrica para a separação de contaminantes iônicos. A purificação da água ocorre pela remoção dos íons de cargas elétricas positivas e negativas, que são transportados através das membranas com carga elétrica em sentido contrário ao gradiente de concentração. A eletrodialise é usada, dentre outras aplicações, na dessalinização de águas salobras, não sendo indicada para águas marinhas, pois a elevada concentração de sais da água do mar (> 30.000 ppm tds) provoca a rápida acumulação de sais na superfície das membranas, reduzindo de forma drástica a eficiência do sistema.

A eletrodialise compete com a osmose reversa na dessalinização de águas salobras, sobretudo se estas contêm elevado índice de sílica, que impeça a obtenção de rendimentos adequados com a osmose reversa. Entretanto, a eletrodialise, no atual estado de arte da tecnologia, não pode ser utilizada para a dessalinização da água do mar.

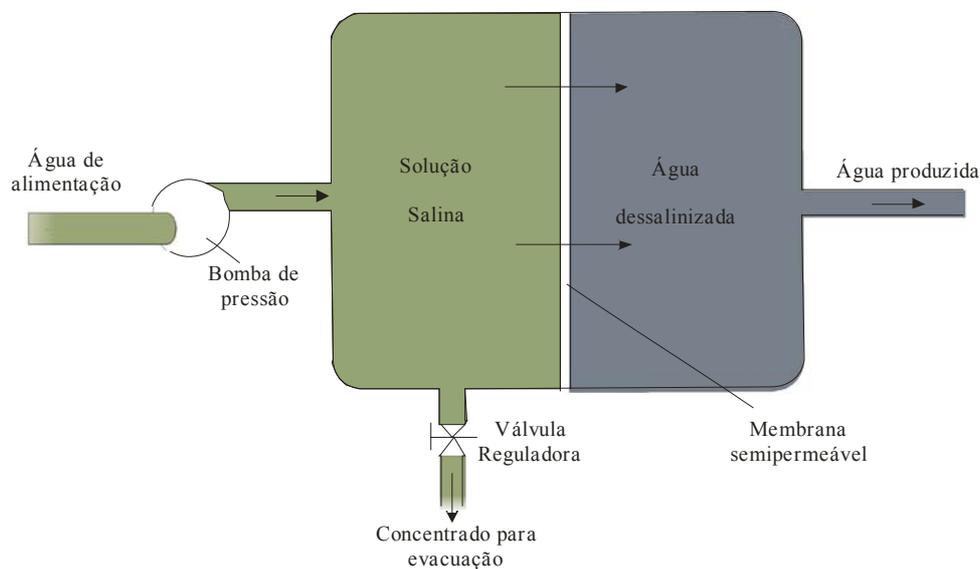
Constitui processo de ionização da água que é muito eficaz para a dessalinização de águas salobras, pois a água resultante do processo é misturada com a água de origem (bruta) para aumentar o rendimento da operação. A

desvantagem da eletrólise é que é mais cara que os demais processos disponíveis para a dessalinização.

A Osmose Reversa é um processo que utiliza pressões elevadas e está baseado, como o próprio nome indica, no fenômeno da osmose, que consiste no intercâmbio de água através de membranas semi-permeáveis, a partir de um meio de menor concentração salina para outro de maior concentração.

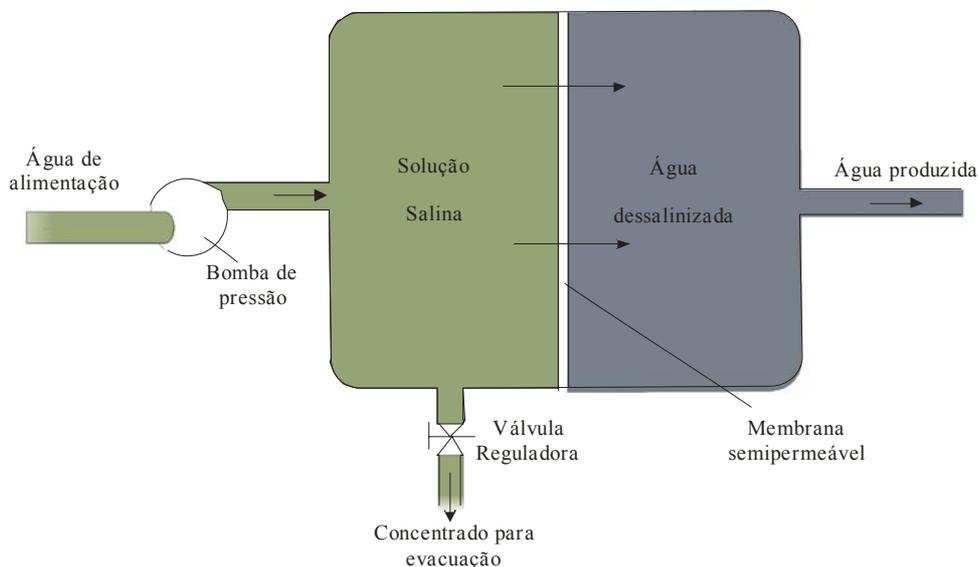
A separação da água e dos sais é realizada através de membranas semi-permeáveis, que permitem a passagem da água, mas invertendo o processo de osmose natural, isto é, pela aplicação de uma pressão superior à pressão osmótica (Figura 3.4). A pressão aplicada comprime a água com sais contra a membrana semi-permeável, ensejando a passagem da água para o outro lado da membrana, ficando os sais retidos.

Figura 3.4 – Representação Esquemática da Osmose Reversa



As pressões aplicadas aos módulos devem ser superiores à pressão osmótica da solução para separar os sais da água (Figura 3.5), bem como devem superar a resistência da própria membrana.

Figura 3.5 – Representação Simplificada do Processo de Osmose Reversa



No caso das águas marinhas, os intervalos de pressão de operação das membranas, em processos de osmose reversa, estão alinhados no Quadro 3.1, a seguir apresentado.

Quadro 3.1 - Intervalos de Pressão de Operação de Sistemas de Osmose Reversa para Águas Marinhas

Tipo de água	Faixa de salinidade (mg/ℓ SDT)	Rendimento (%)	Pressão de operação (bar)
<i>Do Mar</i>	35.000 (<i>oceanos</i>)	30 a 45	50 a 70
	37.500 (<i>Mediterrâneo</i>)		
	42.000 (<i>Mar Vermelho</i>)	50 a 60	90
	45.000 (<i>Golfo Pérsico</i>)		

Fonte: Schneider, René Peter & Tsutiya, Milton Tomoyuki, Membranas Filtrantes – Para o Tratamento de Água, Esgoto e Água de Reuso. São Paulo, ABES, 2001.

A osmose reversa é, na atualidade, o processo mais utilizado para a dessalinização de águas marinhas, salobras e outras águas de superfície. Dentre todos os sistemas de dessalinização da água marinha, a osmose reversa é o que apresenta menor consumo de energia. Fora do Oriente Médio, onde o consumo de energia não parece ser importante face à grande disponibilidade de petróleo, o processo de osmose reversa predomina na preferência dos investidores públicos e privados na busca de água doce a partir do manancial dos oceanos.

Assim sendo, com base nos avanços tecnológicos da osmose reversa, que ensejaram a drástica redução do consumo de energia e a melhor eficiência e maior durabilidade das membranas, a adoção dessa tecnologia passou a ser uma unanimidade em todos os países do mundo.

3.3.2 - A EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE OSMOSE REVERSA

A preferência mundial pelo uso da osmose reversa para dessalinização de águas marinhas se justifica por motivos econômicos e tecnológicos, merecendo destaque: a redução do consumo de energia e a otimização das plantas, com incorporação de economias de escala, além do desenvolvimento de novos tipos de membranas, mais eficientes e menos sujeitas ao fouling (incrustações).

Nada mais ilustrativo para a análise da evolução dos custos da água dessalinizada que comparar dados de 1995, de hoje e de previsões realistas para o curto prazo. Os custos têm decrescido em decorrência do menor consumo específico de energia e do mais baixo custo de investimento.

O consumo de energia por m³ de água filtrada tem sido reduzido, de forma considerável, nas últimas décadas, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.2. A redução tem ocorrido, em parte, pelo aumento da capacidade instalada por planta, que enseja otimização hidráulica e ganhos de escala, em parte pelo aumento da eficiência energética do bombeamento, pelo uso de rotação variável nas bombas de alta pressão.

Quadro 3.2 Consumo de Energia em Usinas de Osmose Reversa de Dessalinização de Água do Mar

<i>Planta</i>	<i>Ano</i>	<i>Consumo de energia (kWh/m³)</i>	<i>Capacidade de produção (m³/dia)</i>
<i>Lanzarote II</i>	<i>1986</i>	<i>7,60</i>	<i>2.500</i>
<i>Tigne</i>	<i>1987</i>	<i>6,00</i>	<i>3.000</i>
<i>Jeddah 1</i>	<i>1988</i>	<i>8,30</i>	<i>5.680</i>
<i>Las Palmas 3</i>	<i>1990</i>	<i>6,20</i>	<i>6.000</i>
<i>Inalsa 1</i>	<i>1990</i>	<i>6,00</i>	<i>5.000</i>
<i>Lanzarote III</i>	<i>1994</i>	<i>5,60</i>	<i>5.000</i>
<i>Eilat Shaba C</i>	<i>1997</i>	<i>4,40</i>	<i>8.000</i>
<i>Eilat Shaba C</i>	<i>1998</i>	<i>4,25</i>	<i>10.000</i>

Fonte: Schneider, René Peter & Tsutiya, Milton Tomoyuki. Membranas Filtrantes – Para o Tratamento de Água, Esgoto e Água de Reuso. São Paulo, ABES, 2001.

Outro importante fator de redução do consumo energético tem sido a utilização de unidades de recuperação de energia do permeado. O sistema de recuperação de energia aproveita a pressão do permeado e transfere parte da energia para a água de alimentação.

Além da sua utilização para produção de água potável para abastecimento d'água humano, os sistemas de Osmose Reversa, também, vem sendo utilizados para atender usos industriais, como:

- Água de alimentação de caldeiras: a osmose reversa é usada para reduzir os sólidos contidos na água para alimentação de caldeiras para geração de energia e outros usos industriais;
- Indústria farmacêutica: a osmose reversa é um processo de tratamento aprovado para a produção de fármacos e para diversas aplicações farmacêuticas;
- Alimentos e bebidas: a água usada em processamento de alimentos e de bebidas é, freqüentemente, tratada por sistema de osmose reversa;
- Indústria de semi-condutores: a osmose reversa é um processo de tratamento aceito na produção de água ultrapura usada na indústria de semicondutores;
- Acabamento de metais: os sistemas de osmose reversa têm sido aplicados com sucesso numa grande variedade de operações de acabamento de metais, tais como diversos tipos de eletro-revestimento de cobre, níquel e zinco; selo de níquel acetato e cobertura preta.

Muito embora o uso da osmose reversa tenha crescido rapidamente em muitos ramos industriais, é no setor de geração de energia que esta mais se destaca, com o tratamento de água para a geração de energia já ultrapassando os 30,0% de toda a venda da indústria de tratamento de água. Apresenta as seguintes vantagens em relação à outra tecnologia utilizada pelas usinas termelétricas

(combinação de coagulação, floculação e resinas para troca de íons para produção de água de elevada pureza para a formação de vapor):

- A elevada pureza da água produzida, que contribui para a melhoria da eficiência de operação e da produção de energia, além de evitar danos e paralisações das usinas de geração de energia;
- Não requerimento do uso de produtos químicos perigosos (soluções ácidas e cáusticas);
- Custos operacionais e dos elementos de membranas decrescentes, enquanto que os preços dos produtos químicos utilizados pela outra tecnologia continuam subindo;
- Os sistemas de osmose reversa não requerem paralisações significativas, sendo necessárias apenas manutenções trimestrais ou semestrais. Em contrapartida, a outra tecnologia utilizada pode necessitar de paralisações de até doze horas durante a regeneração, período no qual o equipamento da troca de cátions não pode ser usado e fica paralisada a produção de água.

Com essas vantagens, há expectativa de continuar o crescimento do uso da tecnologia da osmose reversa também no setor industrial, particularmente para aplicação na geração de energia.

3.3.3 - EXPERIÊNCIA MUNDIAL EM DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR

A tecnologia da dessalinização, com aplicação em escala comercial iniciada nos anos 50 do século passado, disseminou-se por todo o mundo, com inúmeros países apostando nessa saída para o atendimento complementar da demanda de água. Atualmente, a capacidade total instalada de dessalinização de águas marinhas e salobras, em todo o mundo, alcança a cifra de 32 milhões de metros cúbicos por dia, o que equivale a uma vazão média de 370 m³/s.

Na distribuição geográfica da capacidade instalada observa-se o predomínio do Oriente Médio, com 60,0%, seguido pelos Estados Unidos com 16,0% e pelos Países Árabes Mediterrâneos com 6,0%. A Espanha, 5,0%; Itália, 2,0%; outros países da união

Européia, 3,0%, por sua vez, respondem por cerca de 5,0%, 2,0% e 3,0% da capacidade instalada respectivamente, enquanto que o resto do mundo perfaz 8,0%. O gráfico apresentado a seguir mostra a disseminação da dessalinização no mundo:



Os países do Oriente Médio foram os pioneiros e ainda concentram o maior parque de dessalinização do mundo, até pela disponibilidade abundante de petróleo, fonte de energia usada nos processos. Nesses países, ainda prevalece o uso dos processos de destilação, embora muitas unidades com base na osmose reversa já tenham sido instaladas. Muitos outros países, em especial os Estados Unidos e a Espanha, já instalaram expressivos parques industriais de dessalinização, baseados principalmente nos processos de filtração com o uso de membranas semi-permeáveis e de osmose reversa.

3.3.4 - A EXPERIÊNCIA DA ESPANHA

A experiência da Espanha em dessalinização, nos últimos 30 anos, leva a um balanço muito positivo, com o reconhecimento internacional. Desde que foram construídas as primeiras usinas dessalinizadoras na Espanha, nos anos 60, as tecnologias têm sido aperfeiçoadas de tal forma que a dessalinização converteu-se em método para compensar os déficits hídricos existentes em muitas zonas do país. Se bem que, num primeiro momento, o uso dos processos de dessalinização estivesse restrito ao arquipélago das Canárias, onde a escassez de recursos

hídricos já ameaçava seu desenvolvimento, hoje estão sendo usados também na costa mediterrânea.

Quando se observa o desenvolvimento experimentado pelas ilhas marítimas Lanzarote e Fuerteventura, que só usam recursos hídricos provenientes de dessalinização, pode-se constatar os benefícios desse processo numa região com potencialidades de crescimento e com restrições na oferta de água doce. Situação semelhante pode ser observada na Gran Canaria, Tenerife, Ceuta, Mallorca, Ibiza e, mais recentemente, em Alicante, na costa mediterrânea.

O arquipélago das Canárias, formado pelas ilhas Gran Canaria, Lanzarote, Fuerteventura, Tenerife, El Hiero, La Palma e La Gomera conta com uma orla marítima de 1.531 km, sendo habitado por 1.600.000 habitantes. As ilhas constituem um dos principais destinos turísticos da Espanha, dispendo de mais de 2.700 hotéis, com mais de 355.000 apartamentos. As ilhas recebem mais de 10,5 milhões de turistas por ano.

As primeiras usinas de dessalinização começaram a operar na segunda metade dos anos 60. Atualmente, existem mais de 253 usinas instaladas e em operação, sendo 140 delas usando águas marinhas e produzindo 177.000 m³/dia, 110 usando águas salobras (cloreto de sódio ou bicarbonato de sódio) produzindo 123.000 m³/dia, além de três que tratam água de reuso, produzindo 15.000 m³/dia (Figuras 3.6 e 3.7).

A grande maioria dessas usinas, 216 unidades, usa a tecnologia de membranas com osmose reversa. As mais antigas usam os processos de destilação ou de eletrodialise. As usinas de osmose reversa produzem 220.000 m³/dia. Quanto ao tamanho das plantas, a freqüência está retratada no Quadro 3.3.

Figura 3.6 - Foto da Usina de Dessalinização ADEJE-ARONA, nas Canárias.



Figura 3.7 – Usina de Dessalinização de Arucas Moya, nas Canárias



Quadro 3.3 - Usinas de Dessalinização nas Ilhas Canárias - Tamanho das Plantas

<i>Intervalo do tamanho (m³/dia)</i>	<i>Número de plantas</i>
<i>Pequenas - menor ou igual a 1000</i>	<i>120</i>
<i>Médias - entre 1000 e 5000</i>	<i>111</i>
<i>Grandes - entre 5000 e 30000</i>	<i>21</i>
<i>Muito grande - maior de 30000</i>	<i>1</i>

Fonte: *La Desalacion en España, Situacion Actual e Previsiones. El Plan Hidrológico Nacional Y La Gestion Sostenible Del Agua.*

Das usinas em operação, 227 são privadas, com investimento de 55 milhões de dólares americanos, produzindo 100.000 m³/dia e as outras 26 são públicas, com investimento de 100 milhões de dólares americanos, produzindo 215.000 m³/dia. O setor público é responsável pela instalação e operação das maiores plantas.

Com relação à fonte de energia, 87,0% das usinas usam fuel oil e 13,0% usam reaproveitamento energético, ou energias de fontes alternativas, como a eólica e a solar. Uma informação muito relevante refere-se à redução do consumo de energia por volume de água dessalinizada, ao longo dos últimos anos, como pode ser verificado no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Evolução do Consumo de Energia nas Plantas de Osmose Reversa na Espanha

<i>Ano</i>	<i>Kwh/m³</i>	<i>Número Índice</i>
<i>1975</i>	<i>22,0</i>	<i>100,00</i>
<i>1980</i>	<i>17,0</i>	<i>77,27</i>
<i>1985</i>	<i>14,0</i>	<i>63,63</i>
<i>1990</i>	<i>9,0</i>	<i>40,91</i>
<i>1995</i>	<i>5,0</i>	<i>22,72</i>
<i>2000</i>	<i>2,9</i>	<i>13,18</i>

Fonte: Guijarro, Luis. *Água Dulce, Água Salada*. Madri, 2001.

Com variações e dependendo do caso, os consumos específicos de energia situam-se entre 2 e 2,4 kwh por m³ de água dessalinizada. A esse consumo deve-se somar 1 kwh/m³ relativos aos bombeamentos antes e depois da usina. Em alguns casos nas Ilhas Canárias, o consumo de energia pode oscilar entre 3,2 e 4,8 kwh/m³, dependendo do estado e da data de construção das instalações.

A população atendida era de 1.600.000 pessoas, ao final de 2005. O consumo de água per capita anual passou de 92 litros por habitante, em 1983, para 169 litros por habitante em 2003. Ao final de 2005, 87,0% da oferta de água era proveniente das usinas dessalinizadoras.

O caso da ilha de Lanzarote é tão expressivo que merece ser apresentado de forma específica. Em 1975, a ilha de Lanzarote tinha 12.000 habitantes, em 2004 a população chegou a 180.000 pessoas. A produção de água dessalinizada passou de 1,2 milhões de m³ em 1975 para 19 milhões de m³ em 2004.

Lanzarote era uma pequena ilha desértica no meio do Oceano Atlântico. Hoje, passa por período de progresso graças à oferta de água dessalinizada a partir de águas marinhas. A oferta de água dessalinizada corresponde a 98,8% da oferta total de água doce em Lanzarote, 85,5% em Fuerteventura e 52,0% na Gran Canária.

Analisando a evolução da dessalinização na Espanha, constata-se que esta produz cerca de 400 milhões de metros cúbicos de água dessalinizada por ano, em 750 usinas, espalhadas pelo arquipélago das ilhas Canárias, das Baleares e na costa mediterrânea, atendendo à população de 2,5 milhões de pessoas. Do total de água dessalinizada, quase a metade (48,0%), 192 milhões de m³, tem como fonte as águas do mar, processadas em 200 usinas. O restante usa como matéria-prima águas salobras.

O atual Plano Hidrológico Nacional prevê a instalação de mais 41 usinas de dessalinização da água do mar, com previsão de duplicação dos volumes, chegando em 2008 à cerca de 400 milhões de m³ de água dessalinizada a partir de águas marinhas. No total, o volume de água dessalinizada de todas as fontes ultrapassaria o montante de 850 milhões de m³ por ano, até o ano de 2010.

3.3.5 - A EXPERIÊNCIA DA CALIFÓRNIA

O crescimento da população e a seca que se abateu sobre a Califórnia, entre 1988 e 1993, contribuíram para a conscientização da real escassez da água e levaram municipalidades e indústrias a proporem a construção, em larga escala, de usinas de dessalinização de água do mar. Em 2004, já existiam 11 usinas de

dessalinização de pequeno porte ao longo da costa da Califórnia, perfazendo uma produção máxima total de 131,44 l/s (Quadro 3.5).

Quadro 3.5 - Usinas de Dessalinização Instaladas na Califórnia 2004

Operador Localização	Finalidade Público / Privado	Capacidade Máxima (l/s)	Situação
<i>Chevron Gaviola</i>	<i>Indústria Privada</i>	17,96	<i>Ativa</i>
<i>Município Cidade de Morro Bay</i>	<i>Abastecimento Público</i>	36,36	<i>Uso intermitente</i>
<i>Município Cidade de Santa Bárbara</i>	<i>Abastecimento Público</i>		<i>Inativa</i>
<i>Duke Energy Morro Bay Power Plant</i>	<i>Indústria Privada</i>	18,84	<i>Desconhecida</i>
<i>Duke Energy Moss Landing Power Plant</i>	<i>Indústria Privada</i>	21,03	<i>Ativa</i>
<i>Water District Marina Coast</i>	<i>Abastecimento Pública</i>	13,14	<i>Ativa</i>
<i>Monterey Bay Aquarium</i>	<i>Uso dos visitantes Entid. sem fins lucrativos</i>	1,75	<i>Ativa</i>
<i>PG&E Diablo Canyon</i>	<i>Indústria Privada</i>	25,24	<i>Desconhecida</i>
<i>Ilha de Santa Catalina</i>	<i>Abastecimento Privada</i>	5,78	<i>Desconhecida</i>
<i>Marinha dos EEUU Ilha de Nicholas</i>	<i>Abastecimento Governo Federal</i>	1,05	<i>Desconhecida</i>
<i>Plataformas offshore de petróleo e de gás</i>	<i>Uso geral Privado</i>	0,09 a 1,31	<i>Ativa</i>
Capacidade Total de Produção			131,44 l/s

Fonte: Seawater Desalination and the California Coastal Act. California Coastal Commission, março de 2004.

As usinas planejadas, por sua vez, perfaziam uma capacidade de produção de 10.157,27 l/s, apresentando crescimento de quase 80 vezes a atual capacidade instalada (Quadro 3.6).

Quadro 3.6 - Usinas de Dessalinização Planejadas na Califórnia

Operador Localização	Finalidade Público / Privado	Capacidade Máxima	Situação
<i>Município Distrito de água de Cambria</i>	<i>Abastecimento Público</i>	21,88	<i>Em projeto</i>
<i>Ocean View Plaza Monterey</i>	<i>Hotel Privado</i>	0,23	<i>Em projeto</i>
<i>Município Carmel</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>Sem informação</i>	<i>Sem informação</i>
<i>Município San Buenaventura</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>Sem informação</i>	<i>Sem informação</i>
<i>Município Sand City</i>	<i>Abastecimento Público</i>	1,17	<i>Em projeto</i>
<i>Município Santa Cruz City</i>	<i>Abastecimento público</i>	109,39	<i>Em projeto</i>

Operador Localização	Finalidade Público / Privado	Capacidade Máxima	Situação
<i>East-West Ranch Cambria</i>	<i>Uso múltiplo Privado</i>	<i>Sem informação</i>	<i>Sem informação</i>
<i>Distrito de água de Marina Coast Fort Ord</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>117,20</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Município de Long Beach</i>	<i>Pesquisa Público</i>	<i>13,09</i>	<i>Em concepção</i>
<i>Município de Long Beach</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>429,73</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Município de Los Angeles</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>429,73</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Monterey Bay Shores Monterey</i>	<i>Privado</i>	<i>0,86</i>	<i>Sem informação</i>
<i>Distrito de Água da Península de Monterey Monterey</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>328,16</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Município de Moss Landing Power Plant</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>390,66</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Distrito de Águas de Orange Dana Point</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>1.172,00</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Poseidon Resources Huntington Beach</i>	<i>Uso múltiplo Privado</i>	<i>2.148,65</i>	<i>Estudos ambientais concluídos (EIR)</i>
<i>Município de San Diego</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>TBD</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Município de San Diego</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>2.148,65</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Município de San Diego</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>2.148,65</i>	<i>Em projeto</i>
<i>Marinha dos EEUU San Diego</i>	<i>Abastecimento Governo Federal</i>	<i>30,47</i>	<i>Sem informação</i>
<i>Distrito de Águas de West Basin</i>	<i>Abastecimento Público</i>	<i>859,46</i>	<i>Em projeto</i>
Produção Total Proposta			10.157,27 l/s

Fonte: Seawater Desalination and the California Coastal Act. California Coastal Commission, março de 2004

O Departamento de Recursos Hídricos da Califórnia (Department of Water Resources) criou, em 2003, uma força tarefa para estudar as questões ligadas à dessalinização. Após seis meses de estudos e discussões, a força tarefa completou sua missão e entregou as recomendações ao DWR. As principais sugestões deste documento foram:

- Os projetos deverão ser analisados caso a caso, de acordo com suas características específicas;
- A dessalinização, quando econômica e ambientalmente viável, deve ser um elemento do balanço hídrico;

- O Estado deverá criar mecanismos para assegurar benefícios ambientais advindos da transição de fontes tradicionais para a dessalinização;
- O Estado deverá trabalhar em conjunto com os governos municipais, para a viabilização dos projetos;
- Os resultados do monitoramento dos projetos de dessalinização devem ser divulgados e um banco de dados deve ser criado;
- Deverá ser criada estrutura dentro do Department of Water Resources para avançar no acompanhamento da dessalinização;
- Identificar meios de melhorar a qualidade da água pela mistura da água dessalinizada com a de outras fontes;
- Quando possível e adequado, utilizar a descarga de águas servidas para a descarga da salmoura;
- Reconhecendo a importância do custo da energia para o custo total da dessalinização, considerar estratégias de buscar fontes mais baratas;
- Avaliar as novas estratégias de oferta de água, incluindo a dessalinização, harmonizando-as com os planos gerais, regionais e urbanos.

Segundo o referido estudo, os benefícios esperados da dessalinização para o abastecimento municipal da Califórnia são a diversificação das fontes de oferta de água; o aumento da oferta de água; a garantia desta oferta durante os períodos de seca; a melhoria da qualidade da água e a proteção da saúde pública.

Quanto aos aspectos econômicos da dessalinização, o estudo ressalta que é difícil de determinar, de forma completa, os custos e benefícios de qualquer oferta de água, inclusive da dessalinização. Para os fornecedores de água, uma vantagem para instalação de usinas dessalinizadoras de águas marinhas é que, do ponto de vista econômico, a água do mar é considerada um bem livre. Além disso, embora a dessalinização ainda seja mais cara que outras fontes de água, seu preço mais elevado pode ser visto como um prêmio a ser pago pela maior garantia de água local.

Com relação aos custos da dessalinização, os avanços tecnológicos recentes nos processos de dessalinização reduziram de forma significativa os custos da água dessalinizada, tornando-os comparáveis e até competitivos com outras fontes alternativas de aumento de oferta. As tecnologias de dessalinização tornaram-se mais eficientes, menos demandadoras de energia e de menor custo de investimento e operacional.

Progressos significativos e inovações nas tecnologias de membranas, como a osmose reversa, ajudaram na redução dos custos. A osmose reversa tem provado, nas últimas décadas, em muitos lugares do mundo, que é possível produzir água potável de boa qualidade, tendo como fonte águas marinhas ou salobras. O custo da água dessalinizada, tendo como fonte águas marinhas, na Califórnia, pode variar entre US\$ 0,64 a US\$ 1,62 por metro cúbico.

3.3.6 - FATORES QUE INFLUENCIAM OS CUSTOS DA DESSALINIZAÇÃO

A energia representa o mais importante custo unitário direto do processo de dessalinização. Avanços já alcançados na tecnologia de dessalinização, em especial na última década, reduziram de forma significativa a quantidade de energia necessária para a produção de um determinado volume de água.

Mesmo assim a participação do custo da energia varia de 1/3 a 1/2 do custo total da dessalinização, de tal forma que o custo total do processo é bastante sensível ao preço da energia. Estima-se que, na Califórnia, cada centavo de dólar no preço do kWh de energia causa diferença de US\$ 40,58 na produção de 1.000 m³ de água dessalinizada.

A dessalinização de águas marinhas é mais cara que a de águas salobras, devido à maior concentração de sólidos solúveis. As águas salobras têm índices de concentração de sais de 5 a 20 ppm, enquanto as águas marinhas têm concentrações superiores a 30 ppm. De outra parte, as usinas litorâneas situam-se em cotas baixas, o que obriga o bombeamento da água dessalinizada para as estruturas de armazenamento e distribuição.

Há dois componentes principais de custos relacionados à fonte de água: o próprio custo inicial da água e o nível de tratamento necessário para a produção da

água com a qualidade desejada. Em relação ao custo inicial, do ponto de vista econômico, um dos principais benefícios das águas marinhas como uma fonte de água potável, é que têm preço zero. Com efeito, a água do mar é vista como fonte inesgotável e contínua, não sujeita a variações de preços subordinada a escassez de oferta ou ao crescimento da demanda. No que se refere ao método de dessalinização, a destilação tem maior consumo de energia que a osmose reversa, por causa da necessidade de aquecer a água a ser tratada.

É provável que algumas instalações de dessalinização se beneficiem de economias de escala, na dependência das características particulares, do local e da sua capacidade de produção, obtendo ou não reduções nos custos da água produzida.

Outro fator que pode influenciar no custo da água produzida é a existência ou não de sistemas de adução e distribuição da água. Uma unidade de dessalinização deve poder interligar-se ao sistema de distribuição existente ou será necessária à construção de novas adutoras ou novo sistema de distribuição. Em função das distâncias e da complexidade da distribuição, este custo poderá ser significativo.

Quanto à influência dos custos associada às atividades de manutenção e limpeza, cada instalação de dessalinização requer algum nível de tratamento anti-fouling e de manutenção e limpeza regulares, procedimentos que variarão principalmente em função da tecnologia adotada e da qualidade da fonte de alimentação. Recentes desenvolvimentos tecnológicos estenderam a vida útil das membranas, dos filtros e de materiais associados.

Outro fator a ser considerado é a conformidade com as ofertas de água existentes. Quando águas de várias fontes são misturadas num mesmo sistema de distribuição, devem ser quimicamente compatíveis. Os tratamentos a que são submetidas devem ser compatíveis.

A qualidade desejada para o produto final também resulta em variações nos custos da água produzida. Nem sempre toda a água dessalinizada será destinada ao consumo humano como água de beber e os custos do processo variam com a



qualidade que se deseja para o produto final e de acordo com sua destinação, como indústria, agricultura ou abastecimento humano.

Outrossim, instalações que operam de forma descontínua certamente terão custos mais elevados que outras de funcionamento contínuo, pois os custos fixos devem ser pagos com ou sem produção. Outras variáveis que podem influir nos custos podem ser determinadas, como incentivos e subsídios, e financiamentos em condições especiais.

Não obstante o maior custo da água dessalinizada, há uma disposição de alguns provedores e usuários da Califórnia para pagar um prêmio pela água não sujeita à seca e menos vulnerável à interrupção no fornecimento.

Embora a tendência de redução de diferença de custos seja percebida, a água dessalinizada continuará ainda por um bom tempo mais cara que a água proveniente de fontes tradicionais. No entanto, a água dessalinizada a partir de água do mar será uma fonte local inesgotável e imune às secas.

Com base na análise comparativa dos diferentes processos de dessalinização da água do mar acima expostos a Projetista optou pela adoção do método da osmose reversa para a Usina de Dessalinização do Pecém.

3.4 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

A macro-localização da Usina de Dessalinização já veio definida pelo órgão empreendedor nos Termos de Referência que nortearam o desenvolvimento do seu projeto básico, devendo esta se localizar na área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Tal escolha se justifica segundo o órgão empreendedor pelo fato do CIPP já contar com de infra-estrutura pública implantada e haver disponibilidade de terreno de propriedade do Estado, não sendo necessárias novas desapropriações, além da presença da COGERH na área e de contar com fácil acesso ao mar para coleta da água salgada e para disposição do vertido.

Para indicação de alternativas locais para implantação da Usina de Dessalinização foi efetuada, em dezembro de 2005, uma consulta a Diretoria de



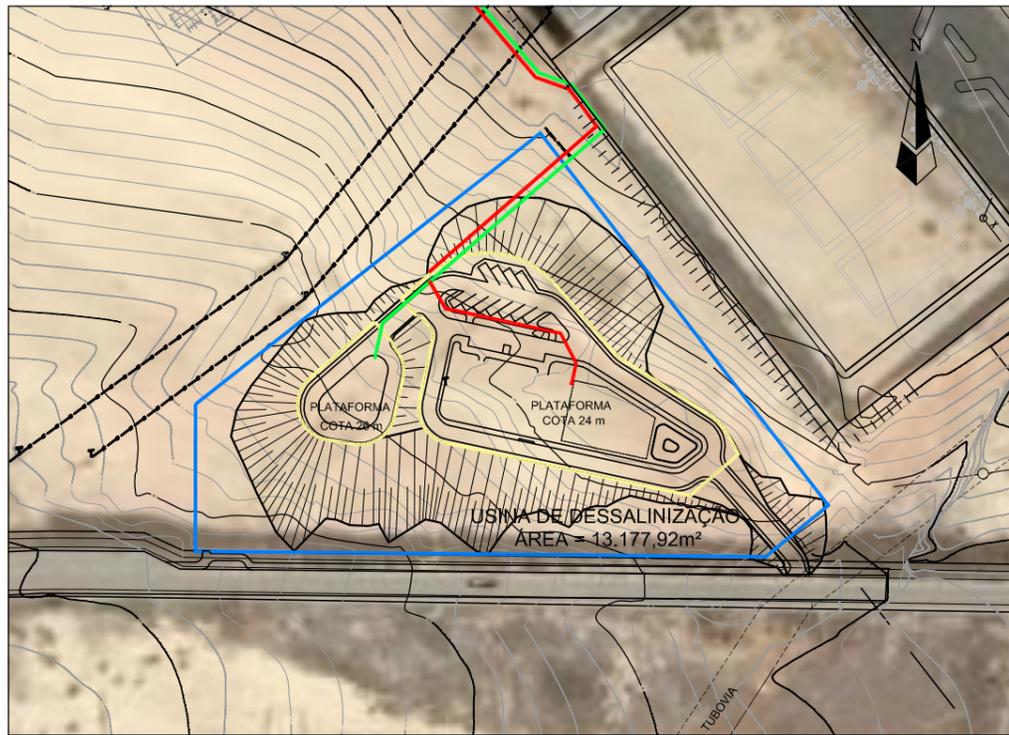
Infra-estrutura e Operação do Porto. Além disso, foram efetuados levantamentos de campo pelos técnicos da COGERH e da VBA Consultores com o objetivo de identificar possíveis locais para instalação da Usina de Dessalinização, dos pontos de captação de água do mar e dos locais para disposição do concentrado. Foram estudados três possíveis locais para a instalação da usina, a saber (Figura 3.8):

- Alternativa 01: representada pelo terreno situado contíguo ao “coqueiral”, cuja área abrange terras do Governo Estadual e do Patrimônio da União;
- Alternativa 02: composta por um terreno pertencente ao Patrimônio da União, localizado na praia à direita da entrada da ponte de acesso aos piers;
- Alternativa 03: representada pelo terreno pertencente ao Estado, que se encontra situado entre a área ocupada pela subestação elétrica e a estrada que liga o Porto à vila do Pecém.

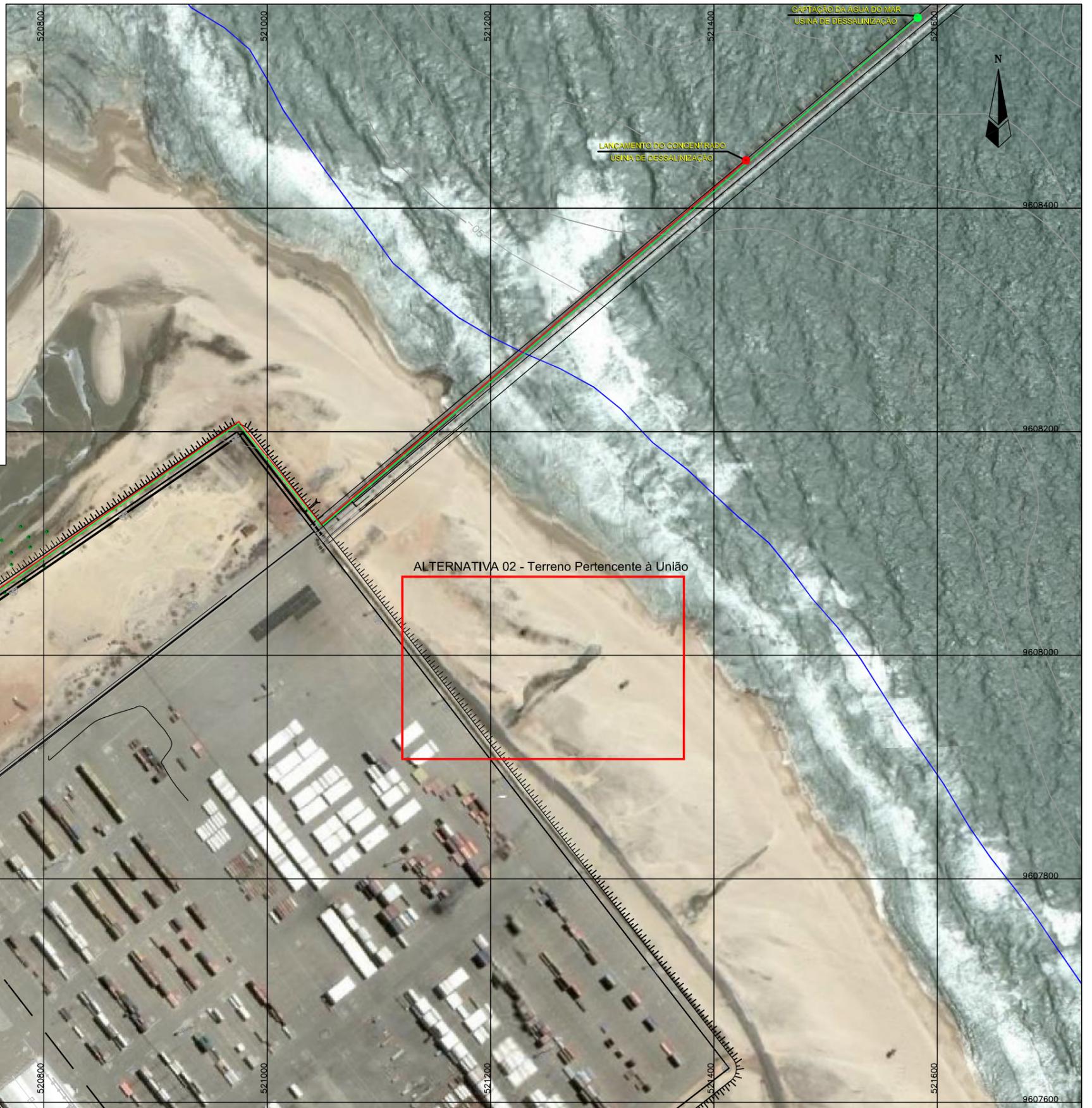
As três alternativas se encontram posicionadas fora da área do Terminal Portuário, já que esta se constitui numa área alfandegada, e portanto de acesso restrito. Todas as alternativas estudadas são adequadas à implantação da usina de dessalinização, estando localizadas fora da área do porto e próximo à orla, o que facilita a captação de água marinha e a descarga do concentrado. Dispõem, ainda, de área suficiente para a implantação da usina (1.000 a 1.500 m²).

Além disso, apresentam facilidade de construção de acesso, bem como de implantação das tubulações de alimentação de água marinha e de descarga do concentrado, a partir da estrutura já implantada no Terminal Portuário, e não apresentam interferências com outros interesses do Porto.

A Alternativa 01 (área contígua ao “coqueiral”), no entanto apresenta como desvantagem o fato de parte da sua área estar encravada em terreno pertencente ao Patrimônio da União. Além desse impedimento, há o risco da construção da usina, neste local, vir a interferir em projetos da Petrobrás já em andamento. A Alternativa 02, embora não apresente interferências com outros interesses do Porto, apresenta como desvantagem o fato de estar localizada em terreno pertencente ao Patrimônio da União.



DETALHE DA ALTERNATIVA 03 - ÁREA DA USINA
ESC. 1/2000



ESC. 1/4000

LEGENDA:

- TUBULAÇÃO DE ÁGUA DO MAR
- TUBULAÇÃO DO CONCENTRADO
- LIMITE DEFINIDO PARA TERRENO
- LIMITE DA PLATAFORMA



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

ESTUDOS NECESSÁRIOS PARA INSTALAÇÃO DE USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM PROJETO BÁSICO

Título: FIGURA 3.8
ALTERNATIVAS LOCAÇIONAIS

Escala: Indicada

A Alternativa 03 (terreno junto à subestação elétrica), por sua vez, além de pertencer ao Estado, atende às necessidades da usina. Encontra-se bem localizada próxima à sede administrativa do Porto e à vila do Pecém, contando com fácil acesso. Dispõe de área de 14.063,78 m², no entanto, apresenta relevo ondulado, o que irá exigir movimento de terra, para seu melhor aproveitamento.

Com base na análise dos diversos aspectos acima exposta, foi selecionada, em comum acordo com a COGERH e a CEARÁPORTOS, como melhor opção para localização da usina de dessalinização a Alternativa 03.

Posteriormente, foi avaliada por técnicos da COGERH e da VBA, a possibilidade de instalação das duas adutoras (água do mar e concentrado) ancoradas sobre a tubulação do emissário da termelétrica, uma à esquerda e outra à direita.

3.5 - ESTUDO DE DEMANDA

3.5.1 - GENERALIDADES

Dentre os diferentes usos para os quais a água produzida na Usina de Dessalinização poderá ser destinada têm-se as alternativas representadas pelo envasamento como água potável (mineral), inclusive com mercado cativo da aquisição do Governo do Estado para consumo nas repartições públicas; o suprimento das necessidades do Terminal Portuário do Pecém e dos navios que aportam a sua área, além do abastecimento das vilas do Pecém e da Taíba.

Apresentam-se a seguir os resultados das projeções de demandas efetuadas para os diferentes tipos de usos preconizados para a Usina de Dessalinização, sendo analisadas as possibilidades de destinação da água produzida para o suprimento destas.

3.5.2 - ESTIMATIVA DA DEMANDA PARA OS USOS PREVISTOS

3.5.2.1 - Demanda por Envasamento como Água Mineral

Segundo informações do DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, a produção de água mineral no Estado do Ceará, no período 1999/2004,

resulta na geração de um volume médio de 127.335.024 litros/ano (Quadro 3.7). Transformando-se a produção anual de água mineral em vazão média contínua para fins de comparação, obtém-se uma vazão média contínua de 3,01 l/s.

Quadro 3.7 - Produção de Água Mineral no Estado do Ceará

Anos	Volume Produzido (litros)
1999	114.239.957
2000	140.277.186
2001	126.408.000
2002	150.298.000
2003	117.178.000
2004	115.609.000
Média Anual	127.335.024

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Sabe-se, que atualmente a produção de água mineral no Ceará é superior à demanda, visto que o estado conta com grandes empresas envasadoras de água mineral operando em seu território. Além disso, embora não existam estatísticas confiáveis sobre importações e exportações, pode-se afirmar, pelo tipo de produto e pela sua relação valor/volume, que as exportações e as importações são pouco significativas no Estado. Como simplificação metodológica, pode-se aceitar que o mercado de água mineral do Ceará é igual à sua produção.

Por outro lado, a evolução da produção de água mineral no período 1999/2004 não mostra de forma clara uma tendência de crescimento. Com efeito, a produção do ano de 2004 apresenta-se apenas ligeiramente superior à de 1999, embora em 2002 tenha atingido um volume recorde de oferta.

Observa-se que o mercado de água mineral no Ceará, além de apresentar tamanho reduzido, tem uma competitividade elevada, não valendo a pena pensar em atendê-lo com parte da água dessalinizada produzida na Usina do Pecém. Além disso, a entrada dessa produção poderia causar desequilíbrios no mercado.

Por outro lado, o consumo de água mineral nas repartições públicas estaduais é insignificante em relação a este mercado (cerca de 2.000 l/dia), não assegurando o nível mínimo de garantia requerido, para que se possa viabilizar o investimento

necessário à implantação da usina. Além do mais, não seria racional o Governo do Estado induzir um investimento que, certamente, iria dismantelar o segmento de produção e comercialização de água mineral no Estado. Desta forma, a Projetista optou por não considerar nas estimativas de demanda a opção representada pelo envasamento como água mineral.

3.5.2.2 - Demandas do Terminal Portuário e dos Navios

Quanto à demanda do Terminal Portuário e dos navios que ali aportam, segundo informações fornecidas pela CEARÁPORTOS, empresa responsável pela sua administração, esta atingiu, em 2005, um consumo anual de 24.729,8 m³ ou 0,78 l/s, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.8.

Quadro 3.8 - Consumo de Água do Porto do Pecém - 2005

Meses	Consumo (m ³)	Consumo (l/s)
Janeiro	1.812,3	0,68
Fevereiro	2.750,6	1,06
Março	1.676,7	0,63
Abril	1.359,1	0,52
Mai	1.980,9	0,74
Junho	1.630,9	0,63
Julho	1.752,9	0,65
Agosto	1.980,7	0,74
Setembro	2.930,1	1,13
Outubro	2.846,4	1,06
Novembro	1.961,3	0,76
Dezembro	2.047,9	0,76
Ano	24.729,80	0,78

Fonte: COGERH, *Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP*. Fortaleza, VBA, 2006.

Para projeção da demanda d'água do Porto do Pecém, estando aí incluso o abastecimento dos navios, foi considerado um crescimento de 20,0% ao ano nos primeiros cinco anos, 10,0% nos cinco anos seguintes e 5,0% nos demais, tendo-se chegado ao consumo de 5,35 l/s no ano 2027 (Quadro 3.9). Ressalta-se que, a água atualmente consumida no Porto, como também a entregue aos navios é fornecida pela CAGECE, a partir do Sistema de Abastecimento da Vila do Pecém.

Quadro 3.9 - Projeção da Demanda de Água do Porto do Pecém

Anos	Demanda (l/s)
2007	1,12
2012	2,13
2017	3,28
2022	4,19
2027	5,35

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.5.2.3 - Demandas das Vilas do Pecém e da Taíba

As projeções efetuadas para a população urbana das vilas do Pecém e da Taíba, para um horizonte de 20 anos, tiveram como base a análise da evolução da população destas localidades para uma série histórica de dados publicados nos Censos Demográficos do IBGE.

Em 2000, a população urbana da vila do Pecém atingiu 2.765 habitantes, enquanto que a da vila da Taíba perfazia 2.775 habitantes. Adotando-se uma taxa de crescimento da população de 3,0% a.a. para a vila do Pecém e de 3,5% a.a. para a Taíba, obteve-se para o horizonte do ano 2027 os contingentes populacionais apresentados no Quadro 3.10.

Quadro 3.10 - Projeção da População Urbana – 2007 / 2027

Especificação	Pecém	Taíba
2007	3.401	3.531
2012	3.942	4.193
2017	4.570	4.980
2022	5.298	5.915
2027	6.142	7.025

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Adotando-se o consumo per capita de 200 l/hab/dia, recomendado no Plano Diretor do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, elaborado em meados de 2000 pela CV Engineering, obteve-se as demandas d'água das vilas do Pecém e da Taíba para o horizonte de projeto (Quadro 3.11). A consolidação das demandas projetadas para as vilas do Pecém e Taíba e para a área do Terminal Portuário são apresentadas no Quadro 3.12.

Quadro 3.11 – Demandas de Água das Vilas do Pecém e da Taíba

Anos	Pecém		Taíba	
	População	Demanda de Água (l/s)	População	Demanda de Água (l/s)
2007	3.401	7,9	3.531	8,2
2012	3.942	9,1	4.193	9,7
2017	4.570	10,6	4.980	11,5
2022	5.298	12,3	5.915	13,7
2027	6.142	14,2	7.025	16,3

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Quadro 3.12 - Demandas Estimadas até 2027

Anos	Pecém	Taíba	Porto	Total
2007	7,9	8,2	1,12	17,22
2012	9,1	9,7	2,13	20,93
2017	10,6	11,5	3,28	25,38
2022	12,3	13,7	4,19	30,19
2027	14,2	16,3	5,35	35,85

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Ressalta-se, no entanto, que a vila da Taíba para ser abastecida com água da usina de dessalinização requer a construção de sistema de adução e de distribuição. Por sua vez, a vila do Pecém já conta com sistema de adução e de distribuição d'água em operação, o qual chega até a área do porto, o que facilita o seu abastecimento a partir da usina de dessalinização.

Desta forma, foi considerado como mercado potencial para a água produzida na Usina de Dessalinização a vila do Pecém, o Terminal Portuário e o suprimento dos navios. As demandas estimadas para o atendimento destes usos são retratadas no Quadro 3.13.

Quadro 3.13 – Demandas Estimadas para a Vila do Pecém e Porto

Anos	Pecém	Porto	Total
2007	7,9	1,12	9,02
2012	9,1	2,13	11,23
2017	10,6	3,28	13,88
2022	12,3	4,19	16,49
2027	14,2	5,35	19,55

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.6 - ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

3.6.1 - GENERALIDADES

Objetivando dimensionar o tamanho ótimo da planta da usina de dessalinização foi efetuada uma análise econômico-financeira para três tamanhos de planta: 20 l/s, 10 l/s e 5 l/s. O estudo desenvolvido contemplou inicialmente o cálculo dos custos de investimento, operacionais e de manutenção dos três tamanhos de planta. Em seguida foram calculados os custos unitários de produção para cada tamanho de planta considerando as hipóteses de recuperação de 100,0% do investimento, recuperação de 25,0% do investimento e sem recuperação do investimento.

Foi efetuada, também, uma nova análise considerando a limitação da produção imposta pela demanda atual para a água produzida, que atinge 9,02 l/s, tendo para tanto sido calculados os custos unitários de produção com restrição de demanda. Foram, ainda, efetuadas equalizações dos custos da usina com a tarifa da CAGECE e entre os custos da usina e da CAGECE.

Posteriormente foi feita uma análise de cenários para a tomada de decisão considerando para cada tamanho de planta os custos unitários de produção da usina, os investimentos requeridos para sua implantação e os dispêndios necessários para equalização entre os custos da usina e da tarifa da CAGECE e entre os custos da usina e da CAGECE, considerando a hipótese de não recuperação dos investimentos. Os resultados obtidos são apresentados nos itens a seguir.

3.6.2 - INVESTIMENTOS REQUERIDOS PARA IMPLANTAÇÃO DA USINA

Os investimentos necessários para a implantação da Usina de Dessalinização de Água do Mar do Pecém, com capacidade de processamento para os módulos de 20 l/s, 10 l/s e 5 l/s de água potável, apresentam a composição retratada no Quadro 3.14.

Quadro 3.14 - Investimentos Requeridos por Tamanho da Planta

Especificação	Investimentos (R\$ 1,00) / Tamanho da Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Sistema de Captação de Água Marinha	880.000,00	616.000,00	431.200,00
Aduтора de Água Salgada	590.000,00	413.000,00	289.100,00
Reservatório de Água Salgada	340.000,00	238.000,00	166.600,00
Estação Reelevatória de Água Salgada	180.000,00	126.000,00	88.200,00
Sistema de Osmose Reversa com Recuperação de Energia	3.520.000,00	2.112.000,00	1.267.200,00
Reservatório de Água Produzida (permeado)	380.000,00	266.000,00	186.200,00
Emissário do Concentrado	505.000,00	353.500,00	247.450,00
Construções Civas	1.225.000,00	918.750,00	689.062,50
Sistema Elétrico	400.000,00	280.000,00	196.000,00
Total	8.020.000,00	5.323.250,00	3.561.012,50

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Para a análise de recuperação dos investimentos foram considerados três cenários: a recuperação total dos investimentos, a recuperação parcial dos investimentos (25,0%) e a não recuperação dos investimentos. Foram também considerados os seguintes parâmetros: vida útil do projeto de 20 anos e taxa de desconto de 6,0% ao ano. Para o Módulo de 20 l/s, a produção anual seria de 630.720 m³ de água dessalinizada, caindo para 315.360 m³ para o Módulo de 10 l/s e para 157.680 m³ no Módulo de 5 l/s. Com base nessas premissas foram calculados os custos unitários da água produzida para a necessária recuperação do investimento, cujos resultados são apresentados no Quadro 3.15

Quadro 3.15 – Recuperação do Investimento por Tamanho da Planta

Especificação	Valor (R\$ 1,00) / Tamanho da Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Custo do m ³ para recuperação de 100% do investimento	1,11	1,47	1,97
Custo do m ³ para recuperação de 25% do investimento	0,28	0,37	0,49

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Obviamente que, considerando a não recuperação do investimento, o custo unitário da água produzida será zero.

3.6.3 - CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Para a estimativa dos custos a serem incorridos com a manutenção da infraestrutura da usina foi considerada a necessidade de gastos anuais equivalentes a 3,0% do investimento total. O custo anual de manutenção e o custo unitário por metro cúbico estimados para os três tamanhos de plantas são apresentados no Quadro 3.16.

Quadro 3.16 – Custos de Manutenção por Tamanho de Planta

Módulo	Custo Anual de Manutenção (R\$ 1,00)	Custo Unitário/m³ (R\$ 1,00)
20 l/s	240.600,00	0,38
10 l/s	159.694,60	0,51
5 l/s	106.830,38	0,68

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.6.4 - CUSTOS OPERACIONAIS DE PRODUÇÃO

O Quadro 3.17 apresenta os custos operacionais de produção da usina de dessalinização para os diferentes tamanhos de planta, bem como seus custos unitários de produção. Estes custos são compostos, principalmente, pelos gastos com energia, custos de pessoal e aquisição de insumos, contando ainda com outros gastos de menor significância.

Quadro 3.17 - Custos Operacionais de Produção por Tamanho da Planta

Especificação	Módulo					
	20 l/s		10 l/s		5 l/s	
	Custo Anual (R\$ 1,00)	Custo/Produção (R\$/m³)	Custo Anual (R\$ 1,00)	Custo/Produção (R\$/m³)	Custo Anual (R\$ 1,00)	Custo/Produção (R\$/m³)
Energia	433.952	0,69	299.700	0,95	181.092	1,15
Pessoal	194.940	0,31	141.360	0,45	100.320	0,64
Insumos	194.676	0,31	94.860	0,30	48.336	0,31
Outros	14.400	0,02	9.600	0,03	6.000	0,04
Total	837.968	1,33	545.520	1,73	335.748	2,13

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.6.5 - CUSTOS UNITÁRIOS DE PRODUÇÃO

Os custos unitários de produção da água salinizada considerando diferentes tamanhos da planta e o nível fixado para a recuperação do investimento são apresentados no Quadro 3.18.

Quadro 3.18 – Custos Unitários de Produção por Tamanho da Planta

Nível de Recuperação do Investimento	Custos Unitários (R\$/m ³) / Tamanho de Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Recuperação 100,0% do Investimento	2,82	3,71	4,78
<i>Custo Recuperação Investimento</i>	1,11	1,47	1,97
<i>Custo de Manutenção</i>	0,38	0,51	0,68
<i>Custos Operacionais de Produção</i>	1,33	1,73	2,13
Recuperação 25,0% do Investimento	1,99	2,60	3,30
<i>Custo Recuperação Investimento</i>	0,28	0,37	0,49
<i>Custo de Manutenção</i>	0,38	0,51	0,68
<i>Custos Operacionais de Produção</i>	1,33	1,73	2,13
Sem Recuperação do Investimento	1,71	2,24	2,81
<i>Custo Recuperação Investimento</i>	-	-	-
<i>Custo de Manutenção</i>	0,38	0,51	0,68
<i>Custos Operacionais de Produção</i>	1,33	1,73	2,13

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Os custos unitários de produção apresentam uma correlação inversa com o tamanho da planta da usina, aumentando de valor à medida que se reduz o tamanho do módulo. Quando se considera o nível de recuperação dos investimentos, esta correlação passa a ser direta com os valores dos custos caindo à medida que se reduz o nível fixado para recuperação do capital investido.

Para viabilizar a operação da usina, devem ser sobrepostos aos custos de produção os valores equivalentes aos impostos e a margem de lucro da operadora. Foi estimado um percentual de 25,0% sobre o custo de produção para cobertura destes itens, obtendo-se assim o custo unitário total da água produzida, cujos valores são retratados no Quadro 3.19.

Quadro 3.19 - Custo Unitário Total da Água Produzida

Especificação	Custo Unitário (R\$/m ³) / Tamanho de Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
<i>Custo com recuperação de 100% do investimento</i>	3,53	4,64	5,93
<i>Custo com recuperação de 25% do investimento</i>	2,49	3,25	4,13
<i>Custo sem recuperação do investimento</i>	2,14	2,80	3,51

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.6.6 - CUSTOS UNITÁRIOS DE PRODUÇÃO COM RESTRIÇÃO DA DEMANDA

Considerando a limitação da produção imposta pela demanda atual para a água produzida, que atinge 9,02 l/s, foram efetuados novos cálculos dos custos unitários de produção para os três tamanhos de planta. Para os módulos de 20 l/s e 10 l/s a produção real considerada foi de 9,02 l/s. O Módulo de 5 l/s, por sua vez, não teve sua produção atingida pela restrição de demanda, já que esta é maior que a capacidade de produção do referido módulo. Assim sendo, para o Módulo de 5 l/s a produção considerada continua a ser de fato a de 5 l/s. O Quadro 3.20 mostra a capacidade de produção pertinente a cada tamanho de planta, bem como a sua produção quando se considera a restrição imposta pela demanda.

Quadro 3.20 – Produção de Água Dessalinizada com Restrição da Demanda

Módulo	Produção (m ³)	
	Sem Restrição de Demanda (1)	Com Restrição de Demanda
20 l/s	630.720	284.455
10 l/s	315.360	284.455
5 l/s	157.680	157.680

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.
(1) Corresponde a capacidade real de produção de cada módulo.

Para a recuperação do investimento, os novos valores para os diferentes tamanhos de planta, considerando a limitação imposta pela demanda, são apresentados no Quadro 3.21.

Quadro 3.21 – Recuperação do Investimento com Restrição de Demanda

Especificação	Valor (R\$ 1,00) / Tamanho da Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Custo do m ³ para recuperação de 100% do investimento	2,46	1,63	1,97
Custo do m ³ para recuperação de 25% do investimento	0,62	0,41	0,49

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Para cobrir os gastos com manutenção, o custo da água para o Módulo de 20 l/s é de R\$ 0,84/m³, caindo para R\$ 0,54/m³ no Módulo de 10 l/s. Para o Módulo de 5 l/s o custo unitário de manutenção não sofre alteração permanecendo igual a R\$ 0,68/m³.

Os custos operacionais de produção considerando a restrição de demanda são apresentados no Quadro 3.22 para os três tamanhos de planta. Considera-se que o custo de pessoal é o item influenciado diretamente pela restrição de demanda. Para o Módulo de 5 l/s não houve alterações nos valores dos custos operacionais de produção.

Quadro 3.22 - Custos Operacionais de Produção com Restrição de Demanda

Especificação	Módulo					
	20 l/s		10 l/s		5 l/s	
	Custo Anual (R\$ 1,00)	Custo / Produção (R\$/m ³)	Custo Anual (R\$ 1,00)	Custo / Produção (R\$/m ³)	Custo Anual (R\$ 1,00)	Custo / Produção (R\$/m ³)
Energia	433.952	0,69	299.700	0,95	181.092	1,15
Pessoal	194.940	0,69	141.360	0,50	100.320	0,64
Insumos	194.676	0,31	94.860	0,30	48.336	0,31
Outros	14.400	0,02	9.600	0,03	6.000	0,04
Total	837.968	1,71	545.520	1,78	335.748	2,13

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

O somatório dos custos unitários de produção relativos à recuperação do investimento, aos gastos com manutenção e aos custos operacionais permite estimar o custo unitário de produção com restrição de demanda para os diversos cenários de recuperação de investimentos e de tamanho da planta de dessalinização (Quadro 3.23). Estes custos estão relacionados com o nível real de produção, limitada à demanda real atual de 9,02 l/s.

Quadro 3.23 - Custo Unitário da Água Produzida com Restrição de Demanda

Especificação	Custo Unitário (R\$/m ³) / Tamanho de Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Custo com recuperação de 100% do investimento	5,01	3,97	4,78
Custo com recuperação de 25% do investimento	3,17	2,75	3,30
Custo sem recuperação do investimento	2,55	2,34	2,81

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Para viabilizar a operação da usina, deve-se sobrepor ao custo de produção os valores equivalentes aos impostos e ao lucro da operadora, tendo sido estimado em 25,0% sobre o custo de produção o percentual necessário para cobrir estes itens (Quadro 3.24).

Quadro 3.24 - Custo Unitário Total da Água Produzida com Restrição de Demanda

Especificação	Custo Unitário (R\$/m ³) / Tamanho de Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Custo com recuperação de 100% do investimento	6,26	4,96	5,93
Custo com recuperação de 25% do investimento	3,96	3,44	4,13
Custo sem recuperação do investimento	3,19	2,93	3,51

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.6.7 - EQUALIZAÇÃO DOS CUSTOS DA USINA COM A TARIFA DA CAGECE

Como a tarifa média praticada pela CAGECE é de R\$ 1,94/m³, faz-se necessária à equalização entre esta tarifa e os custos reais de produção da usina, para os diferentes níveis de recuperação de investimentos e para cada tamanho de planta. Em cada uma das situações, importa calcular a diferença entre o custo efetivo de produção da água dessalinizada e a tarifa praticada pela CAGECE (Quadro 3.25). Esta equalização é o caminho indicado a ser seguido, caso a própria CAGECE venha a operar a usina.

Quadro 3.25 - Equalização entre os Custos da Usina e a Tarifa da CAGECE

Especificação	Tamanho da Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Custo com recuperação de 100% do investimento	1,94 - 6,26 = -4,32	1,94 - 4,96 = -3,02	1,94 - 5,93 = 3,99
Custo com recuperação de 25% do investimento	1,94 - 3,96 = -2,02	1,94 - 3,44 = -1,50	1,94 - 4,13 = -2,19
Custo sem recuperação do investimento	1,94 - 3,19 = -1,25	1,94 - 2,93 = -0,99	1,94 - 3,51 = -1,57

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

No Quadro 3.26 são apresentados os valores anuais, referentes aos diferentes níveis de recuperação de investimentos, necessários para a equalização entre a tarifa da CAGECE e os custos unitários da usina. Convertendo-se os valores de anuais para mensais, tem-se os dados apresentados no Quadro 3.27.

Quadro 3.26 - Equalização Anual entre os Custos da Usina e a Receita da CAGECE

Especificação	Tamanho da Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Custo com recuperação de 100% do investimento	1.228.846	859.054	628.354
Custo com recuperação de 25% do investimento	574.599	426.682	344.530
Custo sem recuperação do investimento	355.569	281.610	247.951

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Quadro 3.27 - Equalização Mensal entre os Custos da Usina e a Receita da CAGECE

Especificação	Tamanho da Planta		
	20 l/s	10 l/s	5 l/s
Custo com recuperação de 100% do investimento	102.404	71.588	52.362
Custo com recuperação de 25% do investimento	47.883	35.557	28.710
Custo sem recuperação do investimento	29.631	23.468	20.662

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.6.8 - EQUALIZAÇÃO ENTRE O CUSTO DA CAGECE E O DA USINA

Caso não seja a CAGECE a operadora da usina, deverá ser feita a equalização entre seus custos atuais de compra de água bruta e de tratamento com os custos de produção de água dessalinizada. Os custos de operação apurados de pagamento à COGERH, de captação e de tratamento, somados aos de manutenção do sistema de captação e de tratamento são de R\$ 0,39. O Quadro 3.28 mostra os valores necessários à equalização nos diferentes níveis de recuperação de investimentos e de tamanho da planta de dessalinização. No Quadro 3.29 estão apresentados os valores anuais a serem despendidos para a equalização dos custos, enquanto que os gastos mensais necessários para a equalização dos custos estão alinhados no Quadro 3.30.

Quadro 3.28 - Equalização entre os Custos da Usina e da CAGECE

Especificação	Planta de 20 l/s	Planta de 10 l/s	Planta de 5 l/s
Custo com recuperação de 100% do investimento	0,39 - 6,26 = - 5,87	0,39 - 4,96 = - 4,57	0,39 - 5,93 = -5,54
Custo com recuperação de 25% do investimento	0,39 - 3,96 = - 3,57	0,39 - 3,44 = - 3,05	0,39 - 4,13 = -3,74
Custo sem recuperação do investimento	0,39 - 3,19 = - 2,80	0,39 - 2,93 = - 2,54	0,39 - 3,51 = -3,12

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Quadro 3.29 - Equalização Anual entre os Custos da Usina e os da CAGECE

Especificação	Planta de 20 l/s	Planta de 10 l/s	Planta de 5 l/s
Custo com recuperação de 100% do investimento	1.669.751	1.299.959	872.759
Custo com recuperação de 25% do investimento	1.015.504	867.588	588.935
Custo sem recuperação do investimento	796.474	722.516	492.356

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Quadro 3.30 - Equalização Mensal entre os Custos da Usina e os CAGECE

Especificação	Planta de 20 l/s	Planta de 10 l/s	Planta de 5 l/s
<i>Custo com recuperação de 100% do investimento</i>	139.146	108.330	72.730
<i>Custo com recuperação de 25% do investimento</i>	84.625	72.299	49.078
<i>Custo sem recuperação do investimento</i>	66.373	60.210	41.030

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.6.9 - CENÁRIOS PARA A TOMADA DE DECISÃO

3.6.9.1 - Equalização entre Custos da Usina e Tarifa da CAGECE, Sem Recuperação do Investimento

No Quadro 3.31 são alinhadas as variáveis mais importantes para a tomada de decisão sobre a implantação da usina, considerando cada tamanho de planta: custos unitários de produção da usina, investimentos e os dispêndios necessários para a equalização entre os custos da usina e a tarifa da CAGECE.

Quadro 3.31 – Custo Unitário de Produção, Investimento e Dispêndio Mensal

Tamanho da Planta	Custo de Produção (R\$/m³)	Investimento (R\$ 1,00)	Dispêndio Mensal (R\$ 1,00)*
20 l/s	3,19	8.020.000	29.631
10l/s	2,93	5.323.250	23.468
5l/s	3,51	3.561.013	20.662

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Os dispêndios mensais equivalem ao total de recursos necessários para a equalização dos custos de produção em relação à tarifa média da CAGECE. Em outras palavras mostra de quanto será o prejuízo mensal ao se comparar o custo da água desalinizada com o faturamento do abastecimento da vila do Pecém e do Porto.

3.6.9.2 - Equalização entre Custos da Usina e os Custos de Operação da CAGECE, Sem Recuperação do Investimento

No Quadro 3.32 são alinhadas as variáveis mais importantes para a tomada de decisão sobre a implantação da Usina, para cada tamanho de planta: custos unitários de produção da usina, investimentos e os dispêndios necessários para a equalização entre os custos da usina e os custos de operação da CAGECE na ETA da vila do Pecém.

Quadro 3.32 – Custo Unitário de Produção, Investimento e Dispendio Mensal

Tamanho da Planta	Custo de Produção (R\$/m³)	Investimento (R\$)	Dispendio Mensal (R\$) *
20 l/s	3,19	8.020.000	66.373
10 l/s	2,93	5.323.250	60.210
5 l/s	3,51	3.561.013	41.030

Fonte: COGERH, *Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP, Fortaleza, VBA, 2006.*

O dispendios mensais equivalem ao total de recursos necessários para a equalização dos custos de produção da usina em relação aos custos de operação da CAGECE, ou seja, quanto será o prejuízo mensal ao se comparar o custo da água desalinizada com o custo atual da água para abastecimento da vila do Pecém e do Porto.

Em suma, os estudos técnicos e econômicos elaborados indicam que a melhor alternativa será instalar a usina de menor porte (planta de 5 l/s), pelos custos envolvidos e em função da necessidade de desenvolverem-se conhecimentos sobre as novas tecnologias ligadas aos processos de osmose reversa.

3.7 - TAMANHO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO

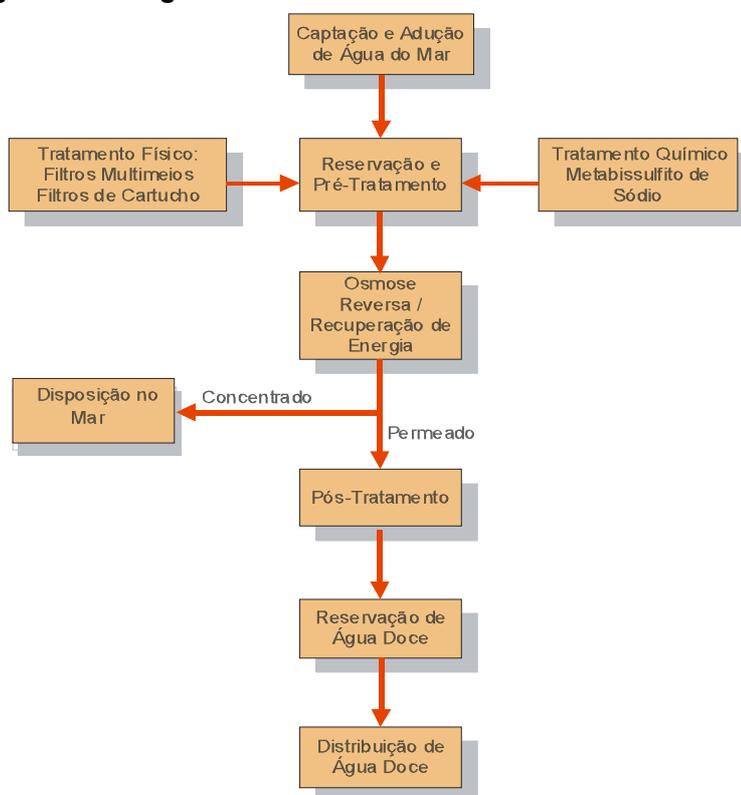
A usina de dessalinização de água do mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém foi projetada para uma produção de 5 l/s de água doce. O número de elementos de membranas dimensionado para este nível de produção é função do fluxo de água que as atravessa e que define a quantidade água que alimenta a membrana por área, normalmente expressa em litro por metro quadrado por hora (LMH) ou galão por pé quadrado por dia (GFD). Para a usina de dessalinização de água do mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém foi adotada a quantidade de 10,0 GFD (ou 16,8 LMH), compatível com a indicação técnica dos fabricantes de membranas.

3.8 - ESQUEMA GERAL DO PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO

Os processos envolvidos na operação da Usina de Dessalinização de Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém são compostos pela captação direta (open intake) e adução da água do mar; reservação da água salgada; pré-tratamento químico e físico (filtração) e dessalinização através da osmose reversa.

O processo de dessalinização, via osmose reversa, produz dois fluxos: o permeado (água dessalinizada) e o concentrado (água residuária). Antes do concentrado retornar para o mar, este é direcionado para um trocador de pressão com o objetivo de recuperação parcial da energia latente na corrente do concentrado. Posteriormente, é efetuada a disposição do concentrado no mar, o pós-tratamento do permeado e a reservação e distribuição da água doce. O encadeamento destes processos é apresentado no diagrama constante na Figura 3.9.

Figura 3.9 - Diagrama dos Processos da Usina de Dessalinização



3.9 - RENDIMENTO DO PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO

O rendimento médio esperado para o processo de dessalinização será de 40,0%, ou seja, bombeia-se 100 unidades de volume de água do mar para que sejam conseguidas 40 unidades de água doce. Assim sendo, para a Usina de Dessalinização do Complexo Industrial/Portuário do Pecém a vazão a ser captada no mar será de 12,5 l/s, resultando na produção de uma vazão média de 5 l/s de água dessalinizada (permeado). A vazão média de concentrado a ser lançada no mar será de 7,5 l/s, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.33.

Quadro 3.33 - Vazões de Captação, do Permeado e do Concentrado

Parâmetros de Operação	Vazões	
	m ³ /h	l/s
Vazão de alimentação	45,0	12,5
Vazão média do permeado	18,0	5,0
Vazão média concentrado	27,0	7,5
Rendimento médio	40,0%	

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

3.10 - COMPOSIÇÃO DA ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO, DO PERMEADO E DO CONCENTRADO

O Quadro 3.34 apresenta as características que a água de alimentação, o concentrado e o permeado deverão atender com base nos valores máximos permissíveis estabelecidos pela Portaria no 518/2004 do Ministério da Saúde. As variações de temperatura e turbidez da água, que podem ocorrer em função das condições climáticas, são parâmetros que influenciam a qualidade da água de alimentação, e conseqüentemente o desempenho do sistema.

Quadro 3.34 - Concentração dos Elementos da Água de Alimentação, do Permeado e do Concentrado

Forma iônica	Alimentação (mg/l)	Concentrado (mg/l)	Permeado (mg/l)	VMP(1) (mg/l)
Cálcio	408	703	18,0	-
Magnésio	1.298	2.236	2,36	-
Sódio	10.768	18.515	71,4	200
Potássio	388,0	667,0	2,9	-
Bário	0,0	0,0	0,0	0,7
Estrôncio	0,0	0,0	0,0	-
Amônia	0,0	0,0	0,0	1,5
Ferro	0,0	0,0	0,0	0,3
Bicarbonato	143,0	103,0	53,0	-
Cloretos	19.380	33.419	115,0	250
Sulfatos	2.702	4.654	6,53	250
Nitrato	0,0	0,0	0,0	10,0
Fluoreto	0,0	0,0	0,0	1,5
Boro (2)	1,1	1,72	0,24	5,0
Sílica	15,0	25,8	0,12	-
Fosfato	0,5	0,86	0,0008	---
Carbonato	2,29	0,053	0,0093	---
STD	35.106	60.326	200 (3)	1.000
pH	7,8	6,21	6,5	

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Nota: (1)VMP – Valor Máximo Permitido, conforme a Legislação Brasileira (Portaria no 518/2004 do Ministério da Saúde). (2) ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC no 274/2005. (3) – Sólidos Totais Dissolvidos obtidos a partir do simulador de membranas da TorayRO v 2.0.28.

De acordo com a Resolução CONAMA no 357/2005, as águas do mar nas cercanias do Porto do Pecém são enquadradas como de Classe 3, sendo destinadas à navegação e à harmonia paisagística. Para as águas salinas de Classe 3, a referida resolução estabelece, no seu Artigo 20, as seguintes condições e padrões:

- Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- Óleos e graxas: toleram-se iridicências;
- Substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- Corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
- Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- Coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80,0% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- Carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;
- OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O₂; e
- pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

Para sistemas que adotam a captação direta da água do mar (open intake), como é o caso da usina de dessalinização ora proposta, é recomendável a realização de monitoramentos periódicos visando detectar possíveis variações da qualidade da água.

O monitoramento das águas oceânicas na área do Terminal Portuário do Pecém já vem sendo realizado pelo IEPRO - Instituto de Estudos e Projetos da UECE - Universidade Estadual do Ceará e pela CEARÁPORTOS. De acordo com os relatórios de monitoramento emitidos pela CEARAPORTOS, a qualidade das águas oceânicas está sendo mantida dentro dos padrões recomendados pela Resolução CONAMA n° 357/2005, não havendo nenhum indício de degradação ambiental em virtude do

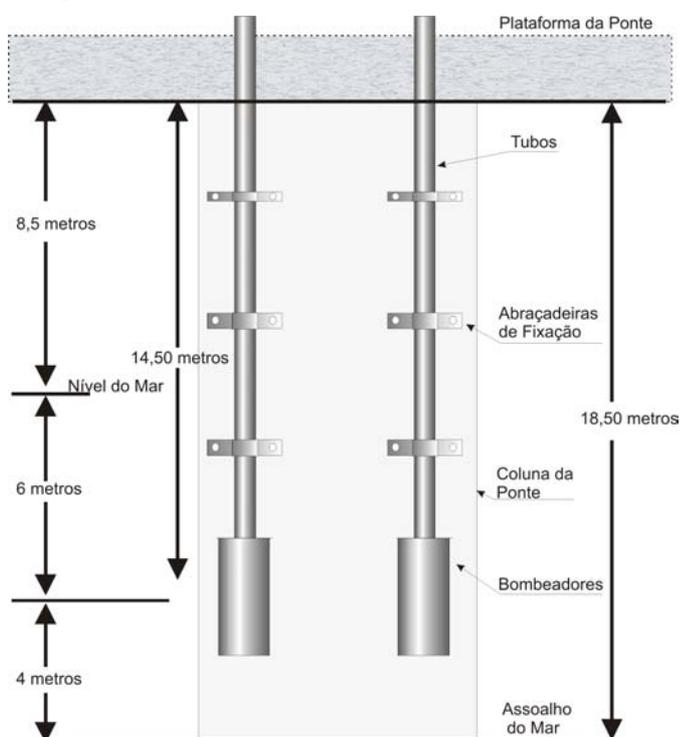
movimento portuário. Apresenta-se no Anexo um dos relatórios de Monitoramento das Águas Oceânicas na Área do Terminal Portuário do Pecém, relativo ao ano de 2005.

3.11 - PROCESSOS DE PRODUÇÃO

3.11.1 - SISTEMA DE CAPTAÇÃO

A captação da água para alimentação do sistema de dessalinização será efetuada diretamente do mar, tomando como suporte as vigas de sustentação da ponte de acesso ao pier do Terminal Portuário do Pecém, conforme pode ser visualizado, de forma esquemática, na Figura 3.10.

Figura 3.10 - Desenho Esquemático da Captação



A captação da água do mar deve ser realizada com no mínimo 1,5 m de distância da superfície do assoalho mar e 3,0 m abaixo do nível da maré baixa. No caso específico do projeto ora em análise, a altura da captação da água do mar ficará posicionada a 4,0 m do assoalho do mar, o que implica numa distância média de 6,0 m da superfície da água do mar. O tubo de captação deverá ser fixado com abraçadeiras de metal do tipo aço inox 316L ou similar, junto à coluna de concreto.

O uso de tubos de concreto para captar água não é recomendado devido a sua porosidade servir como local de proliferação da vida marinha. Os tubos poliméricos flexíveis recomendados são do tipo ABS (Estireno Butadieno Acrilonitrila), HDPE (Polipropileno de Alta Densidade). A parte do tubo que fica submersa na água do mar não deve ser de tubos de PVC (Policloreto de Venila) ou de FRP (Poliéster de Fibra Reforçado), devido suas fragilidades.

3.11.2 - SISTEMA DE BOMBEAMENTO

Para o sistema de produção de 5 l/s de água permeada, faz-se necessária a captação de 12,5 l/s, já que o rendimento do processo de dessalinização é de 40%. A bomba selecionada para a Estação Elevatória Principal – EE-P é do tipo submersa, multi-estágio, centrífuga de eixo vertical. Foram projetadas duas bombas, sendo uma ativa e uma de reserva, com as seguintes características individuais: vazão de 12,5 l/s ou 45 m³/h; altura manométrica de 34 MCA; motor de 7,5 CV, trifásico 440 V, fator de potência igual a 0,80 e rotação de 3.450 rpm. O material da bomba, do rotor e do motor será de aço inoxidável 1.4539 DIN W.-Nr 904 L AISI ou material com características semelhantes.

Foram projetadas bombas com motores de maior voltagem como compensação pelo acionamento à distância. Como complemento a esse sistema de bombeamento foi, também, projetada uma reelevatória (booster) a meio caminho entre a captação e o reservatório de água salgada.

3.11.3 - SISTEMA DE ADUÇÃO PRINCIPAL

Em função das estruturas e externalidades existentes no Terminal Portuário, foi escolhida a captação da água do mar de forma direta (open intake), fazendo-se uso da ponte de acesso ao pier do porto como suporte para ancoragem tanto para o sistema de captação como para os de adução de água salgada e de disposição do concentrado.

A adutora principal AD-P (adutora de água salgada) se desenvolve inicialmente ancorada na coluna da ponte de acesso ao píer até a plataforma da



ponte pela parte externa. Daí em diante, a adutora segue ancorada no tubo de descarga do emissário da Termelétrica até faixa de praia.

No trecho da praia, já fora da zona de arrebentação, a adutora segue enterrada até o reservatório de água salgada, posicionado no terreno da usina.

As especificações da adutora principal são as seguintes:

Trecho 1

Material: PEAD

Comprimento: 700 m

Diâmetro: 160 mm

Vazão: 12,5 ls

Trecho 2

Material: PVC DEFoFo

Comprimento: 1.168 m

Diâmetro: 200 mm

Vazão: 12,5 ls

3.11.4 - SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA SALGADA

A reservação de água salgada projetada tem as funções de controle liga/desliga das bombas, de compensação inter-horária (2 horas) para cobertura de falhas do sistema e para operações de manutenção.

O reservatório de água salgada foi projetado, tirando-se proveito do desnível do terreno da usina, através da otimização de corte e aterro. O reservatório apoiado/semi-enterrado a ser implantado será construído em concreto com revestimento interno de epóxi ou similar, contando com uma capacidade de acumulação de 100 m³.

A água armazenada não pode ter contato com a luz solar, de modo a evitar o desenvolvimento de vida vegetal, por meio de reações fotossintéticas. Assim sendo, deverá ser construída uma janela de visita / inspeção para limpeza periódica do reservatório.

3.11.5 - PRÉ-TRATAMENTO

A especificação e o dimensionamento do sistema e dos processos de pré-tratamento da água salgada estão diretamente relacionados às características e à qualidade da água do mar. Como a água do mar contém substâncias e elementos biológicos, orgânicos e inorgânicos em suspensão faz-se necessário processo de pré-tratamento da água, pois tais componentes podem provocar incrustações (fouling). Em geral, as águas marinhas apresentam índices de fouling superiores a 6, o que explicita elevada propensão ao estabelecimento deste fenômeno. As membranas atualmente usadas nos processos de osmose reversa suportam água de alimentação com índices de fouling de no máximo 4m, razão pela qual se faz necessária a implementação do processo de pré-tratamento.

De acordo com os relatórios da CEARÁPORTOS/UECE relativos ao “Monitoramento das Águas Oceânicas na Área do Terminal Portuário do Pecém – Consolidação Anual – 2005”, a água no mar do Pecém é de boa qualidade, com tendência à estabilidade, não havendo qualquer indício de poluentes ou contaminantes.

Desta forma, o sistema de pré-tratamento a ser adotado visando preparar a água salgada para a entrada no processo de osmose reversa, com o objetivo principal de proteger as membranas do fenômeno da incrustação (fouling) será o usual. O sistema de pré-tratamento da água salgada (água de alimentação) é segmentado em dois tipos: tratamento químico, que adota a adição periódica de substâncias químicas como agente redutor da taxa de oxigênio dissolvido, para evitar incrustações de carbonato de cálcio (CaCO₃) na membrana dos filtros de multimeios; e o tratamento físico através de um sistema de filtração com retrolavagem composto por filtros multimeios e de cartuchos).

O pré-tratamento químico a ser implementado na Usina de dessalinização do Pecém irá se resumir na injeção de metabissulfito de sódio e de um inibidor (anti-incrustante). A dosagem de produtos químicos anti-incrustantes, colocadas na água de alimentação será de 3 mg/l na corrente de alimentação (12,5 l/s), para minimizar a concentração de carbonato de cálcio na alimentação, evitando assim sua incrustação nas membranas. O consumo diário será de 3,1 litros de anti-incrustantes. Nesse caso o pH da água é ajustado para 6,0 na alimentação. A bomba dosadora dos produtos químicos do pré-tratamento será de aço inoxidável com vazão máxima: 12,2 l/dia e potência do motor de 0,1 kW ou ¼ HP.

Outra forma econômica de controlar a incrustação de matéria biológica e/ou inorgânica na membrana é através de um jato de água dessalinizada (flushing) na alimentação dos elementos de membranas. Essa etapa pode ser programada para ser realizada durante o processo de dessalinização.

No pré-tratamento físico, o conjunto de filtros multimeios tem o papel de reter substâncias orgânicas e em suspensão. Estes filtros são acompanhados com um sistema de lavagem, no sentido de aumentar sua vida útil e evitar a proliferação de bactérias e outros tipos de contaminantes.

Os filtros multimeios são constituídos por um leito de filtração, formado por uma ou mais camadas de substâncias sólidas de granulometrias diferentes, sendo mais comuns: areia, carvão mineral, silicato e pedrisco (Figura 3.11). Esse tipo de filtração opera com uma velocidade de $1,35 \times 10^{-3}$ l/s/cm² (20,0 gal/min./pe²) e sua melhor eficiência para remover pequenas partículas ocorre na faixa de $2,1 \times 10^{-4}$ a $3,4 \times 10^{-4}$ l/s/cm² ou 3,0 a 5,0 gal/min./pe² (McPerson, 1981).

Sendo a vazão de alimentação do sistema de dessalinização do Pecém de 12,5 l/s, há necessidade de 2 filtros multimeios de 2,44 m de diâmetro cada, apresentando uma área de 4,67 m². Esse projeto leva a uma carga nominal de 4,82 m³/h/m² (1,97 gal/min/pe²).

**Figura 3.11 – Corte Lateral de um Filtro Multimeios,
Mostrando as Camadas Filtrantes**



Os filtros multimeios podem ser fabricados em fibra de vidro, em aço carbono com revestimento de epóxi ou mesmo em aço inoxidável, no formato de tanques verticais. O sistema de condução da água sob pressão deve funcionar nos dois sentidos – filtração e retrolavagem. As conexões devem ser de PVC 80 ou produto semelhante. Os filtros terão válvulas automáticas de alívio, porta de drenagem e dreno manual de água. A bomba de alimentação dos filtros multimeios será de aço inoxidável com vazão de 12,5 l/s, altura manométrica total de 41 mca e potência do motor de 15 kW (20 HP).

A lavagem e enxágüe dos filtros multimeios pode ser realizada com água do mar. Para tanto, há necessidade de uma bomba de retrolavagem (backwash). A retrolavagem pode ser realizada durante 10 minutos, com aproximadamente 0,32 metros cúbicos por hora por metro quadrado de filtro.

A lavagem pode ser de controle automático ou manual. Considerando que a temperatura é um parâmetro que pode provocar a variação da vazão, durante a lavagem dos filtros, o controle manual, às vezes, se faz necessário. A bomba de retrolavagem será de aço inoxidável, com vazão de 12,5 l/s, altura manométrica total de 41 mca e potência do motor de 15 kw (20 HP).

Os filtros de cartucho integrantes do sistema de pré-tratamento são instalados logo após aos filtros multimeios, com a função de “polir” a água de alimentação, antes de levá-la ao conjunto de elementos de membranas (Figura 3.12). Os filtros de cartucho mais adotados são os de microfibras de polipropileno, de 5 microns, em configuração horizontal ou vertical. A vantagem dos filtros de configuração vertical é que ocupam menor área na usina, para a mesma quantidade de superfície filtrante.

Figura 3.12 - Filtros de Cartucho, vistas externa e interna.



Para atender a vazão de alimentação do sistema de 12,5 l/s, o sistema necessita de 2 conjuntos de filtros de cartuchos, cada um composto de 22 elementos de 1,0 metro de comprimento cada, com capacidade de carga de 1,02 m³/h/elemento de filtro.

3.11.6 - PROCESSO DE DESSALINIZAÇÃO

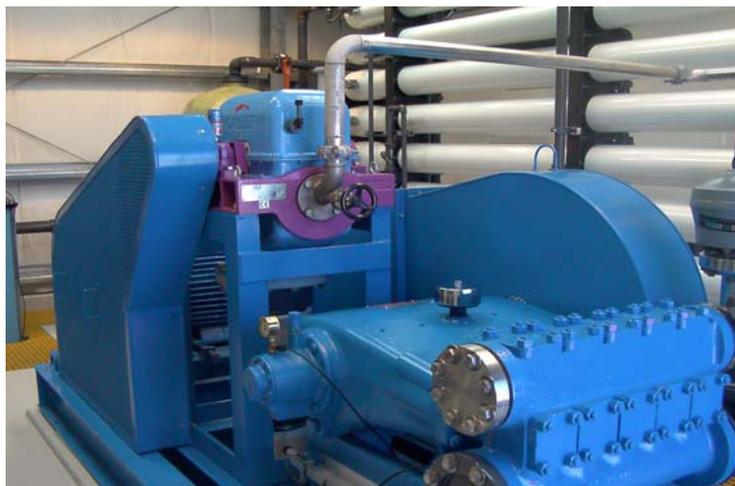
O processo de dessalinização é realizado pelo método de osmose reversa, utilizando-se membranas. O sistema de osmose reversa funcionará em conjunto com um sistema de trocadores de pressão, objetivando a recuperação parcial da energia existente na corrente do concentrado. O sistema é composto por uma bomba de alta pressão e pelos sistemas de membranas e de recuperação de energia, cujas características são apresentadas a seguir.

3.11.6.1 - Bomba de Alta Pressão

A bomba de alta pressão tem por finalidade levar a água salgada pré-tratada através dos elementos de membrana, forçando a osmose reversa que resultará na formação do permeado (água dessalinizada).

Como está previsto um trem (skid) de elementos de membranas, foi projetada uma bomba de alta pressão, de aço inoxidável ou material semelhante, do tipo centrífuga multiestágio com vazão de 5 l/s, altura manométrica total de 563 mca e potência do motor de 40 CV (Figura 3.13).

Figura 3.13 – Bomba de Alta Pressão



Como o sistema necessita de uma vazão de alimentação de 12,5 l/s e a bomba de alta pressão contribui com 5 l/s, a outra parcela será suprida pelo sistema de trocador de pressão (PX), que fornecerá 7,5 l/s totalizando, assim, 12,5 l/s.

3.11.6.2 - Sistema de Recuperação de Energia

O sistema de recuperação de energia, com um trocador de pressão (PX), trabalhará em paralelo com a bomba de alta pressão, sendo acionado por uma bomba auxiliar (Figura 3.14). O referido sistema reduz os tamanhos da bomba de alta pressão e seu motor, diminuindo a taxa de bombeamento para aproximadamente a da vazão do permeado. Consegue assim recuperar cerca de 55,0% da energia do concentrado, gerando um baixo custo de consumo de energia. Além disso, permite a bomba operar com energia elétrica ou a diesel, e mantém a pressão residual no concentrado.

Os trocadores de pressão devem ser construídos em aço inox A16NX (ou similar) de alta pressão (Schedule 80). A bomba auxiliar (booster) será em aço inoxidável, com vazão de 7,5 l/s, altura manométrica de 561 mca, potência do motor de 2,9 kW (3 HP), sendo controlada através do uso de inversor de frequência. O esquema do

funcionamento do sistema de recuperação de energia pode ser visto na Figura 3.15, enquanto que a Figura 3.16 mostra a representação esquemática de uma Usina de Dessalinização com Osmose Reversa e Recuperação de Energia.

Figura 3.14 – Sistema de trocadores de pressão.



Figura 3.15 - Diagrama de Fluxo – Sistema de Alta Pressão e de Recuperação de Energia

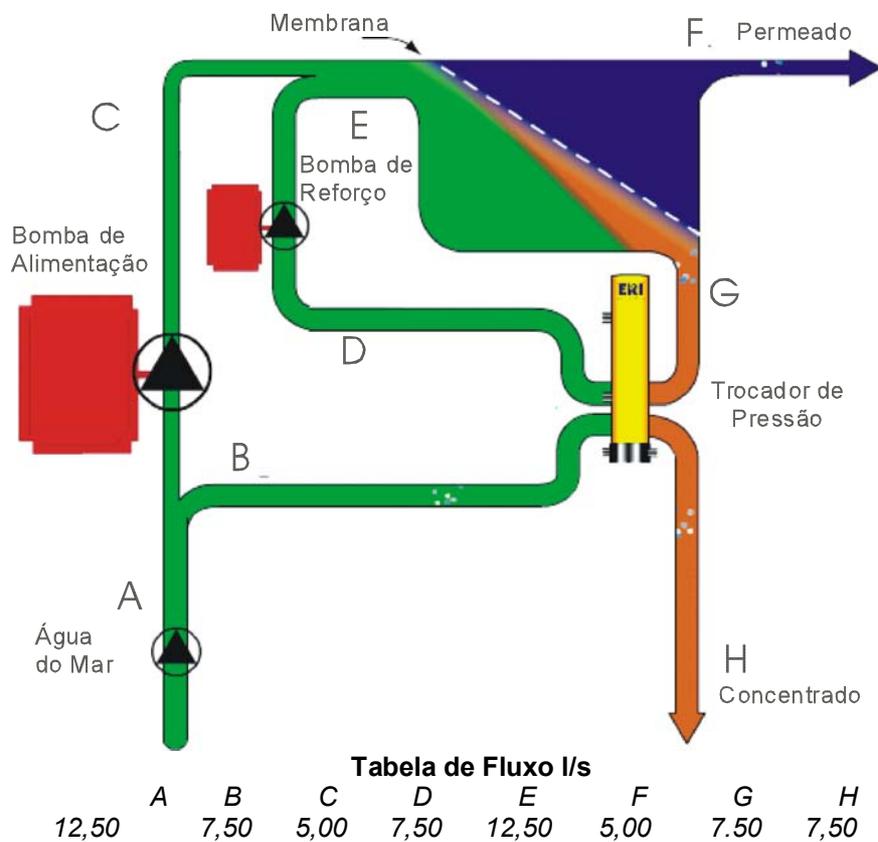
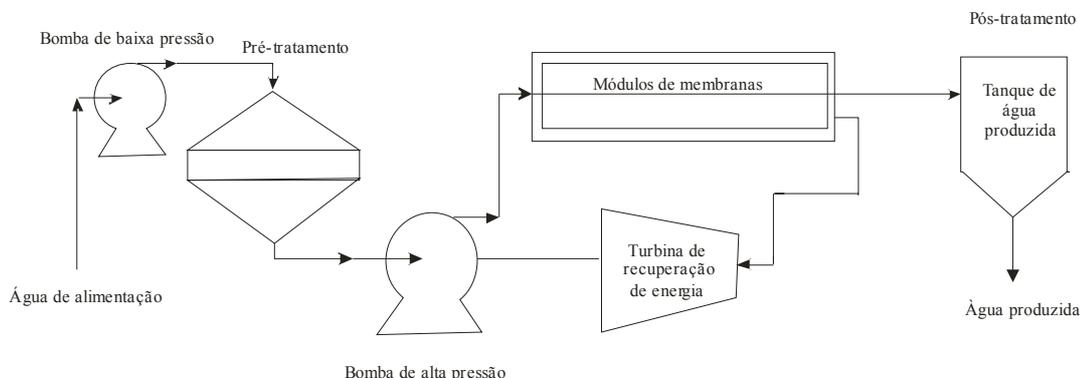


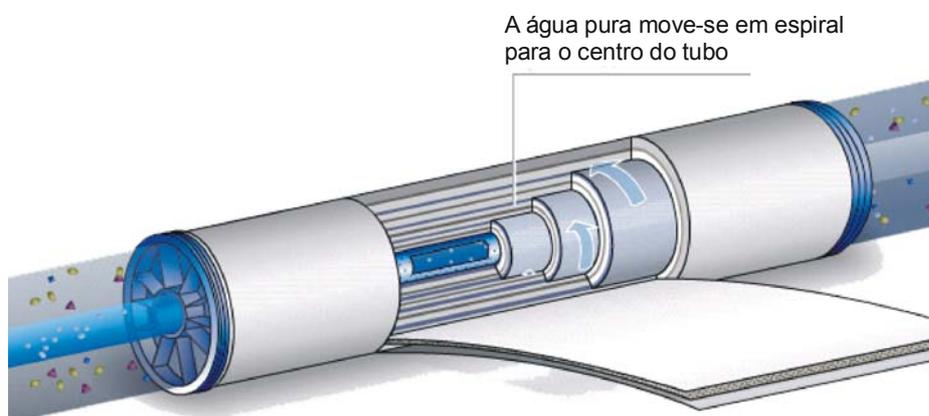
Figura 3.16 – Representação Esquemática de uma Usina de Dessalinização com Osmose Reversa e Recuperação de Energia



3.11.6.3 - Sistema de Membranas

O trem do sistema de elementos de membrana será composto por cinco vasos de pressão, com cada um contendo seis elementos de membrana, totalizando assim 30 elementos de membranas, com produção diária de 432.000 litros de água doce (Figura 3.17).

Figura 3.17 – Elementos de Membranas Dispostas em Espiral.



Existem vários modelos de elementos de membranas que podem ser utilizados para fins de dessalinização de água do mar. O Quadro 3.35 apresenta dados técnicos de elementos de membranas de dois fabricantes, que podem ser adotados na Usina de Dessalinização do Pecém.

Quadro 3.35 - Dados Técnicos de Dois Modelos de Elementos de Membranas.

Modelo	Diâmetro pol. (mm)	Área de membrana pé² (m²)	Rejeição de Sal %	Vazão do Permeado gal/min. (m³/d)
A	8" (203,2)	400 (37)	99,75	7.500 (28)
B	7,9" (201)	400 (37)	99,75	7.500 (28)

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

Quanto aos vasos de alta pressão, estes podem ser do tipo de conexão lateral (sideport connection) de preferência com um espaçador que permita o serviço de manutenção isolado, ou do tipo saída no final do vaso (endport). A Figura 3.18 mostra um vaso de alta pressão.

Figura 3.18 – Vaso de Alta Pressão



3.11.7 - FLUSHING AUTOMÁTICO

O sistema de dessalinização deverá contar com o apoio de um sistema automático do tipo flushing (jato) para “expulsar” a água do mar remanescente nos elementos de membranas, logo após sua parada e/ou durante o processo.

Essa prática evita a formação de incrustação ou corrosão durante os períodos em que o sistema pode ficar parado. A bomba de limpeza das membranas (flushing) será em aço inoxidável com vazão de 12,5 l/s, altura manométrica total de 41 mca e potência do motor de 15 kW (20 HP).

3.11.8 - CONTROLE E INSTRUMENTAÇÃO

A usina deve ser munida de um alto grau de automação que permita ao operador, de forma presencial ou remota, visualizar e controlar o seu funcionamento. Para alguns

sistemas é necessário também que haja a possibilidade de operação manual ou automática, isto tudo, gerenciado por um Controlador Lógico Programável (CLP) robusto, que se comunicará com todos os dispositivos inteligentes, tais como: transmissores de pressão, nível, vazão, fluxo, pH, etc. O CLP, através de suas entradas e saídas digitais e analógicas e das suas topologias de rede embarcadas, comandará a abertura e fechamento de válvulas, partida e parada de motores, bombas etc.

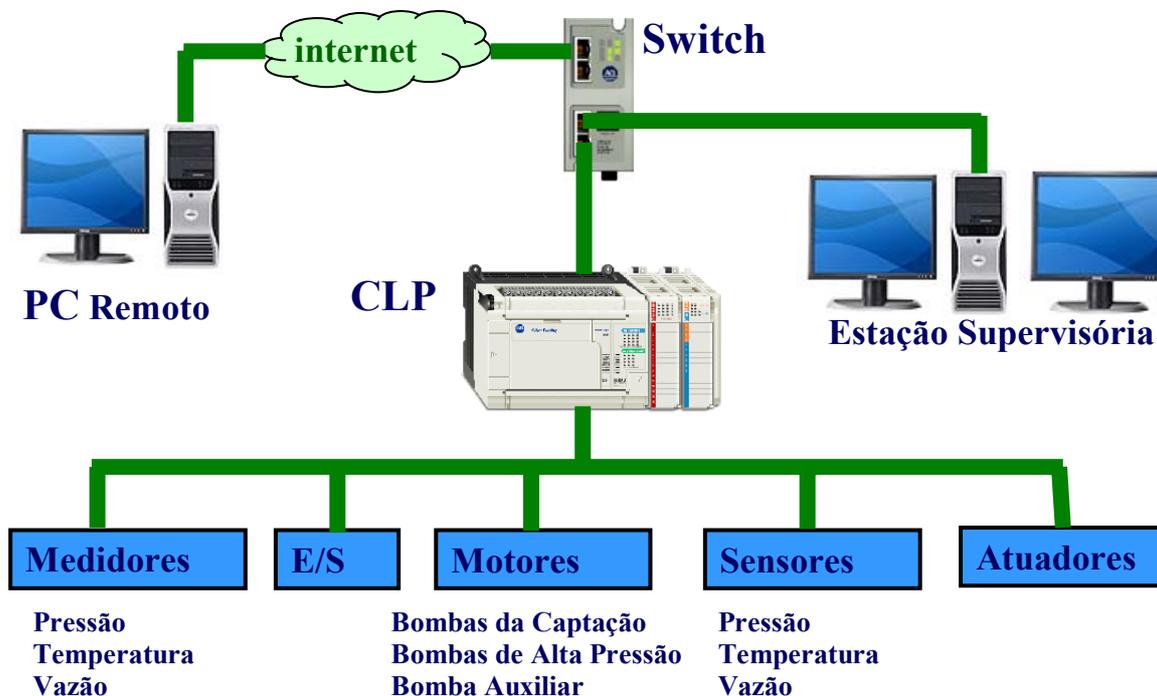
Além do CLP, se faz necessário também o uso de interfaces homem-máquina (IHM) na sala das máquinas, na sala de bombas de captação e na sala de controle. As duas primeiras interfaces são IHM sensível ao toque (touch screen), por onde os operadores visualizam valores das medições e seus pré-ajustes ou fazem as correções necessárias ao funcionamento da planta. A IHM da sala de controle, por sua vez, é do tipo supervisório, sendo instalada num computador dedicado que se comunica com o CLP. Possibilita assim, monitoração e ou controle de todas as variáveis da planta, respeitando uma hierarquia criada por vários níveis de senhas de acesso, que vão desde a gerência até um visitante.

Todas as variáveis importantes da planta tais como: temperatura, vazão do permeado e concentrado, pressões de entrada e saídas dos elementos de filtros de cartuchos e membranas, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, etc, devem apresentar um indicador local e transmissor que chegará ao CLP via rede e esse disponibiliza ao Sistema de Supervisão. A Figura 3.19 mostra o Diagrama do Sistema de Controle Lógico Programável

3.11.9 - PÓS-TRATAMENTO

O pós-tratamento da água dessalinizada depende da qualidade da água de alimentação do sistema. Para o presente projeto, a água do mar pode ser acidificada no pré-tratamento para reduzir o potencial de incrustação nas superfícies das membranas. Assim sendo, dependendo da aplicação do permeado, a água deverá passar por um pós-tratamento, através de adição de carbonato de cálcio, no sentido de elevar o potencial hidrogeniônico e conseqüentemente minimizar sua capacidade de corrosão.

Figura 3.19 – Diagrama do Sistema de Controle Lógico Programável



Para a água destinada ao consumo humano, deverá ser também adicionado um agente oxidante do tipo hipoclorito de sódio para evitar a proliferação de bactérias e outros tipos de organismos de ordem patogênica.

A capacidade volumétrica de cada tanque de polietileno das soluções diárias dos pós-tratamento é de 454,0 litros. As quantidades que devem ser dosadas por dia, durante o processo, são as seguintes: 5,41 litros de hipoclorito de sódio, 2,6 kg de silicato de sódio e 8,7 kg de carbonato de cálcio.

Para a incorporação desses produtos no sistema de pós-tratamento são necessárias três bombas dosadoras em material inoxidável com vazão máxima de 22 l/dia, altura manométrica total igual a zero e potência do motor de 0,1 kW (1/4 HP).

3.11.10 - DISPOSIÇÃO DO CONCENTRADO

O processo de dessalinização via osmose reversa produz duas correntes: permeado e concentrado. O concentrado é também conhecido como salmoura (brine) ou rejeito (reject). Em geral, para dessalinização da água do mar, os sistemas operam com uma recuperação de 40,0%. Isso significa que dos 100,0% da vazão de alimentação do

sistema, 40,0% resultam em água doce. Os outros 60,0% serão convertidos em concentrado, que é devolvido ao mar, possibilitando a rápida dissolução devido ao seu pequeno volume em relação ao enorme volume de água do corpo receptor.

Para realizar corretamente a disposição do concentrado no mar foram realizados os seguintes estudos: batimetria do local, direções das correntes marítimas durante as estações do ano, levantamento das marés e de dispersão da pluma.

As características da adutora do concentrado são as seguintes:

Trecho 1

Material: PVC DEF^oF^o

Comprimento: 33,26 m

Diâmetro: 300 mm

Trecho 2

Material: PVC DEF^oF^o

Comprimento: 1.138,88 m

Diâmetro: 200 mm

Vazão: 7,5 l/s

Trecho 3

Material: PEAD

Comprimento: 500 m

Diâmetro: 125 mm

Vazão: 7,5 l/s

Como a usina será construída em terreno em cota elevada, o concentrado será devolvido ao mar de forma gravitativa, sem necessidade de reservação nem de bombeamento. No trecho marinho, a adutora do concentrado será ancorada no emissário da Termelétrica.

Figura 3.20 - Vista Parcial da Ponte de Acesso ao Pier, com a Tubulação do Emissário da Termelétrica



Foi previsto pela Projetista o monitoramento das tubulações do concentrado como parte integrante das atividades de operação e manutenção do sistema, visando evitar danos para o sistema de dessalinização, bem como para o meio ambiente e a vida marinha. O Quadro 3.36 apresenta as vazões e concentrações salinas da água do mar, da água dessalinizada e do concentrado (salmoura), para as diversas fases do projeto.

Quadro 3.36 - Usina de Dessalinização do Pecém – Água de Alimentação,

Unidades	Captação	Água Tratada	Salmoura
Vazões			
l/s	12,5	5,0	7,5
m ³ /h	45,0	18,0	27,0
m ³ /dia	1.080,0	432,0	648,0
Sal			
t/dia	37,914	0,076	37,838
Concentração salina (TDS)			
g/l	35,106	0,176	58,393

Fonte: COGERH, *Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.*

Em suma, toda usina de dessalinização dá origem a um vertido hipersalino que é devolvido ao mar. Embora não se adicionem outros sais aos que foram captados junto com a água salina, é verdade que estes são devolvidos ao mar de forma concentrada. Desta forma, a devolução dos rejeitos de uma usina de dessalinização deve ser objeto de estudos de meio ambiente, pela elevada concentração de sais e pelas possíveis influências, mesmo que localizadas, sobre a biota marinha.

Estudos efetuados em outros países apontam para a facilidade com que os sais devolvidos são reincorporados à água mar, sem impactos que mereçam registro. Como exemplo, cita-se o caso das ilhas Canárias¹ onde criterioso estudo buscou determinar os impactos ambientais da descarga da salmoura, com elevada concentração de sais, proveniente de uma usina de dessalinização.

De forma sistemática foram coletadas amostras e realizadas medições para a verificação do tempo de reabsorção dos sais pela água do mar. O volume de água do mar captada pela usina era de 42.000 m³/dia, com a produção de 25.000 m³ de água potável por dia. A descarga de salmoura alcançava 17.000 m³/dia. A concentração da água do mar, determinada em amostras coletadas em mar aberto variava de 36 a 38 psu (practical salinity unit), enquanto a concentração da salmoura alcançava valores de até 75,16 psu. As principais conclusões obtidas pelo referido estudo foram as seguintes:

- A diluição da solução dá-se de forma muito rápida, pois em apenas 20 metros de distância do ponto de descarga, esta passa de 75,16 psu para 38,5 psu;
- No raio de uma milha marítima (1.853,25 m) os valores da concentração de sais são absolutamente normais (36 psu);
- As amostras coletadas nos locais de banho não mostraram qualquer variação das concentrações de sais;

¹ Talavera, José Pérez & Ruiz, José Quesada. *Identification of the mixing processes in brine discharges carried out in Barranco Del Toro Beach, south of Gran Canaria. Março de 2001. Espanha*

- Os valores da salinidade em toda a área coberta pelo estudo foram semelhantes aos considerados normais para as águas marinhas;
- Não foram detectados efeitos nas comunidades biológicas marinhas.

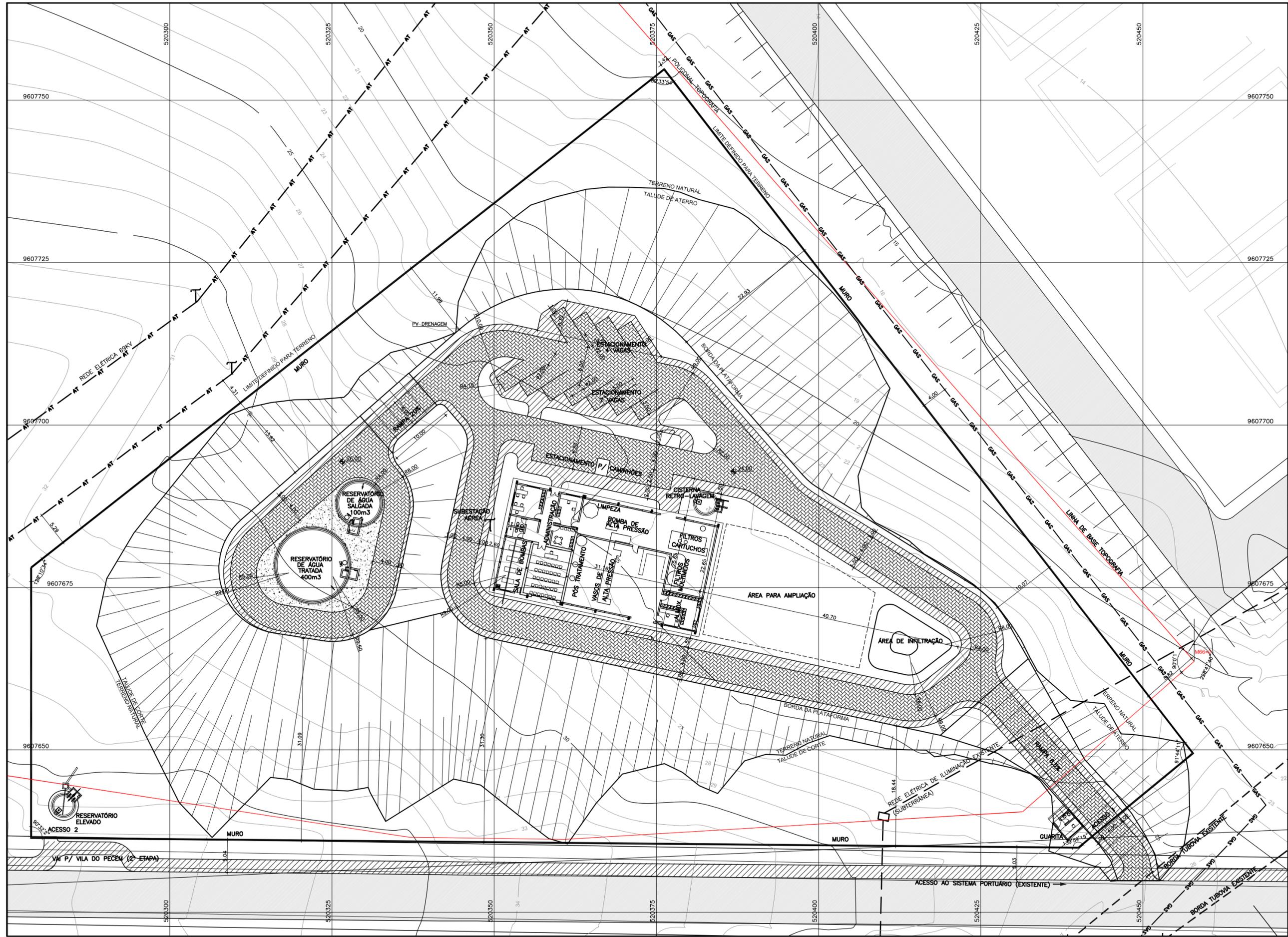
Em mar aberto, como é o caso da praia do Pecém, o regime das marés proporciona a rápida diluição do vertido (salmoura), com influência praticamente nula na biota marinha. Além disso, uma forma de mitigar possíveis efeitos do vertimento da salmoura no mar é o uso de difusores, que espalham o vertido numa área maior, facilitando a reincorporação, de forma praticamente instantânea, dos sais e sua diluição na água do mar.

A Figura 3.21 mostra a planta de locação das obras da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém.

3.12 - ESTUDO DE SIMULAÇÃO MATEMÁTICA PARA DISPERSÃO DA PLUMA

Conforme citado anteriormente o efluente do emissário em estudo, em função da sua vazão e composição química, apresenta uma carga poluidora praticamente nula, uma vez que o mesmo se constitui em um concentrado salino composto por água e sais retirados do próprio mar. Contudo, mesmo diante do conhecimento prévio do desprezível impacto desse lançamento, faz-se necessária, a fim de garantir a segurança ambiental do projeto, estimar a abrangência e magnitude do mesmo, o que será apresentado através de simulação em modelos matemáticos.

O efluente em estudo, por constituir-se exclusivamente de um concentrado de água e sais marinhos, não apresenta carga orgânica nem substâncias em concentrações fora dos padrões exigidos para lançamento em corpos d'água de acordo com a legislação vigente, portanto, os parâmetros de DBO e Coliformes não serão simulados. No entanto, é necessário que se verifiquem particularmente na região adjacente ao ponto de lançamento, as alterações das condições de salinidade, uma vez que o efluente apresenta salinidade maior que a do mar.



- LEGENDA:**
-  CALÇADA
 -  BRITA
 -  PISO PRÉ-MOLDADO ARTICULADO E INTERTRAVADO
 -  TALUDE

LAYOUT GERAL
ESC. 1/500

NOTA: VER DETALHE DOS ACESSOS



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
ESTUDOS NECESSÁRIOS PARA INSTALAÇÃO DE
USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR
NO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM
PROJETO BÁSICO



Título:
FIGURA 3.21
PLANTA GERAL COM OBRAS CIVIS

Desta forma o único parâmetro a serem verificados nas simulações será a diluição, a qual será utilizada para estimar a salinidade da pluma de efluente.

A dispersão da pluma de efluente depende substancialmente das características cinéticas e físico-químicas do corpo receptor. Os Estudos Oceanográficos² realizados na região do Emissário Submarino do Complexo Industrial e Portuário do Pecém se constituem na fonte de dados que melhor caracteriza a região de lançamento do futuro emissário submarino. As medições supracitadas encontram-se sintetizadas no Quadro 3.37 a seguir.

Serão utilizados nas simulações, como parâmetros representativos das condições do corpo receptor, os valores médios das observações de salinidade e temperatura, ou seja, 29° C para temperatura e 35,1 ‰ para salinidade.

Quadro 3.37 - Parâmetros de Salinidade em níveis de profundidade no mar do Pecém

Prof.	Salinidade	
	a) CAMPANHA INVERNO	b) CAMPANHA VERÃO
2m	Na profundidade de 02 metros do fundo, temos as salinidades com freqüência concentradas entre 35,8‰ – 36,0‰ e 36,0‰ – 36,2‰, correspondendo a 97,6% das observações na situação de quadratura e 94,7% na situação de sizígia. Como se nota, entre as condições diferentes de marés, a salinidade não se altera.	Na época de maré de sizígia, a salinidade nos diversos pontos da malha de medições, varia entre 35‰ e 36,6‰, com concentração entre 35,6‰ e 35,8‰, com 87,8% de freqüência. No período de quadratura, a distribuição das salinidades se dá entre 34,4‰ e 35,8‰ com freqüência de 81,4% nas concentrações entre 35‰ e 35,6‰.
4m	A 04 metros do fundo, as maiores freqüências de salinidade, aparecem entre 35,8‰ e 36,2‰ tanto na quadratura como na sizígia.	Para a profundidade de 4 metros acima do fundo, na maré de sizígia, a salinidade variou entre 35,6 e 36,6‰, com concentração de 87,0% entre 35,6 e 35,8‰. Na maré de quadratura, a distribuição de salinidade se deu entre 34,4 e 35,8‰ apresentando os valores entre 35 e 35,6‰ em freqüência de 84,5%
6m	A 06 metros do fundo, mantêm-se os mesmos padrões de 2 a 4 metros. As salinidades, para a quadratura e a sizígia, mantêm os padrões de 35,8‰ com maior freqüência	Na maré de sizígia, a distribuição da salinidade se deu entre 34,8‰ e 36,6‰, mostrando entre 35,6 e 35,8‰ uma freqüência de 85,4%. Na maré de quadratura, a distribuição das salinidades se deu entre 34,8 e 35,8‰, tendo entre 34,8 e 35‰, 71,9% das observações.
8m	Na profundidade de 08 metros do fundo, praticamente o nível médio local, nas quadraturas e nas sizíguas há repetição dos padrões das maiores profundidades, com salinidade entre 35,8‰ e 36,2‰ apresentando as maiores freqüências de ocorrência (95,2% na quadratura e 99,2% na sizígia).	Na maré de sizígia, a salinidade se distribuiu entre 34,8‰ e 35,8‰, com concentração de freqüência de 80,9% entre salinidades se deu entre 34,8‰ e 35,8‰, concentração de freqüência de 80,9% entre 35,6‰ e 35,8‰. Na quadratura, a distribuição das salinidades se deu entre 34,8‰ e 35,8‰, com concentração entre 34,8 e 35,4‰, de 93%
10m	A 10 metros do fundo, a salinidade apresenta variações entre 35,8‰ e 36,2‰, totalizando 93,7% das ocorrências na quadratura e 99,3% na sizígia.	Na maré de sizígia, a salinidade se distribuiu entre 34,8‰ e 35,8‰, com concentração entre 35,4‰ e 35,8‰, de 90,8%. Na maré de quadratura, a distribuição de salinidade se deu também entre 34,8‰ e 35,8‰, com concentração entre 34,8‰ e 35,2‰ de 87,6% nesta profundidade na maré de sizígia,

² *Elaboração dos RTP'S e dos Projetos dos Sistemas de Abastecimento de Água, de Esgotamento sanitário e Drenagem da Área do Complexo Industrial e Portuário do Pecém. – Estudos Oceanográficos: Relatório Geral – CAGECE / VBA Consultores, Novembro 2000*

Prof.	Salinidade	
12m	A 12 metros do fundo, temos as salinidades na quadratura e na sizígia variando entre 35,6‰ e 36,0‰, com os percentuais de 95,7% e 97,0%, respectivamente.	A distribuição das salinidades se deu entre 34,8‰ e 35,8‰, com frequência de 87,8% entre 35,2‰ e 35,6‰. Para a maré de quadratura, nesta profundidade, a distribuição das salinidades se deu entre 34,8‰ e 35,8‰, com frequência de 93% entre as concentrações 34,8‰ e 35,2‰
14m	A 14 metros do fundo, nota-se que a salinidade na quadratura apresenta maiores percentuais entre 35,6‰ e 36,0‰, com 96,9%, enquanto na sizígia os maiores percentuais estão entre 35,4% e 35,8%, com 94,7%.	Na maré de sizígia a distribuição das salinidades se deu entre 34,6‰ e 35,8‰, com frequência de 90,90% entre 35,2‰ e 35,6‰. Para a maré de quadratura, as salinidades se distribuíram entre 34,6‰ e 35,4‰, com frequência de 93% entre salinidades de 34,8‰ e 35,2‰
16m	A 16 metros do fundo a salinidade apresenta valores entre 35,6‰ e 36,2‰ em 94,4% das medições na quadratura e na sizígia entre 35,4‰ e 35,8‰, se apresentavam 91,6% das frequências mostrando em uma constância nos referidos parâmetros.	Na maré de sizígia, a distribuição da salinidade se deu entre 34,6‰ e 35,6‰, com frequência de 85,6% entre 35,2‰ e 35,6‰. Na maré de quadratura, as salinidades se distribuíram entre 34,6‰ e 35,6‰, com frequência de 81,4% entre 34,8‰ e 35,2‰.
18m	A 18 metros do fundo, já próximo à superfície, nas marés de quadratura a salinidade permaneceu entre 35,6‰ e 36,0‰, em 94,5% das medições, enquanto na sizígia, a salinidade se firmou entre 35,4‰ e 35,8‰ em 86,4% das medidas, notabilizando que a variação entre as duas marés é mínimas.	Na maré de sizígia, a distribuição da salinidade se fez entre 34,4‰ e 35,6‰, com frequência de 86,3% entre 35‰ e 35,4‰. Na maré de quadratura a distribuição das salinidades se deu entre 34,2‰ e 35,6‰, com frequência de 76,8% entre 34,6‰ e 34,8‰.

3.13 - O MODELO E OS PARÂMETROS UTILIZADOS

Para simular a dispersão da pluma de efluentes do emissário da termoelétrica utilizou-se o software VISUAL PLUMES 1.0³ da EPA (U.S. Environmental Protection Agency). O software consiste em uma aplicação desenvolvida para ambiente Windows, sucessora da versão anterior DOS PLUMES⁴, que implementa uma série de modelos capazes de simular as características da zona de misturamento de efluentes em corpos receptores.

O modelo implementado no Visual Plumes mais adequado às características do tipo de lançamento previsto para o emissário em estudo é o PDS – Surface Discharge Model (Davis, 1999), o qual consiste em um modelo tridimensional que se aplica a descargas superficiais em corpos d'água, como no caso de canais de descarga de torres de resfriamento.

O modelo PDS fornece uma simulação da temperatura e diluição da pluma de efluente para uma diversa gama de condições de descarga. Consiste em um modelo de Fluxo Integral Euleriano aplicado a uma descarga superficial líquida flutuante em um ambiente aquático em movimento, que inclui os efeitos da troca superficial de calor.

³ VISUAL PLUMES 1.0, by W.E. Frick, P.J.W. Roberts, L.R. Davis, J. Keyes, D.J. Baumgartner, K.P. George, 2001 – U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Division, NERL, ORD.

⁴ DOS PLUMES, by D.J. Baumgartner, W.E. Frick, and P.J.W. Roberts, 1994 – U.S. Environmental Protection Agency, ERL-Narragansett (Pacific Branch).

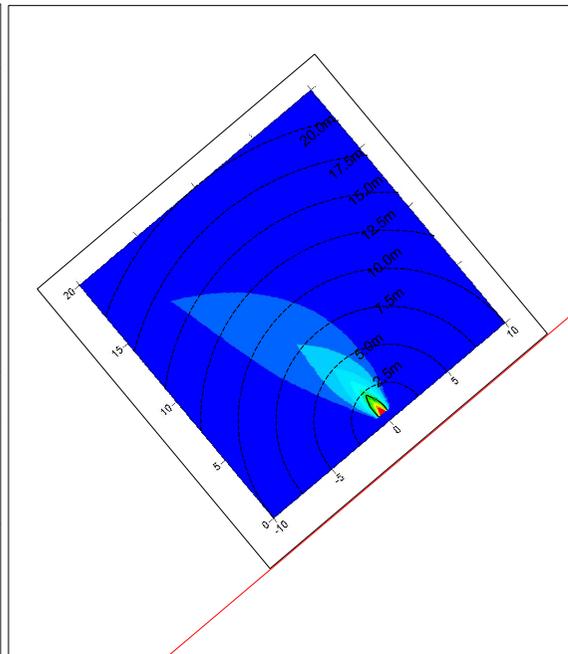
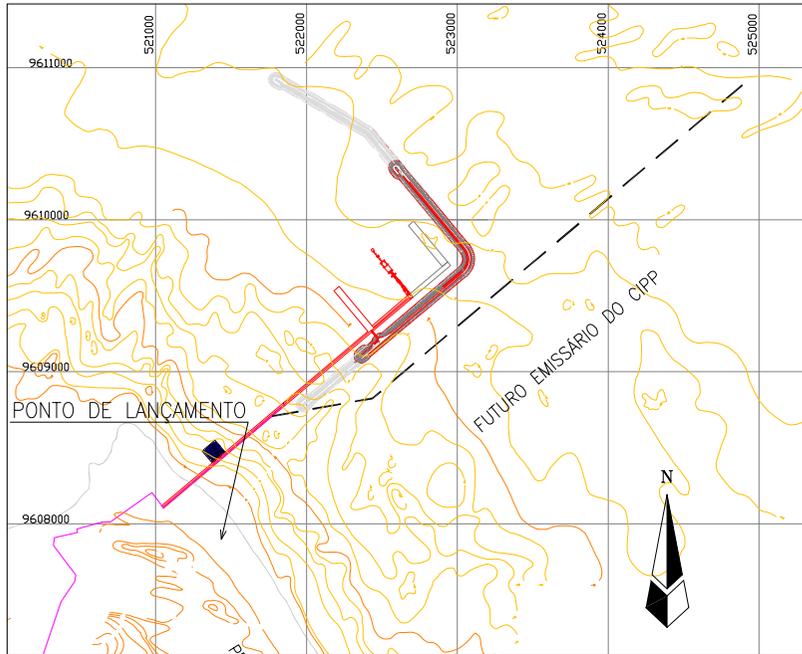
Assume-se que a pluma permanece flutuante na superfície e se espalha em todas as direções. A energia cinética inicial da descarga causa uma penetração da pluma no ambiente ao mesmo tempo em que a corrente do corpo receptor arrasta a pluma na direção do fluxo.

Os parâmetros de entrada do modelo são:

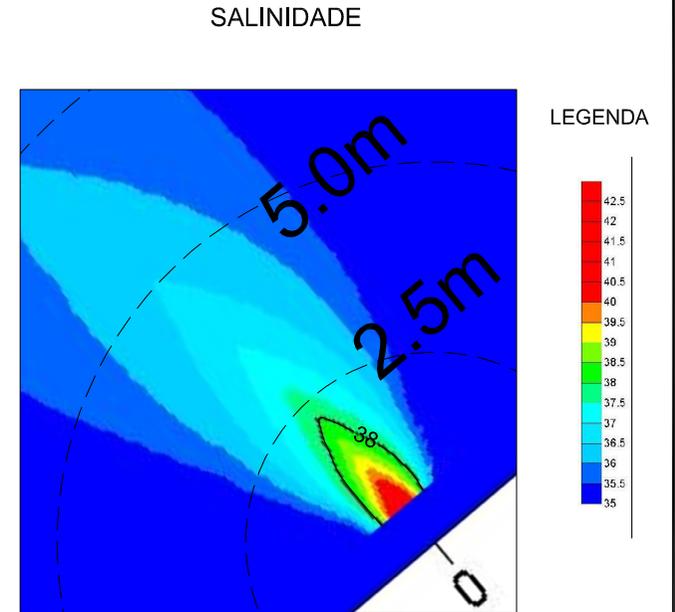
- No corpo receptor (condições mais desfavoráveis à dispersão da pluma):
 - Salinidade (35,1%);
 - Direção e sentido das correntes: paralela á ponte em direção à Praia (230° sentido nordeste-sudoeste)
 - Velocidade das correntes igual a mínima observada nas campanhas de medição, $V = 0,01 \text{ m/s}$
 - Temperatura (29° C)
- No efluente
 - Saliniadade (58,4%);
 - Temperatura: 29° C;
 - Vazão: 7,5 l/s;
 - Velocidade: 1,7 m/s;
 - Direção e sentido do lançamento: perpendicular à corrente e à ponte do cais (320°, no sentido de sudeste para noroeste)

3.14 - APLICAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados do simulação da dispersão da pluma de concentrado salino encontram-se apresentadas de forma ilustrativa e sintética na Figura 3.22 a seguir.



DETALHE 1 ESC.: 1/500



DETALHE 2 ESC.: 1/100

RESUMO DA SIMULAÇÃO DA DISPERSÃO					
Dist (m)	Diluição (1/x)	Salinidade (‰)	Temperatura (°C)	Prof. da Pluma (m)	Largura da Pluma (m)
0.55	6	43.3	29.0	0.21	0.5
0.84	7	41.5	29.0	0.26	0.7
1.96	13	38.4	29.0	0.45	1.4
2.71	17	37.6	29.0	0.58	1.9
3.83	24	36.9	29.0	0.77	2.6
4.97	30	36.5	29.0	0.97	3.2
5.71	34	36.4	29.0	1.09	3.6
6.84	40	36.2	29.0	1.28	4.3
7.96	46	36.0	29.0	1.46	4.9
8.71	50	35.9	29.0	1.58	5.3
9.83	56	35.8	29.0	1.75	5.9
10.97	62	35.7	29.0	1.92	6.5
11.71	66	35.7	29.0	2.03	6.8
12.84	72	35.6	29.0	2.19	7.4
13.96	78	35.6	29.0	2.34	7.9
14.71	81	35.6	29.0	2.44	8.2
15.83	87	35.5	29.0	2.58	8.7
16.96	93	35.5	29.0	2.72	9.1
17.71	97	35.5	29.0	2.8	9.4
18.83	102	35.5	29.0	2.93	9.9
19.96	108	35.4	29.0	3.06	10.3
20.71	111	35.4	29.0	3.13	10.6
21.83	117	35.4	29.0	3.25	11.0
22.97	122	35.4	29.0	3.36	11.3

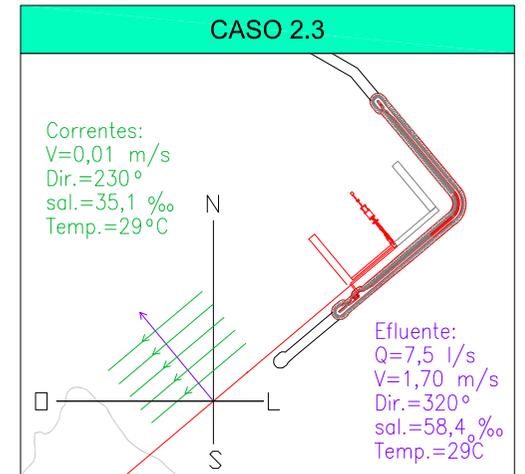
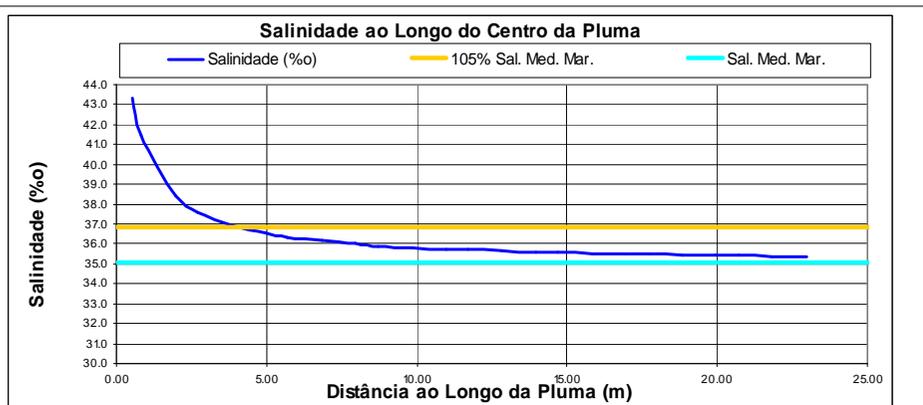


FIGURA 3.22

SIMULAÇÃO DA DISPERSÃO DA PLUMA DE EFLUENTE NA SITUAÇÃO MAIS DESFAVORÁVEL, CORRESPONDE À VELOCIDADE MÍNIMA NA DIREÇÃO PERPENDICULAR À PRAIA



3.15 - CONCLUSÕES

Em relação à diluição instantânea, no ponto de lançamento ou campo próximo, estima-se, no caso mais desfavorável, que a mesma é da ordem de 6 vezes a uma distância de cerca de 0,6 m a partir do ponto de lançamento, suficiente para conferir a pluma, na sua região de maior concentração de efluente, uma salinidade de 43,3 ‰ (23% maior que a média do mar na região).

Afastando-se do ponto de lançamento a uma distância de 2,0 m a salinidade no centro da pluma chega a ser apenas 10% maior que a do mar, valor este dentro do intervalo de variação natural da salinidade do mar, de acordo com as medições efetuadas na região. A uma distância de 10,0 m do ponto de lançamento a diferença de salinidade é praticamente nula.

Os resultados permitem concluir que, do ponto de vista de diluição na situação mais crítica, que se verifica com pequena velocidade de corrente, o aumento de salinidade no mar fica restrita à uma região extremamente pequena, sendo praticamente imperceptível.

Pode-se ainda afirmar que a reduzida dimensão da zona influenciada pelo lançamento confere ao parâmetro direção das correntes uma importância secundária, haja vista que, independentemente da direção em que a pluma se espalhe a mesma não chega, em nenhuma hipótese, a impactar qualquer região mais importante como o porto ou a praia.

Conforme citado anteriormente, as características do efluente a ser lançado pelo emissário em questão apresentam baixíssima carga poluidora, visto que não introduz no ambiente receptor nenhum tipo de substância perigosa ou contaminação, interferindo apenas sobre as características halinas da superfície do mesmo. Conforme se observou pela simulação matemática da dispersão da pluma de efluente, essa interferência fica restrita a uma região extremamente pequena e próxima ao local de lançamento, não alcançando nem o porto nem a praia. Dessa forma conclui-se que o projeto do emissário

é seguro, sob o ponto de vista de impacto ao corpo receptor onde não deverá ser notada praticamente nenhuma alteração de suas características naturais.

3.16 - CRONOGRAMA E CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

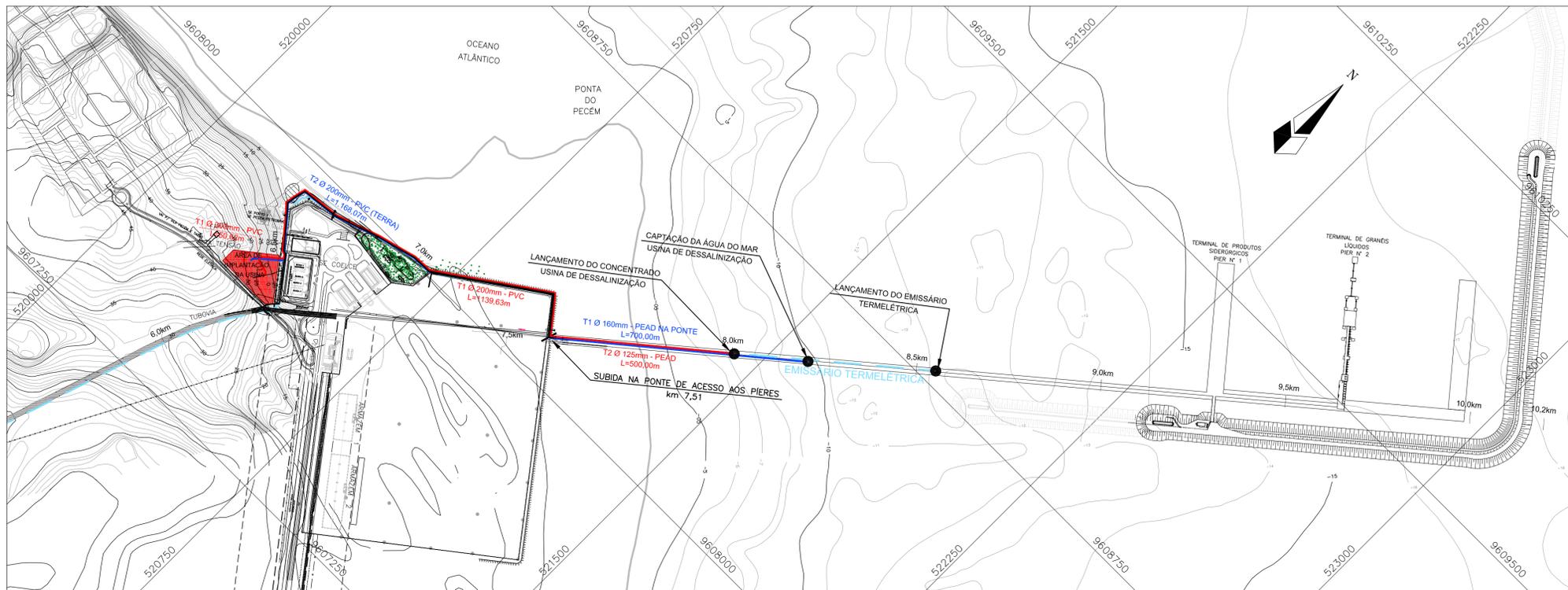
As obras pertinentes à construção da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém foram orçadas em R\$ 3.961.379,26, conforme pode ser observado no Quadro 3.38.

Quadro 3.38 – Custos de Implantação da Usina

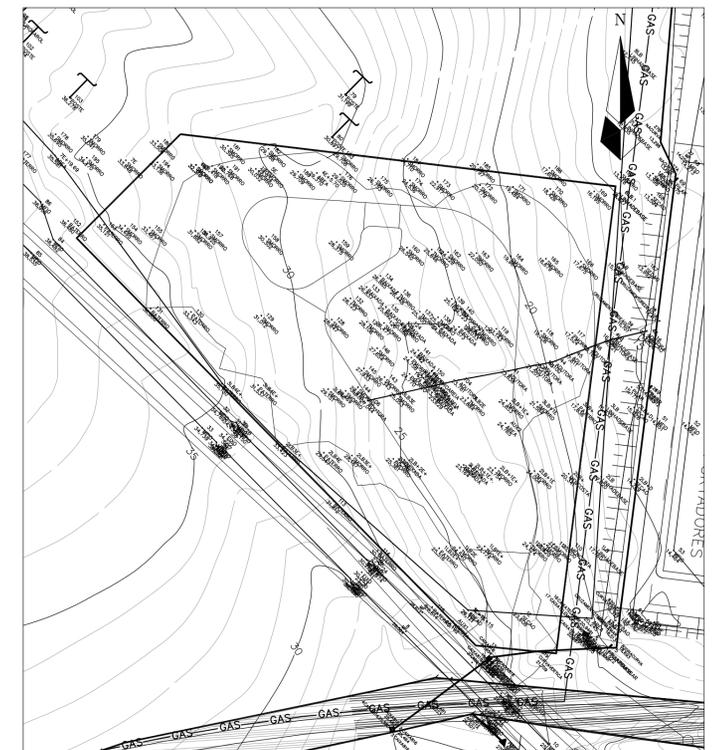
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TOTAL (R\$)
01	INSTALAÇÃO DA OBRA	33.696,96
04	USINA DE DESSALINIZAÇÃO - SERVIÇOS	883.097,60
03	USINA DE DESSALINIZAÇÃO - MATERIAIS	15.184,06
06	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA SALGADA EE-AS - SERVIÇOS	26.548,19
07	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA SALGADA EE-AS - MATERIAIS	294.124,26
08	ADUTORA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SALGADA AD-AS- SERVIÇOS	127.397,39
07	ADUTORA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SALGADA AD-AS - MATERIAIS	177.001,50
08	RESERVATÓRIO DE ÁGUA SALGADA (100 m³) - SERVIÇOS	57.368,52
09	RESERVATÓRIO DE ÁGUA SALGADA (100 m³) - MATERIAIS	32.400,70
10	SISTEMA DE OSMOSE REVERSA - SERVIÇOS	124.040,00
11	SISTEMA DE OSMOSE REVERSA - MATERIAIS	1.571.328,00
12	RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA (400 m³) - SERVIÇOS	135.904,53
13	RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA (400 m³) - MATERIAIS	9.761,66
14	EMISSÁRIO DO CONCENTRADO - SERVIÇOS	56.684,15
15	EMISSÁRIO DO CONCENTRADO - MATERIAIS	159.862,94
16	PROJETO ELÉTRICO - SERVIÇOS	129.017,18
17	PROJETO ELÉTRICO - MATERIAIS	127.961,61
TOTAL GERAL		3.961.379,26

Fonte: COGERH, Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP. Fortaleza, VBA, 2006.

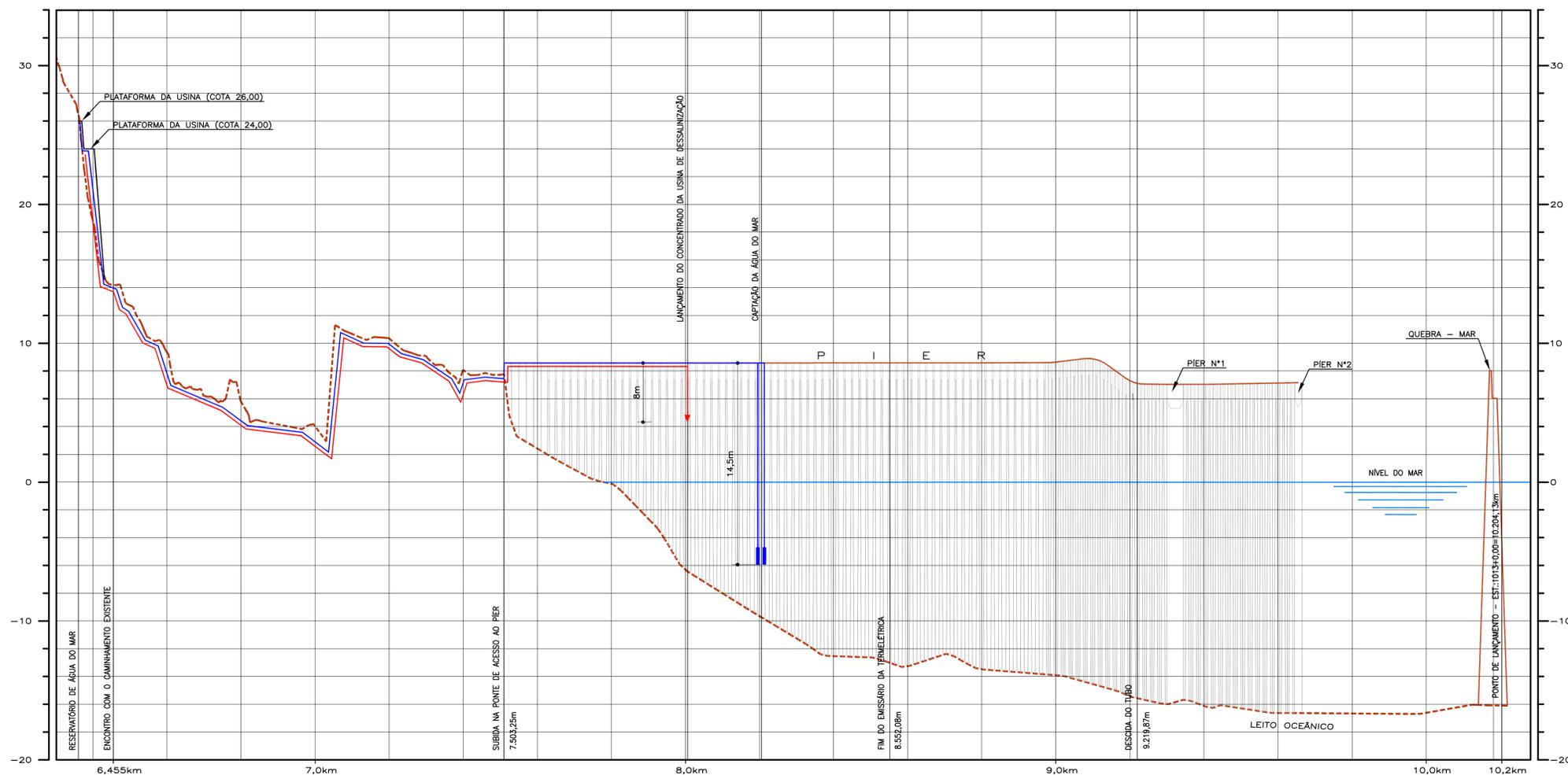
O cronograma de implantação das obras Usina de Dessalinização do Pecém foi elaborado com o objetivo de orientar a Empreiteira quanto à seqüência de execução de cada serviço, tendo sido previsto um prazo de seis meses para a construção da usina (Quadro 3.39, a ser elaborado).



PLANTA DE LOCAÇÃO
ESCALA: 1/7.500



TOPOGRAFIA DO TERRENO DA ÁREA DE INDÚSTRIA
ESCALA: 1/1.000



PERFIL DA CAPTAÇÃO E EMISSÁRIO
ESCALA H: 1/7.500
V: 1/200

	SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
		ESTUDOS NECESSÁRIOS PARA INSTALAÇÃO DE USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM PROJETO BÁSICO
Escala: INDICADA	Data: OUTUBRO/2006	Prancha:
		Contrato:



4 – ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

4 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

4.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

A área de influência direta do Projeto da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém encontra-se inclusa no território do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, mais especificamente na região do seu Terminal Portuário, correspondendo:

- Aos locais onde serão implementadas as obras de engenharia, as quais ocupam além do terreno situado vizinho ao Terminal Portuário, onde serão construídos o reservatório de água salgada e as edificações que abrigarão os equipamentos da usina (sistemas de pré-tratamento, dessalinização/recuperação de energia, flushing automático, controle/instrumentação e pós-tratamento), a área que contorna o pátio e o píer do Terminal Portuário, em cuja ponte de acesso será ancorada a captação de água salgada e por onde se desenvolverão as tubulações das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura);
- A área da captação de água salgada, posicionada a 700 m da linha da costa e a 600 m a montante do ponto de lançamento do emissário da Termelétrica do Pecém, estando totalmente inclusa em área privativa do porto, onde o acesso é restrito;
- A área de entorno do ponto de lançamento do concentrado (salmoura) no corpo receptor, onde se verifica a diluição/dispersão da pluma, a qual encontra-se situada à cerca de 500 m da linha da costa, estando totalmente inclusa em área privativa do porto, onde o acesso é restrito;
- A área do canteiro de obras e da jazida de empréstimo, estando apenas esta última situada fora da área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. A área da jazida deverá ter sua localização definida apenas próximo ao início da implantação das obras de engenharia, razão pela qual não foi aqui indicada a sua localização;

- Os sistemas de abastecimento d'água da Vila do Pecém e do Terminal Portuário, que serão interligados a usina de dessalinização, já que passarão a ter como fonte hídrica a água do mar aí dessalinizada.

Assim sendo, a área de influência direta do empreendimento encontra-se delimitada entre as coordenadas 520275 E, 9607750 N e 520475 E, 9607625 N.

4.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

A área de influência indireta encontra-se representada pelos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, os quais abrigam o Complexo Industrial/Portuário do Pecém, onde será implantada a usina de dessalinização, e cujo Terminal Portuário será contemplado com o fornecimento regularizado de água de excelente qualidade, sendo este suprimento hídrico garantido mesmo nos períodos de estiagens prolongadas.

O Complexo Industrial/Portuário do Pecém encontra-se em fase de implantação, devendo num futuro próximo abrigar um pólo petroquímico e outro metal-mecânico, tendo como indústrias âncoras a siderúrgica e a refinaria de petróleo, sendo apontado como futuro dinamizador da economia da região, dado o seu efeito multiplicador.

A área de influência indireta engloba, ainda, além da plataforma marítima na área de influência do ponto de lançamento do concentrado em alto mar, a localidade litorânea de Vila do Pecém, que também será contemplada com suprimento hídrico seguro a partir da usina de dessalinização, atendendo, no ano 2027, uma população de 6.142 habitantes.



5 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5.1 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ABIÓTICO

5.1.1 - AMBIENTE TERRESTRE

5.1.1.1 - Aspectos Geológicos

O Complexo Industrial/Portuário do Pecém encontra-se assente predominantemente sobre o embasamento cristalino (Complexo Gnáissico-Migmatítico) e sobre os sedimentos areno-argilosos pertencentes ao Grupo Barreiras. Próximo ao litoral observa-se a presença de Paleodunas, Dunas Móveis e Depósitos de Praia.

As edificações que abrigarão os equipamentos da Usina de Dessalinização (sistemas de pré-tratamento, dessalinização/recuperação de energia, flushing automático, controle/instrumentação e pós-tratamento) encontram-se integralmente assente sobre sedimentos dunares móveis. As adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) se desenvolvem contornando o pátio do Terminal Portuário, estando posicionadas no domínio dos sedimentos dunares e de depósitos de praia, em cerca de 63,0% e 70,0% dos seus traçados, respectivamente. No restante do traçado as duas adutoras se desenvolvem sobre a ponte de acesso ao píer do Terminal Portuário (Figura 5.1). O sistema de captação da água salgada, por sua vez, será ancorado num dos pilares da ponte de acesso ao píer.

As Dunas Móveis são formadas a partir da acumulação de sedimentos removidos da face de praia pela deflação eólica. Formam um cordão contínuo disposto paralelo à linha da costa, com largura variando de 2 a 3 km e espessuras em torno de 30 m. Na região do estudo apresentam-se seccionadas em alguns pontos pelas planícies fluviais e flúvio-marinhas, ou ainda pela projeção até o mar de promontórios formados por quartzitos/gnaisses (Ponta do Pecém).

9.612.000

519.500

524.500



OCEANO ATLÂNTICO

ÁREA DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO

LANÇAMENTO DO EMISSÁRIO TERMELÉTRICA

CAPTAÇÃO DA ÁGUA DO MAR USINA DE DESSALINIZAÇÃO

LANÇAMENTO DO CONCENTRADO USINA DE DESSALINIZAÇÃO

COLÔNIA DO PECÉM

Guaribas

PORTO DO PECÉM

PECÉM

LAGOA DO PECÉM

ETE (Tipo Lagoa de Estabilização A Implantar)

ESTAÇÃO ECOLÓGICA 1
ESTAÇÃO ECOLÓGICA 2

Qpd

Qd

ÁREA DA SIDERÚRGICA

LEGENDA:

Quaternário	Qa	Aluviões: Areia fina e grossa, cascalho e argilas.
	Qd	Dunas-Móveis: Areia de praia não consolidada, cinza claro e avermelhada.
	Qpd	Dunas Fixas (Paleodunas): Areia de praia pouco consolidada e fixada por cobertura vegetal.
Terciário / Quaternário	TQb	Grupo Barreiras Indiviso: Sedimentos areno-argilosos e arenitos avermelhados e níveis caulínicos.
Pré-cambriano / Indiferenciado	pEgn-mg	Complexo Gnáissico-Migmatítico: Migmatitos e gnaisses variados.
	pEgr-mg	Complexo Granitóide: Migmatitos e granitóides.

Contato Litológico	Ocorrência Mineral (Diatomito)
Alitude da Foliação	Síntome com Calçamento
Traços de Foliação	

CONVENÇÕES:

	Limite Municipal
	Gasoduto
	Rede Ferroviária
	Rodovias
	Açudes e Lagoas
	Cursos d'Água

FONTE: BRAGA et alii, Geologia da Região Nordeste do Estado do Ceará - Projeto Fortaleza, Brasília, DNPM/CPRM, 1981.123p. BRANDÃO, R.L., Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza, Texto Explicativo Fortaleza, CPRM, 1995.34p.



Figura 5.1
MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL / PORTUÁRIO DO PECÉM

SEM ESCALA

Litologicamente são constituídas por areias esbranquiçadas, bem selecionadas, de granulação fina a média, quartzosas, com grãos de quartzo foscos e arredondados, muitas vezes encerrando níveis de minerais pesados, principalmente ilmenita. Caracterizam-se pela ausência de vegetação ou pela fixação de um revestimento pioneiro, o qual detém ou atenua os efeitos da dinâmica eólica, responsável pela migração das dunas.

Quanto ao aspecto geo-econômico, na área englobada pelo empreendimento ocorrem materiais granulares usados principalmente na construção civil. Ressalta-se que, não existem requerimentos de licenças para a exploração de recursos minerais na área englobada pelas obras da Usina de Dessalinização, já que a referida área é integrante do Complexo Industrial/Portuário do Pecém.

5.1.1.2 - Aspectos Geomorfológicos

Com relação a geomorfologia, a área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém encontra-se assente predominantemente sobre a Depressão Sertaneja na área de domínio do embasamento cristalino e sobre os tabuleiros litorâneos do Grupo Barreiras. Próximo ao litoral observa-se a presença da Planície Litorânea composta pelos campos de paleodunas e de dunas móveis, além dos Depósitos de Praia.

As edificações da Usina de Dessalinização e parte significativa dos traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) estão assentes sobre a Planície Litorânea, que se encontra representada na área do empreendimento pelos campos de dunas móveis e depósitos de praia.

Os campos de Dunas Móveis formam cordões quase contínuos que acompanham paralelamente a linha da costa. Fora da área de influência do empreendimento o campos de dunas é interceptado pela planície fluvio-marinha do rio Gereraú/riacho Guaribas, e ainda por um promontório constituído por litologias mais resistentes (Ponta do Pecém).

Morfologicamente as Dunas Móveis apresentam feições de barcanas, com declives suaves a barlavento e inclinações acentuadas nas encostas protegidas da ação eólica. Geometrias lineares também são identificadas para esses depósitos. A drenagem tem o fluxo dificultado, divagando através de canais sinuosos, sendo ocasionalmente obstruída formando lagoas à retaguarda das dunas.

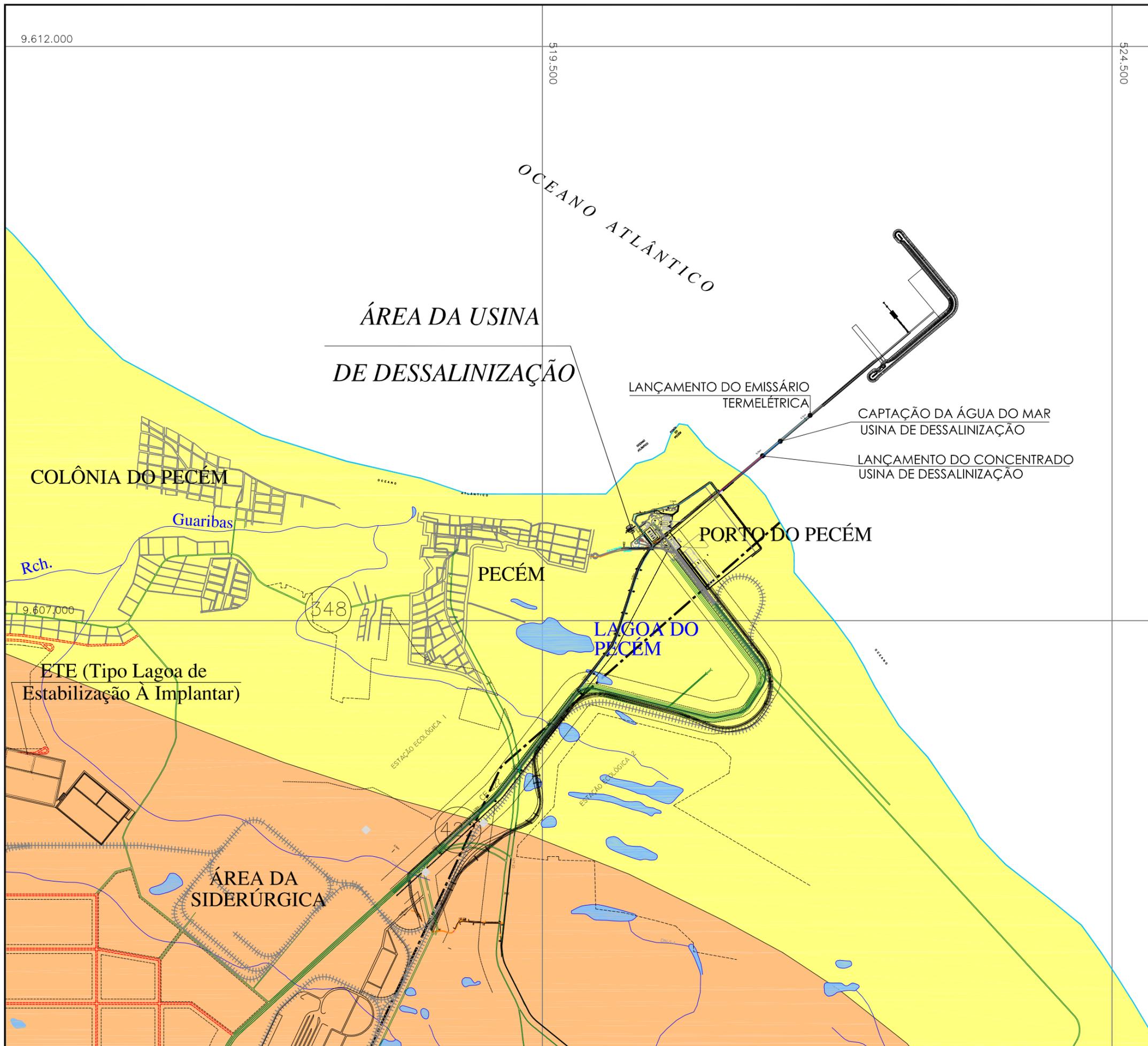
Na área da Usina de Dessalinização o relevo apresenta-se ondulado, com cotas de nível variando entre 15 e 39 m, o que irá exigir movimento de terra, para seu melhor aproveitamento. Já o terreno onde se desenvolverá as adutoras de água salgada e de disposição do concentrado apresenta cotas entre 4 e 16 m entre o terreno da Usina de Dessalinização e a faixa de praia, passando então a se desenvolverem num relevo praticamente plano.

Quanto às planícies fluviais, na região estudada destaca-se apenas a do rio Gereraú, como a mais significativa, não sendo este curso d'água nem seus tributários interceptados pelo traçado das adutoras de água tratada e de disposição do concentrado. Ressalta-se, no entanto, que no trecho onde as duas adutoras contornam o pátio do Terminal Portuário, estas margeiam uma pequena lagoa intermitente, que se forma no pé da duna.

5.1.1.3 - Solos

Predominam na região do Complexo Industrial/Portuário do Pecém solos do tipo Podzólicos Vermelho Amarelo e Planossolos Solódicos associados ao domínio do embasamento cristalino, e Podzólicos Acinzentados vinculados à área de domínio do Grupo Barreiras. Com menor representatividade aparecem próximo ao litoral, as Areias Quartzosas Marinhas.

A área da Usina de Dessalinização e o traçado das adutoras de água salgada e de disposição do concentração (salmoura) estão posicionados sobre solos do tipo Areias Quartzosas Marinhas, que estão vinculados ao domínio dos campos de dunas e dos depósitos de praia (Figura 5.2).



LEGENDA:

SOLOS	UNIDADE AMBIENTAL	CARACTERÍSTICAS DOMINANTES	LIMITAÇÕES DE USO
AMd Areias Quartzosas Marinhas	Planície litorânea: faixa de praia e campo de dunas.	Solos profundos, drenados e com sedimentos de origem continental e marinha.	Baixa fertilidade natural (ácido).
AQd Areias Quartzosas Distróficas	Glacis pré-litorâneos: tabuleiros.	Solos profundos bem drenados.	Baixa fertilidade natural, textura muito arenosa e acidez forte a moderada.
Ae Solos Aluviais (não mapeável na escala da planta)	Planícies fluviais	Solos profundos, mal drenados, textura indiscriminada e fertilidade natural alta.	Drenagem imperfeita. Encharcamento, salinização.
SK2 Solochak Solonético	Planícies fluviais e flúvio-marinhas.	Solos holomórficos, próximo às embocaduras fluviais.	Alta salinidade, drenagem imperfeita e excesso de água na estação chuvosa.
SS4 Solonetz Solodizada	Planícies fluviais e flúvio-lacustre; depressão sertaneja.	Solos rasos a medianamente profundos, mal drenados, textura indiscriminada e sérios problemas com salinização.	Deficiência ou excesso de água. Elevados teores de sódio e susceptibilidade à erosão.
PVd7 Podzólio Acinzentado Distrófico	Glacis pré-litorâneos: tabuleiros.	Seqüência A, Bt, C de horizonte de horizonte, geralmente profundos e medianamente drenados.	Pouco ácido, alta saturação de bases trocáveis e média a alta fertilidade natural.
PVd8 Podzólio Vermelho-Amarelo Abrupto Plílico	Depressão sertaneja	Solos moderadamente profundos, com cores variegadas e drenagem imperfeita.	Acidez, baixa fertilidade natural.
PLS5 Planossolo Solódico	Depressão sertaneja: pedimentos conservados em topografia plana	Solos raros, mal drenados, textura indiscriminada, fertilidade média com problemas de sais.	Pequena espessura, drenagem imperfeita, encharcamento e susceptibilidade à erosão.

CONVENÇÕES:

	Limite Municipal
	Gasoduto
	Rede Ferroviária
	Rodovias
	Açudes e Lagoos
	Cursos d'Água

FONTES:
 SEARA - Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária - Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará, 1982.
 PROJETO RADAM - Levantamento de Recursos Naturais, 1973.
 MA/DNPEA-SUDENE/DRN - Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solo do Estado do Ceará, 1973.
 SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos - Programa Estadual de Irrigação, 1988.



Figura 5.2
 MAPA DE SOLOS DA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL / PORTUÁRIO DO PECÉM

As Areias Quarzosas Marinhas são solos distróficos, de fertilidade muito baixa, textura arenosa, ácidos, profundos a muito profundos e excessivamente drenados. Em geral, o horizonte A é fracamente desenvolvido, de textura arenosa e coloração cinza-escuro a muito escuro. Como a área onde será implantado o empreendimento se localiza próximo ao mar, onde a ação dos ventos é mais intensa, este horizonte pode estar ausente. O horizonte C com características semelhantes ao A, exibe coloração mais clara, geralmente cinza-clara a bruno-amarelada. São solos que apresentam, sob vários aspectos, limitações fortes ou muito fortes ao uso agrícola.

5.1.1.4 - Uso e Ocupação do Solo

O Projeto da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Pecém encontra-se integralmente incluso no território do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, uma área com características de zona industrial. O referido complexo industrial foi objeto de um zoneamento planejado, no qual foi prevista a implantação de toda uma infraestrutura básica necessária ao seu funcionamento, inclusive na área de saneamento básico. Contemplou, também, a destinação das paleodunas existente no seu território a criação de duas unidades de conservação, a APA – Área de Proteção Ambiental do Pecém e a Estação Ecológica do Pecém, as quais constituem zonas de preservação.

Com relação ao uso atual dos solos, a área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém apresenta sua cobertura vegetal composta, principalmente, pela caatinga e pela mata de tabuleiros, ambas apresentando feições de mata baixa. Uma grande área com solos desnudos é observada as margens da CE-422, correspondendo ao local onde está sendo implantada a siderúrgica.

Os campos de dunas móveis apresentam em geral seus solos desnudos, sendo observada, ainda, a presença de áreas com vegetação pioneira. Ressalta-se que as paleodunas existentes na região integram áreas de unidades de conservação, anteriormente mencionadas.

Na área industrial encontra-se já implantado um pequeno número de indústrias, com destaque para Jota-dois (pré-moldados), Wobben Windpower Enercon Pecém (aerogeradores), Termelétrica MPX e CGTF – Central Geradora Termelétrica Fortaleza, e na faixa litorânea tem-se as instalações do Terminal Portuário. O tráfego de veículos na via de acesso ao CIPP apresenta-se pouco significativo, estando representado apenas por caminhões que demandam a área do porto ou pelos automóveis dos funcionários das indústrias aí instaladas.

Quanto as áreas destinadas a implantação das obras do projeto ora em análise, o terreno da Usina de Dessalinização, situado vizinho à área do Terminal Portuário, encontra-se posicionado sobre Dunas Móveis, se caracterizando pela ausência de vegetação, apresentando o solo desnudo (Figura 5.3). Não conta com edificações nem qualquer outro tipo de infra-estrutura em sua área, sendo margeado ao sul pela estrada de terra que interliga o Terminal Portuário a Vila do Pecém. A leste o referido terreno é margeado pelas tubulações do gasoduto, que atende a área do Terminal Portuário.

As adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura), no trecho em que contornam o pátio do Terminal Portuário, se desenvolverão na quase totalidade de seus traçados sobre solo desnudo. Apenas numa pequena parte dos seus traçados estas irão margear o coqueiral existente no terreno do balneário dos funcionários do Terminal Portuário, podendo atingir o capeamento gramíneo e alguns exemplares de coqueiros aí existentes.

Não foram constatadas interferências dos traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) com atividades econômicas, nem tão pouco com edificações. Ressalta-se que, as áreas das obras já são de propriedade do Governo do Estado, não se fazendo necessário o estabelecimento de processo desapropriatório, nem tão pouco de relocação de população.



Figura 5.3 – Levantamento Aerofotográfico do Terreno da Usina de Dessalinização e do Caminhamento das Tubulações das Adutoras de Água Salga e de Disposição do Concentrado (Uso e Ocupação do Solo)

Quanto a interferências com infra-estruturas de uso público, os traçados das duas adutoras, que se desenvolvem paralelas, irão interceptar as tubulações do gasoduto em dois pontos: i) a 53 metros da caixa de passagem onde se inicia a adutora do concentrado; ii) a 133,3 metros da mesma caixa de passagem. As travessias, nos dois casos, serão efetuadas por método não destrutivo. No restante do traçado as duas adutoras passam a se desenvolver sobre a ponte de acesso ao píer, ancoradas na tubulação do emissário da UTE-Fortaleza.

Os núcleos urbanos presentes na região estão representados pela Vila do Pecém, localizada a noroeste da área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Na Vila do Pecém observa-se o desenvolvimento de atividades turísticas e de recreação e lazer, com a presença de barracas de praia. Esta localidade de veraneio apesar de integrar a Zona Turística II do PRODETUR/NE, vem segundo relato dos moradores apresentando nos últimos anos um recrudescimento da atividade turística, o que é atribuído por estes a presenças dos gabiões implantados na faixa de praia para conter o acelerado processo de erosão marinha, que anteriormente assolava esta parte do litoral. Observa-se, também, o desenvolvimento da pesca marítima, com o referido núcleo urbano contando com uma colônia de pescadores. A pesca é efetuada em alto mar, em área distante da zona portuária, onde o acesso é permitido apenas à navegação comercial.

5.1.1.5 - Clima

Segundo a classificação de Köppen, a região possui um clima do tipo Aw'-tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no verão e outono. De acordo com Gaussen, o clima local é 4 bTh, termoxeroquimênico médio tropical quente, com período de estiagem durando de 5 a 6 meses. Para caracterização do clima da área em estudo, optou-se pela adoção dos dados provenientes da estação hidroclimatológica de Fortaleza.

O regime pluviométrico da região é caracterizado pela heterogeneidade temporal, verificando-se uma concentração da precipitação no primeiro semestre do

ano, e uma variação em anos alternados de seus totais. Geralmente, a estação chuvosa tem início no mês de janeiro e se prolonga até junho. O trimestre mais chuvoso é o de março/maio, respondendo por 55,6% da precipitação anual. No semestre janeiro/junho este índice atinge 86,4%. A pluviometria média anual é de 1.642,3 mm.

A temperatura média anual oscila de 25,7° C a 27,3° C. Os meses de novembro, dezembro e janeiro apresentam as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de junho e julho. Devido à proximidade da linha do Equador, a oscilação térmica anual não ultrapassa a 2° C. A média das temperaturas máximas é de 29,9° C, enquanto que a média das mínimas atinge 23,5° C.

A umidade relativa do ar apresenta seus maiores valores no trimestre mais úmido, quando ultrapassa 84,0%. Já no período de estiagem, as taxas decrescem, atingindo valores em torno de 75,0%. Em termos médios, a umidade relativa do ar anual atinge 78,3%.

A insolação média anual gira em torno de 2.694 horas, o que corresponderia em tese a aproximadamente 62,0% dos dias do ano, com luz solar direta. Nos meses mais chuvosos os valores caem para uma faixa em torno de 6,0 horas/dia, enquanto que no auge do período de estiagem podem se elevar até 8,0 horas/dia.

A nebulosidade, definida como as décimas partes encobertas do céu, apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos chegando a atingir 7,0 décimos. No período de estiagem, os valores oscilam entre 4,0 e 5,0 décimos. A nebulosidade média anual é de 5,3 décimos.

Os ventos apresentam como direção predominante leste. Durante o verão/outono, a interferência da Convergência Intertropical (CIT) proporciona o início da estação chuvosa, resultando numa modificação brusca na direção dos ventos que convergem para sudeste. As maiores velocidades ocorrem no período de estiagem, quando os valores médios situam-se entre 3,5 e 4,9 m/s, enquanto que no

primeiro semestre do ano, antes do início da época das chuvas mais abundantes, as velocidades reduzem-se bastante, atingindo no mês de abril 2,3 m/s. A velocidade média anual dos ventos é de 3,6 m/s.

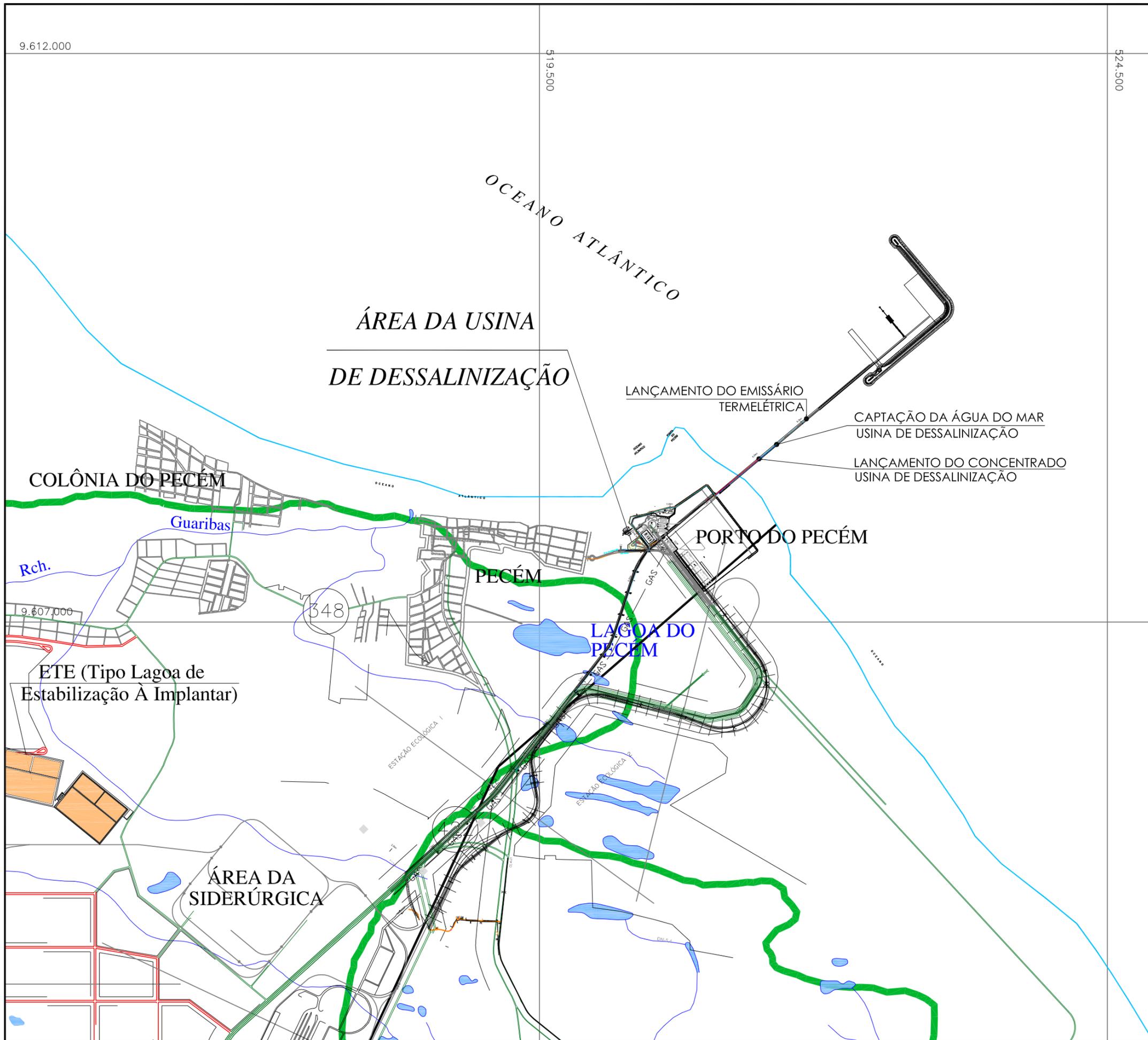
A evaporação média anual é da ordem de 1.469,2 mm, com o período de estiagem (julho/dezembro) respondendo por 63,6% do total anual, apresentando no mês de ápice taxa em torno de 5,8 mm/dia. Enquanto que a evapotranspiração média anual é de 1.647,4 mm, com variações mensais entre 120,8 mm (junho) e 157,5 mm (dezembro).

O balanço hídrico sazonal, segundo o método de Thornthwaite & Mather, revela que a deficiência hídrica tem início no mês de julho prolongando-se até janeiro, com índices situados entre 600 e 750 mm anuais. No trimestre úmido, observam-se excedentes hídricos, geralmente inferiores a 100 mm, apresentando o litoral de Fortaleza índices próximos a 400 mm.

5.1.1.6 - Recursos Hídricos Superficiais

Os setores industriais integrantes da área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém encontram-se assentes nos territórios das bacias hidrográficas dos rios Cauhipe e Gereraú, enquanto que a área do Terminal Portuário está posicionada numa Faixa Litorânea de Escoamento Difuso – FLED. Assim sendo, o terreno da Usina de Dessalinização e os traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura), também, estão posicionados na referida faixa FLED (Figura 5.4). Nesta se constata apenas a presença de uma pequena lagoa, de caráter intermitente, nas imediações do pátio do Terminal Portuário.

Tendo em vista, que as obras do empreendimento ora em análise não interceptarão os territórios das bacias do Cauhipe e do Gereraú, nem tão pouco causarão impactos sobre seus recursos hídricos, optamos por apresentar apenas uma descrição sucinta desta última bacia, que abriga em seu território a lagoa do Pecém, atual fonte hídrica do sistema de abastecimento d'água da Vila do Pecém.



CONVENÇÕES:

	Limite Municipal
	Gasoduto
	Rede Ferroviária
	Rodovias
	Açudes e Lagoas
	Cursos d'Água

LANÇAMENTO DO EMISSÁRIO TERMELÉTRICA
 CAPTAÇÃO DA ÁGUA DO MAR USINA DE DESSALINIZAÇÃO
 LANÇAMENTO DO CONCENTRADO USINA DE DESSALINIZAÇÃO



Figura 5.4
 MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL / PORTUÁRIO DO PECÉM

SEM ESCALA

A Bacia do Gereraú está restrita à zona costeira, não apresentando importância hidrológica, não sendo expressiva em termos regionais. Apresentando uma configuração espacial retangular, que não favorece a formação de picos de cheia, a bacia do rio Gereraú drena uma área de 120,2 km², se desenvolvendo no sentido sul-nordeste ao longo de 20,0 km, apresentando índice de compacidade de 1,46 e fator de forma de 0,30 .

Composta por cursos d'água de caráter intermitente, que fluem somente durante a época das chuvas, a Bacia do Gereraú apresenta fluviometria perene apenas no trecho do rio Gereraú/riacho das Guaribas que sofre a penetração das marés, formando um estuário composto por vegetação de mangue. Ocorrem na região de alto/médio curso inúmeras lagoas, com destaque para o Lagamar do Gereraú e para as lagoas das Bolsas e Acende Candeia por apresentarem caráter perene, enquanto que entre as lagoas intermitentes merecem menção às lagoas dos Patos, do Tucum, do Eganambi, Pedro Lopes e Andreza. Na região litorânea merece destaque a lagoa do Pecém, de caráter perene, que atualmente serve de fonte hídrica para o sistema de abastecimento d'água da Vila do Pecém e num futuro próximo para o canteiro de obras da Siderúrgica.

Quanto a qualidade físico-química e bacteriológica da água da lagoa do Pecém, de acordo com análise da amostra coletada, em meados de maio de 2006, pela CAGECE, no ponto de captação d'água para suprimento do sistema de abastecimento de água da Vila do Pecém, a lagoa do Pecém não apresenta problemas de potabilidade para a maioria dos parâmetros, segundo as normas da Resolução CONAMA nº 357/05 e da Portaria no 518/04 do Ministério da Saúde, conforme pode ser visualizado nos boletins de análise físico-química e bacteriológica no 2876 - A/06/UN-BCL e no 2966 - A/06/UN-BC, apresentados nos Anexos.

Com relação às concentrações de cloretos e a dureza total, estas se apresentaram bem abaixo do limite máximo aceitável, que é de 250,0 mg/ml e 500,0 mg/l, respectivamente, com o valor obtido atingindo 31,9 mg/l Cl - para os cloretos e 68,4 mg/l CaCO₃ para a dureza. Os índices de nitratos e nitritos parâmetros que

indicam presença de poluição recente, seja por esgotos domésticos ou por resíduos orgânicos apresentam-se dentro do padrão requerido pela legislação atingindo 1,4 mg/l e 0,6 mg/l, respectivamente. Quanto aos coliformes fecais, estes se apresentam ausentes, revelando que a lagoa do Pecém não recebe aporte de esgotos sanitários.

Quanto aos riscos de poluição por aporte de efluentes sanitários e industriais, a Bacia do Gereraú apresenta características predominantemente rurais, não contando com núcleos urbanos em seu território. Na faixa FLED, o posicionamento dos núcleos urbanos Vila do Pecém e Colônia do Pecém, sobre terrenos com permeabilidade elevada reduz os riscos de aporte de efluentes sanitários aos cursos d'água, muito embora contribua sobremaneira para a poluição do aquífero Dunas por efluentes não tratados, chegando indiretamente aos cursos d'água da região.

Ressalta-se, no entanto, que a Vila do Pecém já dispõe de um sistema de esgotamento sanitário, com coleta, tratamento e disposição adequada do efluente tratado, o que reduz o lançamento de poluentes no meio ambiente. A localidade de Colônia do Pecém, por sua vez, está inserida no Programa PRODETUR II para ser beneficiada com sistemas de abastecimento d'água e esgotamento sanitário.

A poluição industrial não existe na Bacia do Gereraú, considerando que não há indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos instaladas no seu território. Deve-se atentar, no entanto, para as indústrias que serão, num futuro próximo implantadas no Complexo Industrial/Portuário do Pecém, a exemplo dos pólos Petroquímico e Metal-mecânico, tendo como empresas âncoras à siderúrgica e a refinaria de petróleo, ambas com elevado potencial poluidor dos recursos hídricos. Mesmo estando previsto o pré-tratamento do esgoto gerado e o lançamento final em emissário submarino a 4,5 km da costa da vila do Pecém, há que se considerar a alta vulnerabilidade das bacias do Cauhipe e do Gereraú e de seus aquíferos formados por sedimentos inconsolidados de dunas e aluviões, além dos sedimentos terciários do Grupo Barreiras.

Quanto à situação da lagoa do Pecém, atual fonte hídrica do sistema de abastecimento d'água da Vila do Pecém e num futuro próximo do canteiro de obras



da siderúrgica, esta se encontra posicionada dentro da área de uma unidade de conservação, a APA do Pecém, não contando com fontes de poluição hídrica na sua bacia de contribuição. Observa-se, no entanto, o assoreamento deste manancial hídrico pelo avanço de dunas móveis, contribuindo para o futuro comprometimento da sua capacidade de acumulação.

5.1.1.7 - Recursos Hídricos Subterrâneos

As unidades aquíferas presentes na área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém encontram-se representadas principalmente pelos sistemas cristalino e Barreiras. O aquífero Dunas tem ocorrência restrita as áreas mais próximas ao litoral, apresentando-se predominante na área do Terminal Portuário. Desta forma, o terreno da Usina de Dessalinização e a maior parte dos traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) estão posicionados sobre o aquífero Dunas.

O aquífero Dunas é do tipo livre, sendo o seu aproveitamento para abastecimento humano efetuado de forma intensiva nas localidades costeiras, através da perfuração de poços tubulares rasos. Apresenta, em geral, ótimas vazões de exploração e a água é de boa qualidade físico-química, sem restrições para consumo humano.

5.1.2 - AMBIENTE MARINHO

5.1.2.1 - Generalidades

Para caracterização dos aspectos físicos do ambiente marinho da região do Terminal Portuário do Pecém foram apropriados os resultados obtidos pelos estudos oceanográficos aí desenvolvidos pela VBA Consultores, em meados de novembro de 2000, como parte integrante do Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém.

Os referidos estudos envolveram a execução de medições de correntes, de regime de onda e de marés; a batimetria do piso oceânico, medições dos níveis d'água e



da sedimentologia, bem como da salinidade da água do mar a diferentes profundidades. Apresenta-se a seguir uma síntese dos resultados obtidos por estes estudos.

5.1.2.2 - Correntes, Regime de Ondas e de Marés

As campanhas de campo efetuadas para o reconhecimento do regime de correntes atuante na área marítima do Terminal Portuário do Pecém, foram realizadas cobrindo todas as condições de mar ocorrentes nesta região. Para tanto, foram planejadas campanhas utilizando-se correntômetros, correntógrafos e flutuadores.

As medições obtidas pela referida campanha fornecem dados sobre a direção e a velocidade da corrente em cada profundidade, espaçada de 2 metros, do fundo para a superfície. Além disso, fornece informações sobre salinidade e temperatura, na mesma seqüência de camadas de água em que foram medidas a direção e a velocidade das correntes.

O regime de ondas na costa do Pecém vem sendo alvo de medição desde março/97, através de um Waverider direcional, marca Datawell. O referido ondógrafo se encontra fundeado à profundidade de 18 m, num ponto ao largo do Pecém, com coordenadas 03° 29' 31" S, 38° 59' 03" W. Os registros efetuados são repassados à terra por um sistema receptivo composto de Warep, antena e micro computador, estabelecidos na estação oceanográfica montada na Vila do Pecém.

Nos levantamentos efetuados e na interpretação dos seus registros, são utilizados como parâmetros definidores: Data/hora (data e hora do registro); T (período da onda, em segundo); D (direção de propagação da onda, em graus); H_{máx} (altura máxima da onds, em metros) e H_s (altura significativa, em metros).

Foram averiguados os registros de ondas medidos pelo Waverides direcional ao longo do Pecém, no período de março/97 a janeiro/99, tendo os dados obtidos sido analisados sob dois enfoques: análise dos registros de 3 em 3 horas e análise dos registros contínuos. No Quadro 5.1 são apresentadas de forma resumida as estatísticas primárias representativas dos dois processos utilizados na análise das ondas registradas ao longo do Pecém.

Quadro 5.1 - Comparação entre os Registros de Ondas de 3 em 3 horas com os Registros Contínuos

ONDAS MÁXIMAS				
1º classe mais frequente	$2,0 < H_{\text{máx}} \leq 2,1$	8,99%	$2,0 < H_{\text{máx}} \leq 2,1$	6,75%
2º classe mais frequente	$1,9 < H_{\text{máx}} \leq 2,0$	8,72%	$1,9 < H_{\text{máx}} \leq 2,0$	6,54%
Grupamento mais frequente de $H_{\text{máx}}$	$1,4 < H_{\text{máx}} \leq 2,9$	90,70%	$1,4 < H_{\text{máx}} \leq 3,2$	90,98%
Classe mais alta de $H_{\text{máx}}$	$4,1 < H_{\text{máx}} \leq 4,2$	0,04%	$4,6 < H_{\text{máx}} \leq 4,7$	0,03%
ONDAS SIGNIFICATIVAS				
1º classe mais frequente	$1,4 < H_s \leq 1,5$	16,17%	$1,3 < H_s \leq 1,4$	11,84%
2º classe mais frequente	$1,3 < H_s \leq 1,4$	15,34%	$1,4 < H_s \leq 1,5$	11,44%
Grupamento mais frequente de H_s	$0,9 < H_s \leq 1,9$	95,12%	$0,9 < H_s \leq 2,1$	96,32%
Classe mais alta de H_s	$2,4 < H_s \leq 2,5$	0,02%	$2,4 < H_s \leq 2,5$	0,04%
DIREÇÃO DAS ONDAS				
1º classe mais frequente	$90^\circ \leq D \leq 105^\circ$	31,87%	$105^\circ \leq D \leq 120^\circ$	35,37%
2º classe mais frequente	$30^\circ < D \leq 60^\circ$	24,59%	$30^\circ < D \leq 60^\circ$	21,19%
Grupamento mais frequente de D	$90^\circ \leq D \leq 120^\circ$	61,65%	$90^\circ \leq D \leq 120^\circ$	66,74%
Classes extremas de D	$0^\circ \leq D \leq 15^\circ$	0,30%	$0^\circ \leq D \leq 15^\circ$	0,35%
	$125^\circ \leq D \leq 135^\circ$	0,32%	$120^\circ \leq D \leq 135^\circ$	0,55%
PERÍODO DAS ONDAS				
1º classe mais frequente	$5'' \leq T \leq 6''$	30,94%	$6'' \leq T \leq 7''$	28,60%
2º classe mais frequente	$6'' \leq T \leq 7''$	23,47%	$5'' \leq T \leq 6''$	26,81%
Freqüência de curto período	$4'' \leq T \leq 10''$	79,67%	$3'' \leq T \leq 10''$	81,79%
Freqüência de longo período	$10,1'' \leq T \leq 20''$	20,19%	$10,1'' \leq T \leq 20''$	18,19%
Maior período medido	$19'' \leq T \leq 20''$	0,08%	$19'' \leq T \leq 20''$	0,05%

Fonte: CAGECE, Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Fortaleza, VBA, 2001.

No Quadro 5.2 são apresentadas às ondas máximas e respectivas ondas significativas. Observa-se que estas ondas são de curto período, abaixo de 10 segundos e encontram-se no quadrante 90° a 180° . Baseadas no conhecimento eólico regional, conclui-se que são ondas geradas próximas ao litoral pelos ventos de direção NE.

Em continuidade ao mês de dezembro/98, o mês de janeiro/99 caracteriza-se por apresentar uma alta freqüência de ondas, cujas diferenças chegam a atingir até 75° , enfatizando-se os valores de freqüência para as classes $45^\circ < D < 60^\circ$, com 56,97% e $30^\circ < D < 45^\circ$, com 28,78%. Tais ondas apresentaram períodos longos, compreendidos entre $10 < T < 20$ s, com freqüência de 81,32%.

Quadro 5.2 - Maiores Ondas Ocorridas entre Março/97 e Dezembro/98

Data	Tpeak	D	Hs	Hmáx	Ano
5260138	6,60	104°	1,80	4,44	98
6230402	7,14	102°	2,30	4,68	98
9290006	7,14	111°	2,31	4,14	98
9290306	7,14	103°	2,04	4,13	98
10042238	7,14	95°	2,12	4,59	98
7090320	7,70	99°	2,11	4,03	97
7100320	7,14	100°	2,39	4,44	97
8030050	7,14	107°	2,06	4,64	97
8030450	7,14	108°	2,15	4,45	97
8200719	7,14	103°	1,88	4,05	97
8221649	5,90	114°	1,87	4,36	97
8221819	6,60	101°	1,92	4,29	97
8270314	6,60	106°	2,03	4,29	97
8280118	7,14	101°	2,22	4,03	97
8280218	7,14	105°	2,16	4,09	97
10090151	6,25	110°	2,00	4,10	97

Fonte: CAGECE, Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Fortaleza, VBA, 2001.

5.1.2.3 - Batimetria e Cartografia

O levantamento batimétrico realizado na área de influência do empreendimento teve como objetivo o conhecimento mais detalhado do “piso oceânico”, na zona de abrangência do projeto, cuja conformação influenciará na movimentação hidráulica.

Em meados de 1995, as áreas com profundidades entre 1,0 e 17,0 m foram objeto de levantamento batimétrico realizado pela DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação. Neste mesmo ano, a área entre o nível de preamar e a isobata de 1,0 m foi objeto de medições detalhadas de perfis de praia realizadas pelo INPH – Instituto de Pesquisas Hidroviárias.

O levantamento batimétrico realizado demonstrou que a região do Pecém é fortemente dominada pela ocorrência de rochas em sua zona marítima adjacente. Além da Ponta do Pecém e de outros promontórios menores, grandes áreas submersas estão cobertas por rochas. Do lado oriental da Ponta do Pecém observa-se que as isobatas apresentam uma tendência de paralelismo, embora alguns desvios ocorram nas proximidades da isobata de 5,0 m. A oeste da Ponta do Pecém, a batimetria é bastante irregular, ocorrendo, em frente à vila, uma grande área de



rocha submersa, a qual, durante a baixa-mar, provoca a rebentação das ondas a uma distância de várias centenas de metros da costa.

A batimetria complexa, ocorrente na área marítima do Pecém, tem um efeito importante nas condições de propagação das ondas e na hidrodinâmica costeira, sendo que a ausência de areia em muitos locais irá decrescer consideravelmente o potencial do transporte litorâneo de sedimentos.

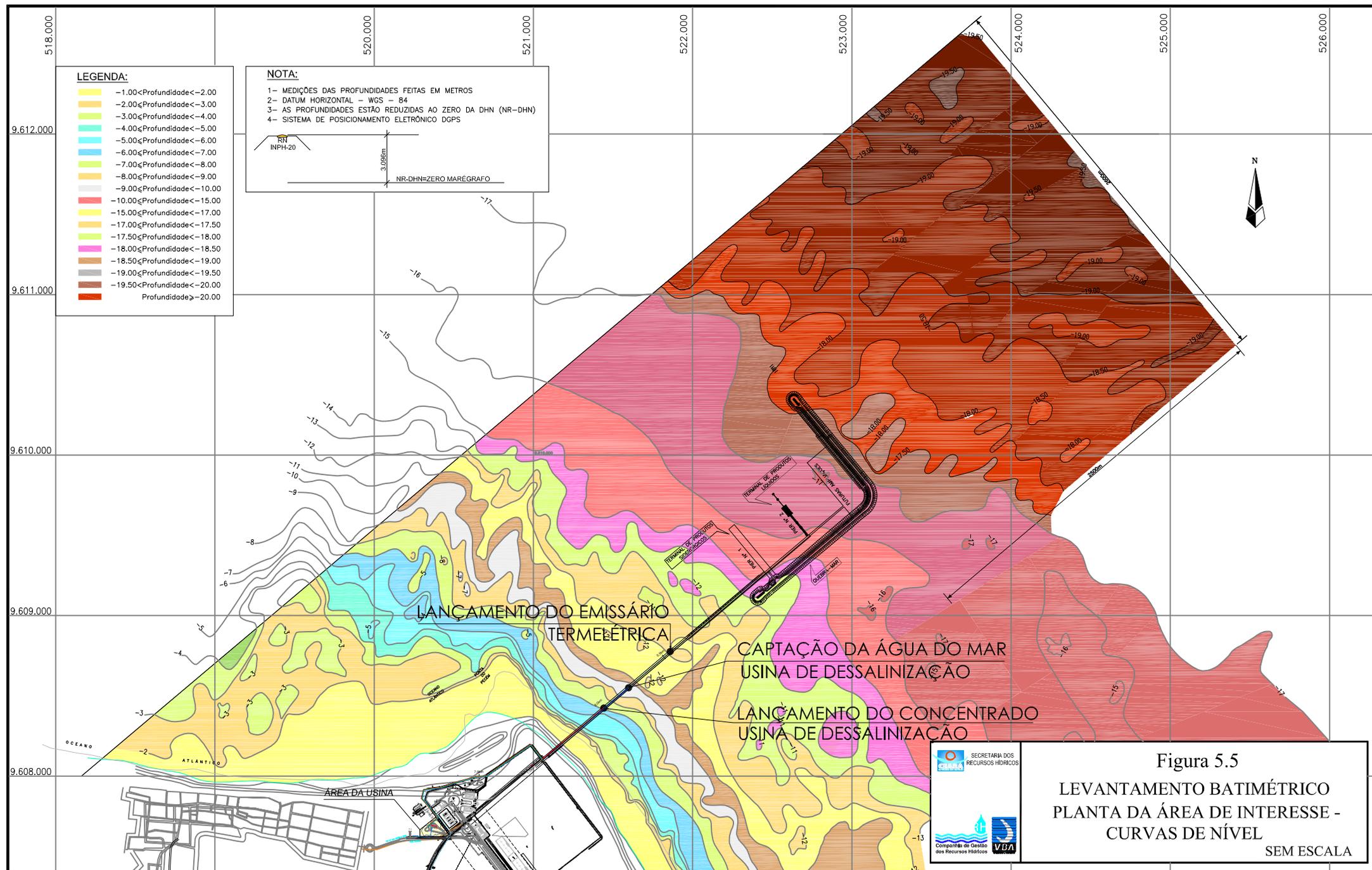
A análise dos maregramas, correspondentes ao período de março/96 a maio/99, indicou que a variação da maré em Pecém é da ordem de 3,0 m. Em relação ao nível de redução da Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, os níveis d'água em Pecém estão assim caracterizados: preamar máxima igual a 3,09 m; baixa-mar mínima igual a - 0,11 m e nível médio igual a 1,43 m. O resultado do levantamento batimétrico realizado deu origem às plantas cartográficas da área de interesse, conforme mostra a Figura 5.5, na qual consta o mapa das curvas de nível.

5.1.2.4 - Perfis de Praia e Sedimentologia

5.1.2.4.1 - Níveis d'água

Para obtenção das informações maregráficas necessárias, a DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegações efetuou a análise estatística e harmônica da maré, que define o NR – Nível de Redução de Sondagem, utilizado em trabalhos hidrográficos da área. O INPH vem realizando medições contínuas de níveis d'água no Pecém desde março/96. A estação maregráfica em operação compõe-se de um limnígrafo de registro mensal, modelo LNG-15M, fabricado pela Hidrologia SA, está instalada na parte interna do TEP - Terminal de Embarque, no ponto de coordenadas geográficas 521.272,00 E e 9.608.366,00 N.

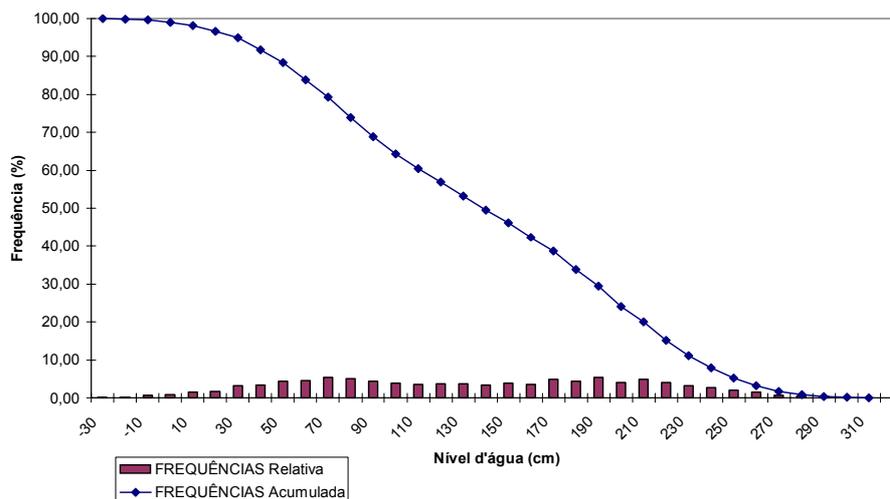
Os mapeamentos obtidos no Porto de Pecém durante o período de análise, foram então interpretados e digitados de hora em hora. A partir destes dados, foram montados os quadros de ordenadas horárias mensais, nos quais são apresentados, ainda, os valores de níveis d'água máximo, mínimo e médio mensal e a plotagem de dados horários.



Analisando-se os dados apresentados, pode-se afirmar que, no período considerado, o valor do nível d'água máximo observado foi 3,16 m em relação ao Nível de Redução da DHN. Já o nível médio calculado para o período foi de 1,0 m em relação ao Nível de Redução da DHN.

Através dos dados horários obtidos no período foi elaborado o Gráfico de Permanência de Níveis d'Água no Pecém apresentado na Figura 5.6. Pode-se afirmar que, em 99,0% do tempo, os níveis d'água estiveram acima do Nível de Redução do DHN, em 50,0% do tempo os níveis estiveram acima de 1,44 m e em 0% do tempo estes estiveram acima de 3,16 m.

Figura 5.6 - Gráfico de Permanência de Níveis D'água Período 01/03/98 a 18/01/99



Fonte: CAGECE, Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Fortaleza, VBA, 2001.

5.1.2.4.2 - Sedimentologia

a) Campo de Escoamento nas Vizinhanças da Ponta do Pecém

As conclusões do relatório dos impactos na morfologia costeira mostram que as condições das correntes na área em estudo são de grande importância para o traspasse de sedimentos para a área costeira a oeste da Ponta do Pecém, a qual atua como um gargalo em relação ao transporte litorâneo na direção da Vila do Pecém. Imediatamente a oeste do promontório, o escoamento está acelerado, devido à convergência das curvas

batimétricas nessa área. Depois da passagem, o escoamento se torna desprendido da linha de costa e decresce rapidamente de intensidade na direção oeste.

Na zona litorânea o transporte de sedimentos é quase sempre dominado pelo transporte em suspensão, devido aos altos níveis de turbulência causados pela arrebentação da onda.

b) Transporte de sedimentos na área de Pecém

O aspecto principal do campo de transporte de sedimentos ao longo da área em estudo é o suprimento de areia da parte oriental através da Ponta do Pecém. Devido à orientação da costa nesta área, as praias são altamente expostas às ondas de sea vindo de direções mais orientais. Uma vez que a corrente litorânea atinge o promontório, as velocidades do escoamento e a capacidade de transporte de sedimentos decrescem consideravelmente, devido à reduzida ação da onda. Devido aos grandes ângulos de ataque das ondas e à presença do promontório, a corrente litorânea se desprende da linha de costa. Aproximadamente a 1,0 km para Oeste, a corrente volta a se prender à linha de costa. O transporte de sedimentos em torno do promontório através deste mecanismo de traspasse é de crucial importância para a estabilidade da linha de costa em frente à Vila do Pecém. O promontório atua como um gargalo em relação ao transporte litorâneo e pequenas mudanças na magnitude do traspasse de sedimentos em torno da Ponta do Pecém irão afetar a evolução da linha de costa mais para Oeste.

De acordo com as simulações apresentadas nos estudos de avaliação dos impactos na morfologia costeira, foi possível de se verificar altas taxas de transporte a Leste da Ponta do Pecém. O porto não afeta significativamente as taxas de transporte litorâneo nesta área. Ao longo desta faixa costeira, a uma distância de aproximadamente 1,0 km a Leste do promontório, o transporte litorâneo está localmente dirigido para o largo. A irregularidade local da batimetria nesta área causa o aparecimento de uma corrente de retorno, a qual transporta a areia para a região ao largo. Uma vez que a areia tenha se depositado em águas mais profundas, ela não pode ser transportada de volta para a praia. A presença dessas correntes de retorno pode causar uma perda significativa de sedimento litorâneo para o largo.

Os estudos concluíram, ainda, que do lado ocidental da ponta, pode-se ver que o transporte litorâneo se torna despreendido da linha de costa. As taxas de transporte de sedimentos são significativamente reduzidas, devido ao decréscimo na ação da onda e no seu conseqüente poder de gerar corrente. Nessa área a magnitude do transporte de sedimentos fica consideravelmente reduzida, devido ao efeito de proteção do porto em relação às condições hidrodinâmicas litorâneas. Com a presença do porto o transporte litorâneo na Ponta do Pecém prossegue mais para o largo do que para a situação anterior (sem o porto) e menos sedimento, se algum, está traspassando a Ponta do Pecém.

Aproximadamente a 1,0 km a Oeste da Ponta do Pecém o transporte litorâneo volta a se prender à linha de costa. Com a presença do porto, o transporte litorâneo é quase que completamente bloqueado no ponto.

Mais além para Oeste, uma parcela do transporte litorâneo ocorre aproximadamente a 500,0 m ao largo. Nesta área a arrebentação da onda ocorre no baixio em frente à Vila do Pecém. Nas simulações apresentadas nos estudos citados, assumiu-se que sedimentos de fundo estavam disponíveis na área inteira. Devido à falta de sedimentos no lado do baixio situado ao largo, a importância do transporte litorâneo nessa área se torna questionável.

Pode-se verificar através das simulações apresentadas no relatório citado que a Vila do Pecém, localizada a cerca de 2,0 km a Oeste da Ponta do Pecém, está situada entre dois locais de máximas taxas de transporte litorâneo. O decréscimo de sedimentos a Leste da localidade causará deposição de sedimentos e o engordamento da linha de costa. O aumento das taxas de transporte a Oeste de Pecém irá causar erosão e recuo da linha de costa.

c) Transporte Litorâneo Devido às Ondas de Swell

Na área de Pecém, o campo de ondas é caracterizado pela ocorrência simultânea de ondas de *sea* e de *swell*. As ondas de *sea* geralmente têm períodos na faixa de 2-8 segundos e direções de ondas de 80-120°N. As de *swell*, com

períodos na faixa de 10-20 segundos, se aproximam da costa vindas do intervalo de 20-45°N.

As ondas de swell se aproximam da costa segundo ângulos entre 20 e 45°N. A orientação da linha de costa na área de Pecém varia de aproximadamente 355°N em frente a Ponta do Pecém à aproximadamente 55°N ao longo da faixa costeira a Leste deste promontório. Devido a essa configuração da linha de costa, as forças hidrodinâmicas associadas com a arrebentação das ondas de swell estarão direcionadas para Leste no lado oriental do promontório e para Oeste do lado ocidental. As correntes litorâneas geradas por essas forças e a deriva litorânea resultante estarão, por este motivo, sempre direcionadas para longe da Ponta do Pecém, para Leste do lado oriental e para Oeste do lado ocidental.

Conclui-se, a partir do exposto, que as ondas de swell contra-atacam as deposições de sedimentos provocadas pelas ondas de sea. A Leste da Ponta do Pecém as taxas de transporte de sedimentos através do promontório ficam reduzidas, em decorrência da deriva oriental devida ao swell. Do lado ocidental do promontório, uma parte do material acumulado é transportada para a costa através dos mecanismos de transporte perpendiculares à costa. Mais além para Oeste as ondas de swell dão origem a uma deriva adicional para o ocidente.

Após a construção do porto as condições das ondas de swell nas vizinhanças e a Oeste da Ponta do Pecém não são significativamente diferentes da situação anterior, porque o efeito de abrigo do porto está restrito a área a Leste da Ponta do Pecém.

d) Os Sedimentos de Fundo

A linha de costa, na área de Pecém, é caracterizada por praias curvas de areias, interrompidas por pequenos promontórios rochosos. A leste da Ponta do Pecém, as praias são bastante longas e uniformes, tendo-se verificado que apenas em alguns poucos locais a rocha fica exposta na praia. A uma profundidade aproximadamente igual a 4 m abaixo do nível médio do mar, o fundo do mar está coberto quase que inteiramente por rochas. Localmente estão disponíveis pequenos

bolsões de areia. Areia fina pode ser encontrada mais ao largo, mas este material está localizado fora da zona ativa do litoral.

Imediatamente a oeste da Ponta do Pecém pode-se encontrar areia apenas numa estreita faixa de praia entre o nível médio do mar e o pé das dunas eólicas. O fundo do mar está constituído por rocha e é localmente coberto por vegetação. Indo mais além para o ocidente em frente à Vila do Pecém, a areia está presente em profundidades menores do que cerca de 2,0 m abaixo do nível médio do mar. O declive da praia aqui é muito suave e, durante a baixa-mar, a arrebentação das ondas ocorre nas rochas, a uma distância de várias centenas de metros da costa.

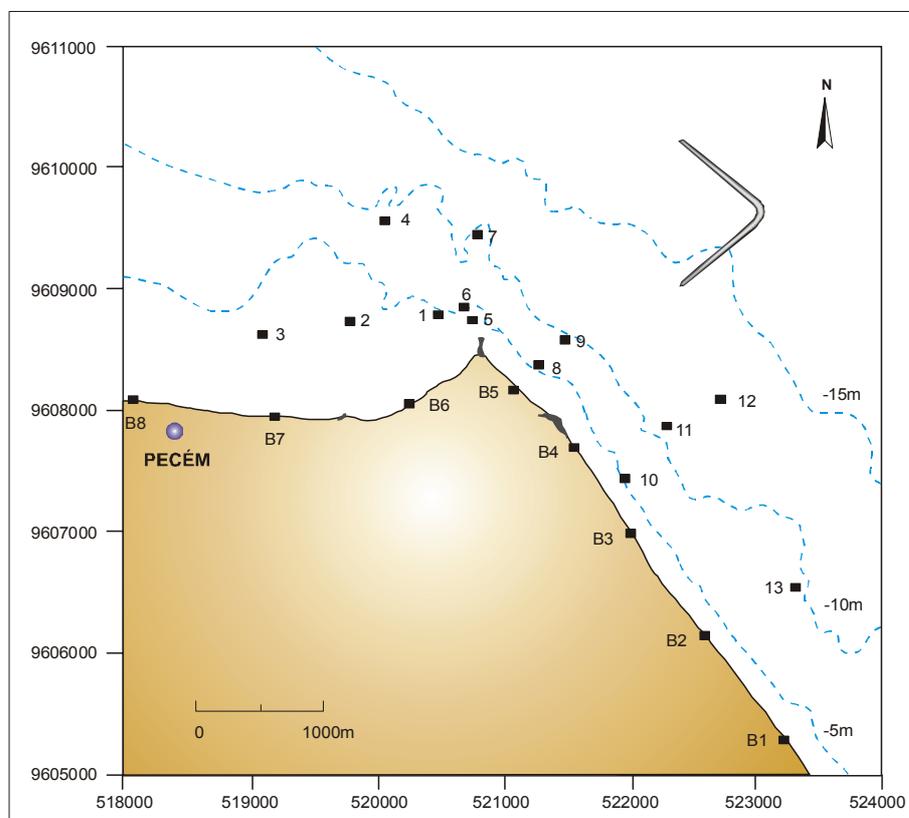
O material de praia geralmente consiste de areia média a fina, com diâmetro médio do grão tipicamente da ordem de 0,25 mm. A disponibilidade de material móvel varia ao longo do ano. De dezembro a março grandes quantidades de areia são transportadas para águas mais profundas pelas ondas predominantes de swell, fazendo com que as rochas de fundo fiquem expostas em muitos locais ao longo da costa. De abril a novembro a areia é gradualmente transportada de volta para a praia.

Durante os trabalhos em Fortaleza, o INPH e o DHI coletaram novas amostras dos sedimentos de fundo da região de Pecém. O conjunto de dados inclui tanto amostras de praia como amostras da região litorânea, até uma profundidade de aproximadamente 10 m. A localização das amostras de sedimentos coletadas é mostrada na Figura 5.7.

As análises granulométricas foram feitas no laboratório de solos e pavimentação do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade federal do Ceará - UFC, seguindo a metodologia indicada pelo DHI, a qual consiste em:

- Remoção de conchas e outros materiais não sedimentares antes das análises;
- Lavagem das amostras (para a retirada do sal) antes da secagem;

Figura 5.7 - Localização das Amostras de Fundo Coletadas (Pecém)



Fonte: CDRJ - Companhia Docas do Rio de Janeiro
 INPH - Instituto de Pesquisas Hidroviárias
 Avaliação dos Impactos na Morfologia Costeira - Porto do Pecém/CE

- Colocação de várias peneiras intermediárias da série Tyler, para o detalhamento das curvas granulométricas de números 16, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 140, 170 e 200.

A análise granulométrica mostrou que fragmentos de conchas eram abundantes em muitas amostras, em particular naquelas coletadas a profundidades maiores do que aproximadamente 5,0 m, as quais continham mais do que 50,0% de fragmentos de conchas e, em alguns casos, material vegetal. Se os fragmentos de conchas tivessem sido inclusos na análise granulométrica teria ocorrido um aumento do diâmetro médio do grão, o que iria afetar os cálculos das taxas de transporte de sedimentos. Assim sendo, todos os sedimentos não clássicos foram removidos das amostras, antes de ser feita a análise granulométrica. Os valores obtidos para o diâmetro médio dos grãos estão listados no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 - Diâmetro Médio dos Grãos dos Sedimentos de Fundo de Pecém

Praia			Zona Litorânea		
Amostra	D50 (mm)	Conchas (%)	Amostra	D50 (mm)	Conchas (%)
B1	0,17	<5	1	0,24	40
B2	0,19	<5	2	0,24	75
B3	0,30	<5	3	0,31	28
B4	0,24	<5	4	0,29	51
B5	0,22	<5	5	0,34	55
B6	-	Rocha	6	0,33	86
B7	0,20	<5	7	0,83	50
B8	0,24	<5	8	1,09	16
			9	1,18	9
			10	5,03	20
			11	-	100
			12	0,21	10
			13	0,20	63

Fonte: CAGECE, Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Fortaleza, VBA, 2001.

e) Os sedimentos em Suspensão

No período de 22/01 a 10/02/96 o INPH realizou medições das concentrações de sólidos em suspensão ao longo do litoral de Pecém, nas profundidades de 6,0 e de 10,0 m.

Nos pontos localizados à profundidade de 6,0 m as concentrações medidas variaram de 0,40 mg/l a 26,0 mg/l, sendo a concentração média igual a 10,37 mg/l. Nos pontos localizados à profundidade de 10,0 m elas variam de zero a 12,8 mg/l, com média igual a 4,97 mg/l, bem menores portanto do que as concentrações medidas à profundidade de 6,0 m.

5.1.2.5 - Medições de Salinidade da Água do Mar

Os parâmetros de salinidade da água do mar do Pecém foram determinados em duas campanhas de medição (campanha de inverno e campanha de verão), nas quais foram coletadas amostras a diversas profundidades nas marés de sizígia e quadratura. Os resultados obtidos estão sumarizados no Quadro 5.4. A análise comparativa das duas campanhas permite averiguar que os valores de salinidade praticamente se mantêm, não apresentando variações significativas entre si.

Quadro 5.4 - Parâmetros de Salinidade em Níveis de Profundidade no Mar do Pecém

Prof.	Salinidade	
	CAMPANHA INVERNO	CAMPANHA VERAO
2m	Na profundidade de 02 metros do fundo, temos as salinidades com frequência concentradas entre 35,8‰ – 36,0‰ e 36,0‰ – 36,2‰, correspondendo a 97,6% das observações na situação de quadratura e 94,7% na situação de sizígia. Como se nota, entre as condições diferentes de marés, a salinidade não se altera.	Na época de maré de sizígia, a salinidade nos diversos pontos da malha de medições, varia entre 35‰ e 36,6‰, com concentração entre 35,6‰ e 35,8‰, com 87,8% de frequência. No período de quadratura, a distribuição das salinidades se dá entre 34,4‰ e 35,8‰ com frequência de 81,4% nas concentrações entre 35‰ e 35,6‰.
4m	A 04 metros do fundo, as maiores frequências de salinidade, aparecem entre 35,8‰ e 36,2‰ tanto na quadratura como na sizígia.	Para a profundidade de 4 metros acima do fundo, na maré de sizígia, a salinidade variou entre 35,6 e 36,6‰, com concentração de 87,0% entre 35,6 e 35,8‰. Na maré de quadratura, a distribuição de salinidade se deu entre 34,4 e 35,8‰ apresentando os valores entre 35 e 35,6‰ em frequência de 84,5%
6m	A 06 metros do fundo, mantêm-se os mesmos padrões de 2 a 4 metros. As salinidades, para a quadratura e a sizígia, mantêm os padrões de 35,8‰ com maior frequência.	Na maré de sizígia, a distribuição da salinidade se deu entre 34,8‰ e 36,6‰, mostrando entre 35,6 e 35,8‰ uma frequência de 85,4%. Na maré de quadratura, a distribuição das salinidades se deu entre 34,8 e 35,8‰, tendo entre 34,8 e 35‰, 71,9% das observações.
8m	Na profundidade de 08 metros do fundo, praticamente o nível médio local, nas quadraturas e nas sizíguas há repetição dos padrões das maiores profundidades, com salinidade entre 35,8‰ e 36,2‰ apresentando as maiores frequências de ocorrência (95,2% na quadratura e 99,2% na sizígia).	Na maré de sizígia, a salinidade se distribuiu entre 34,8‰ e 35,8‰, com concentração de frequência de 80,9% entre salinidades se deu entre 34,8‰ e 35,8‰, concentração de frequência de 80,9% entre 35,6‰ e 35,8‰. Na quadratura, a distribuição das salinidades se deu entre 34,8‰ e 35,8‰, com concentração entre 34,8 e 35,4‰, de 93%
10m	A 10 metros do fundo, a salinidade apresenta variações entre 35,8‰ e 36,2‰, totalizando 93,7% das ocorrências na quadratura e 99,3% na sizígia.	Na maré de sizígia, a salinidade se distribuiu entre 34,8‰ e 35,8‰, com concentração entre 35,4‰ e 35,8‰, de 90,8%. Na maré de quadratura, a distribuição de salinidade se deu também entre 34,8‰ e 35,8‰, com concentração entre 34,8‰ e 35,2‰ de 87,6% nesta profundidade na maré de sizígia.
12m	A 12 metros do fundo, temos as salinidades na quadratura e na sizígia variando entre 35,6‰ a 36,0‰, com os percentuais de 95,7% e 97,0%, respectivamente.	A distribuição das salinidades se deu entre 34,8‰ e 35,8‰, com frequência de 87,8% entre 35,2‰ e 35,6‰. Para a maré de quadratura, nesta profundidade, a distribuição das salinidades se deu entre 34,8‰ e 35,8‰, com frequência de 93% entre as concentrações 34,8‰ e 35,2‰.
14m	A 14 metros do fundo, nota-se que a salinidade na quadratura apresenta maiores percentuais entre 35,6‰ e 36,0‰, com 96,9%, enquanto na sizígia os maiores percentuais estão entre 35,4% e 35,8%, com 94,7%.	Na maré de sizígia a distribuição das salinidades se deu entre 34,6‰ e 35,8‰, com frequência de 90,90% entre 35,2‰ e 35,6‰. Para a maré de quadratura, as salinidades se distribuíram entre 34,6‰ e 35,4‰, com frequência de 93% entre salinidades de 34,8‰ e 35,2‰
16m	A 16 metros do fundo a salinidade apresenta valores entre 35,6‰ e 36,2‰ em 94,4% das medições na quadratura e na sizígia entre 35,4‰ e 35,8‰, se apresentavam 91,6% das frequências mostrando em uma constância nos referidos parâmetros.	Na maré de sizígia, a distribuição da salinidade se deu entre 34,6‰ e 35,6‰, com frequência de 85,6% entre 35,2‰ e 35,6‰. Na maré de quadratura, as salinidades se distribuíram entre 34,6‰ e 35,6‰, com frequência de 81,4% entre 34,8‰ e 35,2‰.
18m	A 18 metros do fundo, já próximo à superfície, nas marés de quadratura a salinidade permaneceu entre 35,6‰ e 36,0‰, em 94,5% das medições, enquanto na sizígia, a salinidade se firmou entre 35,4‰ e 35,8‰ em 86,4% das medidas, notabilizando que a variação entre as duas marés é mínimas.	Na maré de sizígia, a distribuição da salinidade se fez entre 34,4‰ e 35,6‰, com frequência de 86,3% entre 35‰ e 35,4‰. Na maré de quadratura a distribuição das salinidades se deu entre 34,2‰ e 35,6‰, com frequência de 76,8% entre 34,6‰ e 34,8‰.

Fonte: CAGECE, Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Fortaleza, VBA, 2001.

Os estudos dos parâmetros oceânicos, tais como correntes marítimas, regimes de ondas e de marés são determinantes para a aplicação de modelos que otimizem a concepção e a construção do emissário de salmoura, para permitir que a re-incorporação dos sais seja feita de forma rápida e restrita a uma pequena área.

Com base nos resultados dos estudos oceanográficos desenvolvidos, pode-se afirmar que no caso específico do Pecém, as correntes marítimas são muito favoráveis a dispersão do concentrado da Usina de Dessalinização, pois além de apresentarem elevadas velocidades, especialmente incrementadas depois da construção do porto, são

paralelas à praia. Além disso, a homogeneização da salmoura com a água do mar pode ser acelerada através do uso de difusores.

Quanto aos impactos sobre a biota marinha, de acordo com o estudo de dispersão da pluma apresentado no Capítulo 3 deste relatório, pela rapidez com que ocorre a homogeneização da salmoura com a água do mar e em decorrência da pequena área em que isto ocorre, pode-se afirmar que os impactos sobre a biota marinha podem ser descritos como pouco significativos.

5.2 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO

5.2.1 - AMBIENTE TERRESTRE

5.2.1.1 - Flora

Na região do Complexo Industrial/Portuário do Pecém ocorrem cinco tipos de formações vegetais, com seus respectivos ecossistemas (Figura 5.8). No domínio do embasamento cristalino ocorre a Vegetação de Caatinga Arbustiva Aberta, enquanto que a Vegetação de Tabuleiros encontra-se associada aos sedimentos do Grupo Barreiras.

Na faixa litorânea a Vegetação de Dunas ocorre capeando os campos de paleodunas aí existentes, que são consideradas áreas de preservação permanente tendo ocorrência restrita aos territórios das unidades de conservação APA do Pecém e Estação Ecológica do Pecém. Nas Dunas Móveis observa-se a presença de uma rala vegetação pioneira e grandes extensões de campos dunares apresentando solo desnudo. As Matas Ciliares, por sua vez, ocorrem ao longo das várzeas do rio Gereraú e de seus afluentes, bem como ao longo de tributários do rio Cauhipe. Já a Vegetação de Mangue tem ocorrência restrita ao estuário do rio Gereraú/riacho Guaribas.

O terreno da Usina Dessalinização e a maior parte dos traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado encontram-se posicionados sobre campos de dunas móveis e faixa de praia, apresentando ausência de cobertura vegetal. Apenas numa pequena parte dos seus traçados, as adutoras irão margear o coqueiral existente no terreno do balneário dos funcionários do Terminal Portuário, podendo atingir o capeamento gramíneo e alguns exemplares de coqueiros aí existentes.

9.612.000

519.500

524.500

OCEANO ATLÂNTICO

ÁREA DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO

LANÇAMENTO DO EMISSÁRIO TERMELÉTRICA

CAPTAÇÃO DA ÁGUA DO MAR USINA DE DESSALINIZAÇÃO

LANÇAMENTO DO CONCENTRADO USINA DE DESSALINIZAÇÃO

COLÔNIA DO PECÉM

Guaribas

Rch.

9.607.000

348

PECÉM

PORTO DO PECÉM

LAGOA DO PECÉM

Vt

EST. ECOLÓGICA I

EST. ECOLÓGICA II

Vd

ÁREA DA SIDERÚRGICA

N



LEGENDA:

- Vd Vegetação do Complexo Dunar
- Vm Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (Manguezal)
- Vt Vegetação de Tabuleiro Pré-Litorâneo (Ecotona)
- Vmc Floresta Mista Dicoló-Palmácea (Mata Ciliar de Carnauba)
- Vca Caatinga Arbustiva Aberta
- Vmu Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular (Mata Úmida)
- Vc Cerrado

CONVENÇÕES:

- Limite Municipal
- Gasoduto
- Rede Ferroviária
- Rodovias
- Açudes e Lagoas
- Cursos d'Água

FONTE: INPE, Imagens de Satélite LANDSAT-5, sensor TM, nas bandas 3, 4 e 5, órbitas 216.063, 217.062 e 217.063.

IPLANCE, Mapa de Vegetação do Estado do Ceará, escala 1 / 1500.000. Fortaleza, IPLANCE, 1995. (Atlas do Ceará)

AUMEF, Mapa de Unidades Fitoecológicas da Região Metropolitana de Fortaleza, escala 1 / 100.000. Fortaleza, AUMEF, 1984.



Figura 5.8

MAPA DE VEGETAÇÃO DA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM

SEM ESCALA

5.2.1.2 - Unidades de Conservação

A região do Complexo Industrial/Portuário do Pecém conta com duas unidades de conservação, criadas pelo poder público, ambas representativas de ecossistemas do Complexo Vegetacional Litorâneo, sendo administradas pela instância estadual (Figura 5.9), quais sejam:

- Estação Ecológica do Pecém - encontra-se em fase de estudo para regulamentação do dispositivo legal, é administrada pela SEMACE, sendo representativa do ecossistema de Vegetação do Complexo Dunar. Localiza-se na divisa dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante. Já teve sua área desapropriada através do Decreto de Desapropriação no 25.708, de 17 de dezembro de 1999;
- APA do Pecém - criada pelo Decreto Estadual no 24.957, de 05 de junho de 1998, é administrada pela SEMACE, sendo representativa do ecossistema de Vegetação do Complexo Dunar. Localiza-se no município de São Gonçalo do Amarante.

Ressalta-se, no entanto, que nenhuma destas unidades de conservação terá seu território interceptado pelas obras pertinentes a Usina de Dessalinização, nem tão pouco sofrerá pressão antrópica associada a advento da implantação e operação da referida usina.

5.2.1.3 - Fauna

As áreas das obras da Usina de Dessalinização do Pecém apresentam, em geral, solos desnudos, estando posicionadas sobre campos de dunas móveis e faixa de praia. Devido à baixa produtividade de biomassa vegetal, altas taxas de salinidade, baixas taxas de umidade e instabilidade térmica, sua fauna apresenta-se pouco diversificada, com poucos animais se adaptando a este habitat. Alguns animais vivem em tocas, como o Ocypode, sendo também encontradas larvas de insetos, como a libélula. Algumas espécies de pássaros costeiros visitam ocasionalmente estas áreas.

9.612.000

519.500

524.500



ÁREA DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO

OCEANO ATLÂNTICO

LANÇAMENTO DO EMISSÁRIO TERMELÉTRICA

CAPTAÇÃO DA ÁGUA DO MAR USINA DE DESSALINIZAÇÃO

LANÇAMENTO DO CONCENTRADO USINA DE DESSALINIZAÇÃO

COLÔNIA DO PECÉM

Guaribas

Rch.

9.607.000

348

PECÉM

PORTO DO PECÉM

LAGOA DO PECÉM

ETE (Tipo Lagoa de Estabilização A Implantar)

APA do Pecém

ÁREA DA SIDERÚRGICA

ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM

CONVENÇÕES:

	Limite Municipal
	Gasoduto
	Rede Ferroviária
	Rodovias
	Açudes e Lagoas
	Cursos d'Água



Figura 5.9
 MAPA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA
 ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL E
 PORTUÁRIO DO PECÉM
 SEM ESCALA

Pode-se afirmar, que a falta de um suporte alimentar faz com que a fauna da região exclua estas áreas, sendo atraída para as paleodunas existentes na região, locais onde a vegetação apresenta-se farta, e que integram as áreas das unidades de conservação aí existentes (APA do Pecém e Estação Ecológica do Pecém).

5.2.2 - AMBIENTE MARINHO

5.2.2.1 - Generalidades

A distribuição dos organismos nos ecossistemas marinhos está condicionada a um conjunto de parâmetros ambientais cuja importância relativa pode, individualmente, apresentar variações espaço-temporais. Portanto, a interpretação dos padrões de distribuição da biota na área de influência da adutora de disposição do concentrado (salmoura) requer uma análise detalhada do papel exercido por cada um dos fatores atuantes sobre a zonação desses organismos, quais sejam topografia, marés, natureza do substrato, salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, umidade, luminosidade e fatores biológicos como predação e competição.

Os bentos marinhos são constituídos pelas espécies habitantes do substrato (fundo do mar), as quais participam significativamente da cadeia alimentar do ecossistema marinho, servindo como alimento para peixes e outros animais de importância econômica (Nonato & Amaral, 1979).

Devido ao seu relativo sedentarismo, os organismos bentônicos estão constantemente sujeitos às alterações do ambiente, sejam elas naturais, como por exemplo deposição/remoção de sedimentos pelas correntes ou mudanças na salinidade; sejam antropogênicas, como a sobrepesca ou a poluição (Franklin Júnior, 2000). Muitos deles, como esponjas, alguns moluscos, poliquetas e outros, são filtradores, o que os torna particularmente vulneráveis às modificações na qualidade da água e do sedimento, sendo este um local de acúmulo de contaminantes (Angonesi, 2000). Por isso, organismos dos bentos têm sido amplamente utilizados como indicadores dos processos de modificação das condições ambientais de ecossistemas

marinhos. A área prevista do empreendimento intercala ambientes de substrato rochoso (espigão do porto) com áreas de substrato arenoso, na zona sublitoral.

A biocenose nectônica, constituída principalmente de peixes e crustáceos, funciona também como um dos parâmetros de avaliação do impacto representado pela presença de construções portuárias capazes de afetar sua abundância e diversidade, com reflexos sobre a qualidade de vida das comunidades litorâneas que exploram os recursos pesqueiros e dele dependem, em grande parte, para seu sustento.

5.2.2.2 - Sistema de Amostragem Utilizado

A área alvo do estudo da biota marinha foi dividida em três subáreas (A, B e C), nas quais foram distribuídas 19 estações de coleta. Os trabalhos de coleta foram realizados em triplicata, no período de 7 a 8 de fevereiro de 2003, a bordo do Barco de Pesquisas Prof. Martins Filho, do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, perfazendo um total de 171 amostras para o conjunto dos grupos biológicos a serem estudados.

Comunidade Algológica

Foi realizada uma coleta no espigão do Porto do Pecém com o objetivo de avaliar a comunidade associada ao substrato granítico, local onde será instalada a adutora de disposição do concentrado (salmoura). Na ocasião, foi verificada a composição da fauna e coletados exemplares da flora (macroalgas), além de terem sido observados aspectos gerais da biocenose, como a colonização das rochas.

Com relação à flora, foi também realizado um levantamento das espécies de macroalgas que ocorrem nos beach rocks (substrato rochoso arenítico) da Praia do Pecém, com vistas a avaliar o grau de colonização do espigão. Tal levantamento teve por base o acervo do Herbário Ficológico do LABOMAR - Instituto de Ciências do Mar (Quadro 5.5).

Comunidade Bentônica

No ambiente de substrato inconsolidado foram realizadas coletas de sedimento para o estudo da macrofauna bentônica nas 19 estações da área de estudo. Em cada estação, foram retiradas três amostras de sedimento, utilizando-se um pegador de fundo tipo Van Veen com área de abertura de 24 x 12 cm = 288 cm².

Quadro 5.5 - Relação de Algas Existentes e Coletadas no Porto do Pecém

Divisão		Classe				
EXISTENTES						
CHLOROPHYTA	CHLOROPHYCEAE	CAULERPALES	CODIACEAE	<i>Codium isthmocladum</i> Vickers <i>Codium taylori</i> Silva		
			CAULERPACEAE	<i>Caulerpa mexicana</i> Sonder ex Kützing <i>Caulerpa prolifera</i> (Forsskal) Lamouroux <i>Caulerpa racemosa</i> v. <i>racemosa</i> (Forsskal) J. Agardh		
		SIPHONOCLADALES	VALONIACEAE	<i>Valonia aegagropila</i> C. Agardh		
		ULVALES	ULVACEAE	<i>Ulva fasciata</i> Delile <i>Ulva lactuca</i> Linnaeus		
		PHAEOPHYTA	PHEOPHYCEAE	DICTIOTALES	DICTIOTACEAE	<i>Dictyopteris delicatula</i> Lamouroux <i>Dictyota ciliolata</i> Kützing <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux <i>Lobophora variegata</i> (Lamouroux) Womers <i>Padina gymnosphora</i> (Kützing) Sonder <i>Spatoglossum schroederi</i> (C. Agardh) Kützing
RHODOPHYTA	RHODOPHYCEAE	CORALLINALES	CORALLINACEAE	<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus <i>Halpilton cubense</i> (Montagne ex Kützing) Garbary & Johansen <i>Halpilton subulatum</i> (Ellis & Solander) Johansen <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) Lamouroux		
			GELIDIALES	GELIDIACEAE	<i>Gelidium latifolium</i> (Greville) Bornet & Thuret <i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis <i>Pterocladia capillacea</i> (S. G. Gmelin) Bornet & Thuret	
				GELIDIACEAE	<i>Gelidiella trinitatis</i> W. Taylor	
		GIGARTINALES	GRACILARIACEAE	<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh <i>Gracilaria cuneata</i> Areschoug <i>Gracilaria curtissiae</i> J. Agardh <i>Gracilaria domingensis</i> Sonder ex Kützing <i>Gracilaria ferox</i> J. Agardh <i>Gracilaria lemneiformis</i> (Bory) Weber van Bosse <i>Gracilaria mammillaris</i> (Montagne) Howe <i>Gracilaria</i> sp		
				SOLIERIACEAE	<i>Agardhiella subulata</i> (C. Agardh) Kraft & Wynne <i>Hypnea cervicornis</i> J. Agardh	
				HYPNEACEAE	<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen in Jacquin) Lamouroux <i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing	
					RHODYMENIALES	RHODYMENIACEAE CHAMPIACEAE
				CERAMIALES	CERAMIACEAE	<i>Griffithsia caribaea</i> G. Feldmann <i>Haloplegma duperreyi</i> Montagne
						DASYACEAE
		RHODOMELACEAE	<i>Acanthophora muscoides</i> (Linnaeus) Bory <i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Boergesen <i>Amansia multifida</i> Lamouroux <i>Bryotamnion seaforthii</i> (Turner) Kützing <i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Falkenberg <i>Laurencia papillosa</i> (C. Agardh) Greville <i>Vidalia obtusiloba</i> (Mertens ex C. Agardh) J. Agardh <i>Cryptonemia crenulata</i> (J. Agardh) J. Agardh <i>Cryptonemia luxurians</i> (C. Agardh) J. Agardh			
			CRYPTONEMIALES		HALYMENIACEAE	<i>Halymenia floresia</i> (Clemente) C. Agardh
			COLETADAS			
		CHLOROPHYTA	CHLOROPHYCEAE	CAULERPALES SIPHONOCLADALES	SIPHONOCLADACEAE	<i>Bryopsis pennata</i> Lamouroux <i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh) Boergesen
		PHAEOPHYTA	PHEOPHYCEAE	FUCALES	SARGASSACEAE	<i>Sargassum fluitans</i> Boergesen
		RHODOPHYTA	RHODOPHYCEAE	CERAMIALES	RHODOMELACEAE	<i>Herposiphonia fecunda</i> (C. Agardh) Falkenberg

Fonte: CAGECE, Estudo de Impacto Ambiental do Projeto do Emissário de Esgoto Pré-Tratado da UTE- Fortaleza. Fortaleza, VBA, 2003.

Em laboratório, as amostras foram peneiradas e lavadas em malha de 0,5 mm de abertura e armazenadas em frascos com solução de formol a 10,0%, adicionado de um corante (rosa de Bengala) para evidenciar os organismos presentes. Após a triagem, os organismos foram preservados em álcool 70,0%, para posterior identificação e quantificação.

No ambiente de substrato rochoso, foi realizada uma coleta no espigão do Porto do Pecém com o objetivo de avaliar a comunidade associada ao substrato granítico, local onde será instalada a adutora de disposição do concentrado (salmoura), ancorada no emissário da UTE-Fortaleza. Na ocasião foi verificada a composição da fauna e coletados exemplares da flora (macroalgas), além de ter sido observados aspectos gerais da biocenose, como a colonização das rochas.

Comunidade Nectônica

A determinação da composição específica e abundância do necton demersal (peixes e camarões) foi feita através de um arrasto de fundo com portas, com velocidade de 1 nó e duração de 1 hora, realizado no dia 18 de janeiro de 2003. O arrasto foi realizado entre a região abrigada do molhe de pedras e a primeira bóia de delimitação da entrada da bacia de evolução do porto, constando de percurso de ida e volta, com início às 10:26 h, na posição geográfica 03o 31'39" S – 38o 47'58" W, e término às 11:26 h, na posição geográfica 03o 31'20" S – 38o 48'27" W.

Ao término do arrasto o material contido na rede foi disposto sobre o convés, quanto então se procedeu à coleta e separação por grupos da fauna capturada (camarões, peixes, siris, moluscos). Cada grupo foi armazenado em sacos plásticos, conservado em gelo e transportado para o LABOMAR.

A rede utilizada nos arrastos tem um comprimento total de 14,0 m incluindo-se o saco. A tralha superior mede 16,5 m e a inferior 22,0 m. O corpo da rede mede em torno de 8,0 m (200 malhas) na sua parte superior e 7,0 m na panagem inferior, devido ao posicionamento que toma o arrasto em conjunto com as mangas e tralhas superior e inferior. A rede é constituída de linha de poliamida (PA) e polietileno,

sendo corpo e as mangas confeccionados com panagem de malhas de polietileno (PE) de 18,0 mm de distância entre nós, com fio 30/6 e o saco com panagem de poliamida 210/96 com 15,0 mm de distância entre nós (composto de 55,0% poliamida e 45,0% de polietileno). O saco, parte da rede onde todo o pescado fica retido, mede 1,2 a 1,5 m de comprimento e tem abertura no fundo para a despesca.

Em laboratório todos os espécimes foram identificados e os peixes foram submetidos a uma metodologia de amostra distinta dos camarões. Os peixes foram medidos em nível de comprimento total (da ponta do focinho a extremidade final da cauda), estimada da participação percentual e absoluta em peso e número, relação entre a participação de peixes e camarões. Para os camarões foram obtidas informações sobre comprimento do cefalotórax (da cavidade do rostro ao final do cefalotórax), proporção sexual e abundância relativa (captura por unidade de esforço - CPUE).

5.2.2.3 - Análise da Diversidade

As análises estatísticas realizadas incluíram a verificação dos caracteres descritivos da comunidade por meio do cálculo dos índices de diversidade específica, riqueza de espécies, equitabilidade e dominância. Tais índices são comparativos, sem limites numéricos a serem considerados, tendo sido estimados através das seguintes equações:

$$\text{Diversidade específica: } H' = \sum_{i=1}^k (P_i \cdot \log_2 P_i)$$

$$\text{Equitabilidade: } E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

$$\text{Dominância: } D = (N - 1) / \ln N$$

5.2.2.4 - Resultados Obtidos

5.2.2.4.1 - Caracterização dos Ambientes

A zona do infralitoral é a área limite das marés de sizígia, ficando descoberta somente nas marés mais baixas e seus organismos são mais adaptados à vida

marinha. Após o infralitoral (além zona entre-marés) encontra-se o sublitoral, que é um ambiente realmente marinho.

5.2.2.4.2 - Substrato Rochoso

Os ambientes com substrato rochoso (consolidado) abrigam flora e fauna bastante diferenciadas das de substrato arenoso ou lamoso (inconsolidado). Muitos animais intertidais podem tolerar a subida e descida da água e o bater das ondas, quando conseguem fixar-se firmemente a um substrato consolidado. Existe um zoneamento distinto de algas e vários tipos de animais entre a marca da maré baixa e a zona de respingo supralitoral que, na área em questão, corresponde basicamente ao espigão do porto.

5.2.2.4.3 - Substrato Inconsolidado

Os fundos móveis da plataforma continental são caracterizados por uma condição ambiental relativamente uniforme. A maior influência de fatores físicos deve-se às correntes oceânicas. O fundo de areia na área sublitoral não possui, essencialmente, gradientes muito evidentes de variações em sua vasta extensão. Existe uma biodiversidade comparativamente menor neste ambiente, que apresenta organismos tais como: poliquetas, moluscos, crustáceos e equinodermos. Os peixes de fundo são predominantemente carnívoros.

A característica mais marcante da costa nordeste brasileira, sem equivalente em outras plataformas tropicais do mundo, é a presença de uma espetacular capa carbonática, que se estende, sem descontinuidades marcantes, por mais de 4.000 km (Lana et al., 1996). A composição e os padrões de distribuição da fauna marinha regional são fortemente condicionados por estes fatores, havendo uma ampla predominância de associações bênticas típicas de areia e cascalhos carbonáticos.

5.2.2.5 - Caracterização da Biocenose

5.2.2.5.1 - Comunidade Bentônica

As macroalgas são os organismos mais característicos da flora bentônica marinha, podendo dividir o espaço com espécies de Fanerógamas. As macroalgas

desempenham um importante papel ao serem também responsáveis pela introdução da energia no ecossistema, através da fotossíntese. Encontram-se, em sua maioria, aderidas a substrato consolidado - quebra-mares de granito ou recifes de arenito. Além disso, servem como abrigo ou substrato para inúmeras espécies de pequenos animais, como briozoários, pequenos moluscos e crustáceos.

A fauna bentônica é bastante diversificada, abrigando espécies de praticamente todos os grupos animais. Enquanto os representantes da flora são todos sésseis (fixos), os da fauna podem ter várias relações com o substrato, sendo classificados como epifauna ou endofauna. A epifauna corresponde aos animais que vivem sobre o substrato, podem ser fixos, como a maioria das esponjas, as cracas, as ostras e as ascídias, ou móveis. Entre os móveis, há os que têm movimentos limitados, como as anêmonas, os moluscos poliplacóforos e os gastrópodos pateliformes (que vivem aderidos, mas podem deslocar-se a curtas distâncias); os que têm movimentos livres, como os siris, os caranguejos, a maioria dos gastrópodos, os poliquetas errantes; e os natantes como os peixes e algumas lesmas marinhas. A endofauna (ou infauna) é constituída pelos animais que vivem dentro do substrato. Alguns perfuram substrato duro, como os bivalves litófagos; outros se enterram em fundos móveis, como a maioria dos bivalves e poliquetas, ou ocupam locas ou frestas já existentes no substrato duro, como é o caso dos polvos, ouriços e peixes moreiformes.

Compõem o bentos aqueles organismos que vivem associados ao fundo marinho, podendo estar fixos aos substratos duros, enterrados nos sedimentos, locomovendo-se sobre o fundo dos oceanos ou associados uns com outros. Desta maneira, o tipo de substrato afeta diretamente a distribuição dos organismos bentônicos, ressaltando as vantagens de sua utilização para o estudo das influências antropogênicas sobre a biota.

O necton não é avaliado ao longo do tempo quanto a sua composição e abundância, pois numa dada região cada espécie apresenta um ciclo vital distinto e, portanto, sofre redução por mortalidade natural, através da predação por outras

espécies dominantes e devido à migração reprodutiva. Por outro lado, sofre acréscimo em função da reprodução e, posteriormente, recrutamento para o estoque adulto. A aplicação dos índices de diversidade pode dar uma idéia básica da composição do necton, embora seja insuficiente para caracterizá-lo efetivamente, devido à falta de estudos mais aprofundados que incorporem a variabilidade estacional.

As espécies de bentos encontradas em todos os tipos de substrato estão listadas no Quadro 5.6.

Substrato Rochoso

A comunidade colonizadora do espigão pode ser caracterizada como intermediária, no processo de sucessão ecológica que ora ocorre neste substrato artificial instalado na área. A diversidade de macroalgas ainda é pequena, tendo sido encontradas poucas espécies, dentre as quais duas clorofíceas (algas verdes) *Bryopsis pennata*, *Cladophoropsis membranacea* e uma rodofíceas (alga vermelha), *Herposiphonia fecunda*. Um exemplar da feofíceas (alga parda) *Sargassum fluitans* foi encontrado, não estando, no entanto, fixo ao substrato, mas flutuando na face protegida do espigão.

Foi observada uma pequena diferenciação na colonização das espécies nas faces leste (exposta à ação das ondas) e oeste (protegida) do espigão, principalmente com relação à densidade das espécies sésseis (fixas).

Com relação à fauna, foram encontrados moluscos gastrópodes fissurelídeos, além das espécies *Collisella subrugosa*, *Thais haemastoma floridana* e *Thais rústica*. Dentre os crustáceos foram observados o isópodo *Ligia exotica*, caranguejos grapsídeos, *Pachygrapsus transversus* e os cirrípedes (cracas) *Tetraclita stalactifera*, *Chthamalus spp.* e *Balanus sp.*

Quadro 5.6 - Taxa da Biocenose Bentônica da Região do Porto do Pecém

Filo					
CNIDARIA	Hidrozoa	Thecatae			
	Anthozoa	Octocorallia (octocorais arborescentes)			
		Zoantharia	Actiniaria (anêmonas)		
PLATYHELMINTHES	Turbellaria (planária)				
NEMERTINEA					
NEMATODA					
SIPUNCULA					
MOLLUSCA	Gastropoda	<i>Calyptrea centralis</i>			
		<i>Natica sp.</i>			
		<i>Epitonium denticulatum,</i>	<i>Epitonium nautlae</i>		
			<i>Anachis sp.</i>		
			<i>Nassarius albus</i>		
			<i>Olivella nivea</i>		
			<i>Ithythythara lanceolata</i>		
			<i>Cylichna sp.</i>		
			<i>Acteocina bullata</i>		
			<i>Acteocina lepta</i>		
	<i>Volvulella persimilis</i>				
	Bivalvia	<i>Nucula sp.</i>			
		<i>Glycymeris sp.</i>			
		<i>Dimya argentea</i>			
		<i>Crassinella lunulata</i>			
		<i>Trachycardium sp.</i>			
		Tellinidae	<i>Tellina sp.</i>		
Sanguinolariidae		<i>Donax sp.</i>			
Veneridae		<i>Abra sp.</i>			
	<i>Corbula cymella</i>				
	<i>Corbula caribea</i>				
ANNELIDA	Oligochaeta				
	Polychaeta	Orbinidae			
		Paraonidae			
		Spionidae			
		Magelonidae	<i>Magelona sp.</i>		
		Cirratulidae			
		Capitellidae			
		Maldanidae			
		Opheliidae	<i>Armandia polyophthalma</i>		
		Phyllodocidae			
		Sigalionidae			
Hesionidae					
CRUSTÁCEA	Maxillopoda	Cirripedia			
		Copepoda			
		Cyclopoida			
		Harpaticoida			
	Ostracoda				
	Malacostraca	Mysidacea			
		Amphipoda	Gammaridea		
			Caprellidea		
		Isopoda	Anthuridea		
			Flabellifera		
		Tanaidacea			
		Cumacea			
		Decapoda	Macrura	Caridea	
				Alpheidae	
	Anomura		Porcelanidae		
	Brachyura	<i>Pinnixa sp.</i>			
ECHIURA					
SIPUNCULA					
BRYOZOA					
ECHINODERMATA	Ophiuroidea				
HEMICHORDATA					
CHORDATA	Urochordata	Ascidiacea			

Fonte: CAGECE, Estudo de Impacto Ambiental do Projeto do Emissário de Esgoto Pré-Tratado da UTE- Fortaleza. Fortaleza, VBA, 2003.

Substrato Inconsolidado

Foi identificado um total de 3.823 exemplares, representantes de 27 taxa (Quadro 5.7). Os anelídeos poliquetas representaram 40,6% do total de indivíduos, sendo numericamente dominantes na maioria das estações. Outro grupo que se destacou foi o dos anfípodos gamarídeos, que corresponderam a 30,1% (Figura 5.10).

Com relação à distribuição dos organismos bentônicos na área de estudo, a maior abundância ocorreu na Estação 1 (24,3% dos indivíduos), enquanto que o menor valor foi encontrado na Estação 2 (1,0%), conforme pode ser visualizado na Figura 5.11.

Quadro 5.7 - Abundância dos Grupos Animais Encontrados nas Amostragens de Fevereiro de 2003, na Área de Estudo

Grupos Animais	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	TOTAL
Anthozoa	2	-	-	1	-	-	-	1	1	3	-	-	1	3	-	2	1	1	1	17
Turbellaria	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4
Nematoda	35	-	2	1	6	5	7	2	-	3	9	2	2	3	2	8	4	28	10	129
Nemertinea	2	-	1	-	-	2	-	18	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	26
Gastropoda	4	-	1	-	-	4	2	1	-	-	-	2	2	3	-	1	-	12	1	33
Bivalvia	11	3	7	2	4	28	7	-	2	4	4	2	5	9	6	5	2	12	9	122
Oligochaeta	-	-	1	-	1	2	-	-	-	2	-	1	2	1	4	3	5	4	1	27
Polychaeta	256	19	78	43	73	71	82	17	48	103	79	64	106	49	87	44	79	142	111	1551
Ostracoda	3	-	-	-	-	1	-	3	2	-	4	-	-	1	-	-	-	-	5	19
Copepoda	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	1	8
Cirripedia	18	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Mysidacea	-	-	1	-	-	-	6	2	37	-	-	-	-	2	3	-	3	1	-	55
Amphipoda	6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	97	-	-	-	-	-	-	-	-	105
Gammaridea	442	12	6	78	22	-	4	41	1	114	2	103	35	33	15	6	13	29	62	1018
Caprellidea	17	1	1	1	3	2	3	14	-	38	1	4	1	-	-	27	4	28	20	165
Anthuridea	19	1	-	2	1	-	-	-	9	4	-	-	-	-	1	-	-	-	1	38
Flabellifera	3	-	-	-	-	2	-	-	6	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Tanaidacea	14	2	-	2	2	-	-	7	1	2	11	3	-	-	-	-	2	-	4	50
Cumacea	4	-	6	5	11	15	8	60	-	26	2	16	10	8	7	8	3	9	22	220
Macrura	4	-	-	-	-	1	8	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	3	21
Anomura	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Brachyura	7	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Echiura	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Sipuncula	2	2	14	-	1	4	1	-	-	1	3	1	-	-	1	2	-	4	1	37
Ophiuroidea	76	-	1	-	5	5	10	4	-	4	-	3	-	1	1	-	1	2	-	113
Urochordata	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
Cephalochordata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	6
TOTAL	928	40	122	137	133	142	139	171	111	308	221	201	164	114	129	106	126	279	252	3823

Fonte: CAGECE, Estudo de Impacto Ambiental do Projeto do Emissário de Esgoto Pré-Tratado da UTE- Fortaleza. Fortaleza, VBA, 2003.

Figura 5.10 - Abundância Relativa dos Principais Grupos Animais Encontrados nas Amostras da Área de Estudo

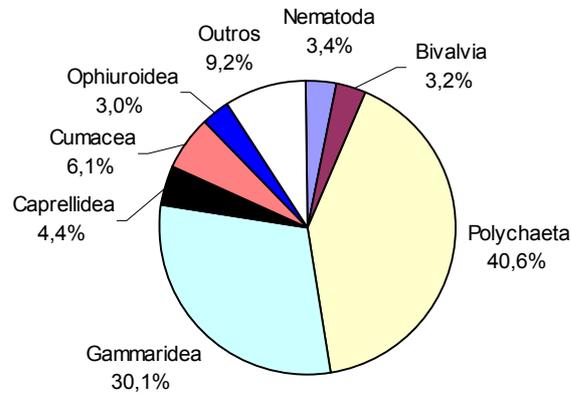
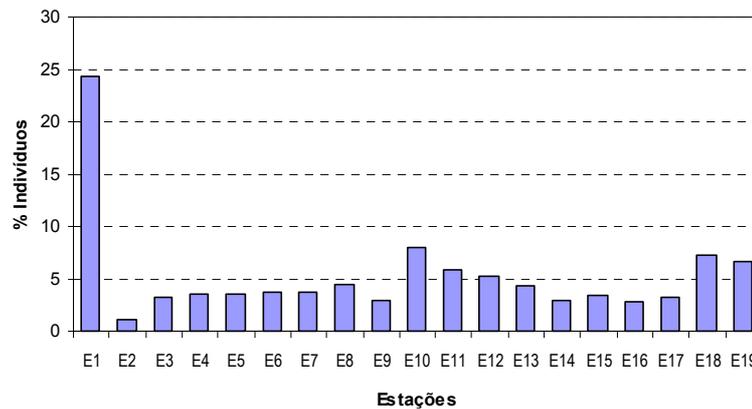


Figura 5.11 - Abundância Relativa de Indivíduos nas Estações de Coleta

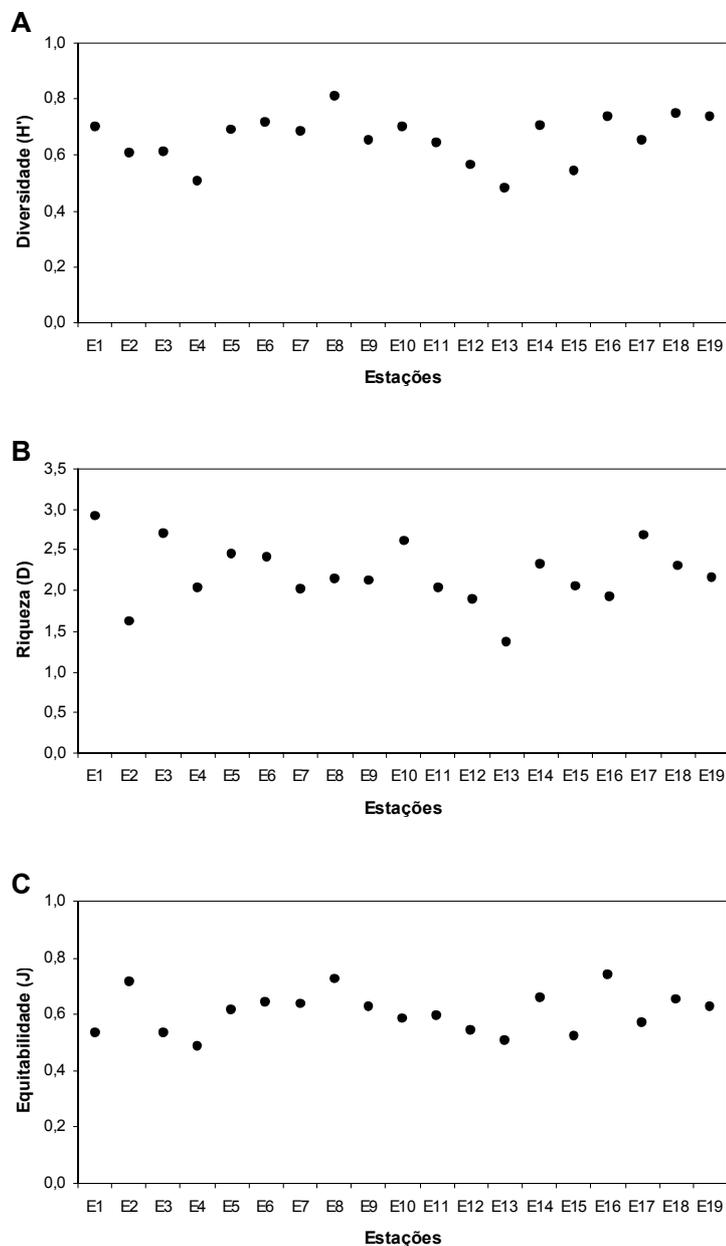


A diversidade específica é resultante da composição dos dois outros fatores acima: a riqueza, representando o número de espécies de uma determinada amostra e a equitabilidade, que se refere à distribuição numérica das espécies entre si, sendo relacionada inversamente à dominância (Clifford, 1975; Green, 1979). Este tipo de análise dá resultados mais seguros quando realizado com base em identificações ao nível de espécies; no entanto, dado o caráter de urgência na apresentação dos resultados, a identificação dos animais foi feita somente ao nível de grandes grupos taxonômicos.

A análise dos índices descritores da comunidade apresentados na Figura 5.12 mostrou que os valores encontrados para a diversidade tiveram pouca variação (0,483 a 0,810). A estação com maior diversidade foi a Estação 8, devido,

principalmente, à sua alta equitabilidade. As estações de menor diversidade foram a Estação 4 e a Estação 13, sendo a primeira devido à mais baixa equitabilidade e a última devido aos baixos valores para ambos os componentes da diversidade. Ou seja, na Estação 4, embora tenha sido encontrado um total de 11 taxa, houve uma grande dominância por parte dos anfípodos e poliquetas, enquanto na Estação 13, foram encontrados apenas 8 taxa e uma grande dominância pelos poliquetas.

Figura 5.12 - Gráficos dos Índices Descritores de Comunidades para as Estações de Coleta A - Diversidade de Shannon (H'); B – Riqueza de Margalef (D) e C – Equitabilidade de Shannon (J')



A Estação 1 foi a mais abundante e com maior riqueza de espécies, no entanto, a dominância dos poliquetas e camarões (baixa equitabilidade) diminuiu o valor da diversidade.

5.2.2.5.2 - Biocenose Nectônica

Durante os trabalhos de campo o tempo estava nublado e com temperatura elevada em torno de 29° C, tendo como predominante o vento leste de pouca intensidade. O mar encontrava-se em estado de maré de enchente, apresentando ondas de cerca de 0,8 m de altura.

A rede-de-arrasto é considerada pouco seletiva, tanto por ser um aparelho de pesca ativo, que atua sobre o substrato onde habita grande parte da diversidade e da abundância de espécies, quanto por apresentar comprimento de malha bastante reduzido, funcionando com uma barreira para a maioria das espécies, exceto aquelas de grande capacidade natatória. Sendo assim, tem como principal característica a capacidade de capturar uma grande variedade de espécies, representando inúmeros filos animais e vegetais do substrato marinho.

O presente estudo demonstrou uma pequena diversidade biológica, sendo a composição da captura restrita, principalmente, a peixes e crustáceos, com a participação em número de 2.088 indivíduos (35,6%) e 3.777 indivíduos (64,4%) e peso 17.498 g (58,9%) e 12.510 g (41,1%), respectivamente. Os demais filos não tiveram representação significativa, com ocorrência de 10 exemplares de lula, duas pequenas colônias de ascídias, um siri do gênero *Calinectes* e uma lagosta-vermelha (*Panulirus argus*).

O necton demersal foi representado por 23 espécies de peixes, dentre as quais apenas três apresentaram destaque: manjuba, 1.880 indivíduos (90,0%) e 9.000 g (50,1%); boca-mole, 86 indivíduos (4,1%) e 3.281 g (18,3%); pescada-branca, 35 indivíduos (1,7%) e 2.050 g (11,4%). As demais espécies ocorreram com baixa abundância e conseqüentemente não tiveram relevância na participação relativa em número e peso (Quadro 5.8).

O camarão é o recurso-alvo das capturas com rede-de-arrasto demersal, de modo que um fator largamente utilizado para medir a eficiência da pesca e o impacto sobre a biota marinha de uma determinada região são as relações: (a) “camarões/fauna acompanhante”, calculada dividindo-se a produção de camarão pela produção de fauna descartada; (b) camarão/fauna de peixes, na qual a produção de camarões é dividida pela produção dos peixes, geralmente o grupo mais representativo em peso nas capturas.

Quadro 5.8 – Abundância absoluta e relativa das espécies de peixes que compõem o necton demersal e bentônico da região sob influência do Porto do Pecém, segundo amostragem em 18/02/2003

Espécie	Nº Indiv.	% Indiv.	Peso (g)	% (g)	Espécie	Nº Indiv.	% Indiv.	Peso (g)	% (g)
Manjuba	1880	90,04	9000	50,14	Sardinha-comum	2	0,10	14	0,08
Boca-mola	86	4,12	3281	18,28	Maria-luisa	2	0,10	170	0,95
Pescada-branca	35	1,68	2050	11,42	galo-depenacho	2	0,10	100	0,56
Bagre-de-fita	15	0,72	910	5,07	Michole-de-areia	2	0,10	60	0,33
Manjubão	14	0,67	330	1,84	Bicudinha	2	0,10	55	0,31
Sardinha-da-noite	10	0,48	260	1,45	Barbudo	1	0,05	40	0,22
Bagre-branco	8	0,38	410	2,28	Cabrinha	1	0,05	50	0,28
Cangauá	6	0,29	100	0,56	Bagre-amarelo	1	0,05	35	0,20
Judeu	5	0,24	185	1,03	Galo	1	0,05	3	0,02
Cabeça-dura	5	0,24	80	0,45	Baiacú	1	0,05	390	2,17
Coró-amarelo	4	0,19	130	0,72	Solha	1	0,05	85	0,47
Coró-branco	4	0,19	210	1,17					
TOTAL GERAL						2088	100	17948	100,00

Fonte: CAGECE, Estudo de Impacto Ambiental do Projeto do Emissário de Esgoto Pré-Tratado da UTE- Fortaleza. Fortaleza, VBA, 2003.

Damasceno *et al.*(1986) observaram que, para cada 1,0 kg de camarão capturado, 6,2 kg de fauna acompanhante eram descartados. Em estudos mais recentes, com base na captura pela frota industrial de arrasto da Região Norte, foi observada uma relação de 1:4,3 (Isaac & Braga,1999), valor um pouco superior ao encontrado por Braga *et al.* (2001) na zona costeira de Fortaleza (1:3,3), onde as condições podem ser consideradas semelhantes às do Porto do Pecém, dadas as circunstâncias de proximidade geográfica e estrutura portuária. Neste estudo a relação foi bastante inferior aos valores acima mencionados, pois para 1,0 kg de camarão foram capturados apenas 1,3 kg de fauna acompanhante, corroborando com a hipótese da baixa diversidade na região.

Os camarões existentes na área de influência do Porto do Pecém, em ordem decrescente de participação relativa nos arrastos, são: camarão-sete-barbas, (*Xiphopenaeus kroyeri*), com 3.713 indivíduos, 11.300 g e 11,3 kg/hora; camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis*), com 28 indivíduos, 470 g e 0,47 kg/hora; camarão-

vermelho (*Penaeus subtilis*), com 26 indivíduos, 380 g e 0,38 kg/hora; camarão-branco (*Penaeus schmitti*), com 10 indivíduos, 360 g e 0,36 kg/hora (Quadro 5.9).

Quadro 5.9 – Dados sobre participação relativa entre as espécies, comprimento médio, peso e CPUE das espécies de camarão, obtidos com base em arrastos realizados na área de influência do Porto do Pecém, em 18/02/2003.

Espécie	Nº total	% entre espécies	% machos	% fêmeas	comp.méd. machos (mm)	comp.méd. fêmeas (mm)	Peso total (9g)	CPUE k/hora
camarão-sete-barbas	3.713	98,31	57,6	42,4	13,3	15,0	11.300,00	11,30
camarão-rosa	28	0,74	42,8	57,2	22,7	28,5	470,00	0,47
camarão-vermelho	26	0,69	73,1	26,9	22,5	27,7	380,00	0,38
camarão-branco	10	0,26	60,0	40,0	30,8	32,5	360,00	0,36
TOTAL	3.777	100,0					12.510,00	12,51

Fonte: CAGECE, Estudo de Impacto Ambiental do Projeto do Emissário de Esgoto Pré-Tratado da UTE- Fortaleza. Fortaleza, VBA, 2003.

O índice de diversidade específica (H') sofre influência da abundância de cada espécie e da estrutura numérica da comunidade estudada, é largamente utilizado, pois de certa forma, reflete as características dos índices de equitabilidade e riqueza de espécies. O índice de equitabilidade (E) está diretamente relacionado com a proporcionalidade do número de indivíduos de cada espécie, ou seja, quando mais bem distribuído for o “N” total entre as espécies, menor o valor de (E), indicando maior a equitabilidade. O índice de riqueza de espécies (D) aumenta proporcionalmente com o aumento do número de espécies (Quadro 5.10).

Quadro 5.10 – Dados sobre relação camarão/fauna acompanhante e índices de diversidade específica (H'), equitabilidade (E) e riqueza de espécies (D)

Relação CA x PE	Índices		
	H'	E	D
1/1,35	2,70	0,86	2,88

CA = camarões; PE = peixes

Fonte: CAGECE, Estudo de Impacto Ambiental do Projeto do Emissário de Esgoto Pré-Tratado da UTE- Fortaleza. Fortaleza, VBA, 2003.

Tendo como referência trabalhos mais aprofundados, os valores encontrados para a área caracterizam a comunidade de peixes como sendo de diversidade específica mediana e baixa equitabilidade. Neste caso, com dominância numérica de 90,0% de uma espécie (manjuba) e baixa riqueza de espécies, com ocorrência de 23 espécies. No litoral de Fortaleza foram encontrados os valores de $H' = 4,52$, $E = 0,66$ e $D = 8,32$ (41 espécies) - Nottingham (1997); e $H' = 2,61$, $E = 0,57$ e $D = 8,35$ (97 espécies) - Braga *et al.* (2001).

A baixa diversidade biológica e a concentração de biomassa em apenas uma espécie indicam que a comunidade demersal da área encontra-se em desequilíbrio, provavelmente por consequência das obras de instalação do complexo portuário e, atualmente, por processos inevitáveis de modificação da dinâmica dos sedimentos, em função do acúmulo de partículas nas regiões adjacentes ao porto.

Estudos em desenvolvimento sobre a ictiofauna das poças de maré a jusante do Porto do Pecém (Marcelo Freitas, 2002) mostram que, a partir do início de segundo semestre de 2001, as poças sofreram um processo progressivo de assoreamento, até serem totalmente enterradas ao final do ano. Este processo provavelmente está ocorrendo na região a jusante da contenção de pedras offshore, que protege o porto, de modo semelhante ao ocorrido no Porto do Mucuripe, em Fortaleza, onde a parte interna do molhe sofreu um assoreamento da ordem de 46.716 m³ (Morais, 1981).

5.3 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ANTRÓPICO

5.3.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

A área de influência direta do empreendimento não é habitada, estando incluída no território do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, que se encontra em fase de implantação, contando atualmente apenas com o Terminal Portuário e com as indústrias Jota-dois (pré-moldados), Wobben Windpower Enercon Pecém (aerogeradores), Termelétrica MPX e CGTF – Central Geradora Termelétrica Fortaleza, em operação. Assim sendo, a área do estudo apresenta um movimento migratório pendular representado apenas pelos deslocamentos dos funcionários destas empresas, bem como pelos funcionários e motoristas de caminhões que demandam a área do porto para escoamento de mercadorias.

Os levantamentos efetuados na área de intervenção do empreendimento, localizada vizinha a área do Terminal Portuário, revelaram que não será necessário a desapropriação de terras, já que as obras da Usina de Dessalinização encontram-se assentes em terreno de propriedade do Estado, o qual está incluso na área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, que já tinha sido desapropriada antecipadamente. Assim sendo, não haverá relocação de população, nem tão pouco paralisações de atividades



econômicas decorrentes de interferências com as edificações da Usina de dessalinização, nem tão pouco com as adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura).

Ressalta-se que, a área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém já conta com boa parte de sua infra-estrutura básica implantada, sendo observada apenas a interferência em dois pontos das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) com a tubulação do gasoduto que atende a área do Terminal Portuário, sendo estas travessias efetuadas por método não destrutivo.

A fonte hídrica da Usina de Dessalinização será o alto mar na região do Terminal Portuário do Pecém, que se constitui numa fonte inesgotável e cujas características de qualidade da água atendem aos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental vigente, conforme pode ser visualizado nos resultados do Monitoramento das Águas Oceânicas na Área do Terminal Portuário do Pecém, relativo ao ano de 2005, efetuado pela Universidade Estadual do Ceará para a CEARÁPORTOS.

5.3.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

5.3.2.1 - Generalidades

A Área de Influência Indireta do Projeto da Usina de Dessalinização do Pecém encontra-se representada pelos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, que abrigam em seus territórios o Complexo Industrial/Portuário do Pecém, onde será implantada a Usina de Dessalinização, e cujo Terminal Portuário será contemplado com o fornecimento regularizado d'água a partir da referida indústria.

A área de influência indireta engloba, ainda, a localidade litorânea de Vila do Pecém, distrito de São Gonçalo do Amarante, que também será contemplada com suprimento hídrico a partir da usina de dessalinização, atendendo, no ano 2027, uma população de 6.142 habitantes. Apresenta-se a seguir a caracterização socioeconômica dos dois municípios, com base em dados secundários publicados em censos, anuários estatísticos, Atlas de desenvolvimento humano, etc.

5.3.2.2 - Evolução e Distribuição Geográfica da População

De acordo com o IBGE, em 2000, a área de influência indireta do empreendimento, composta pelos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, contava com uma população total de 285.854 habitantes, o correspondente a 3,85% da população do Estado do Ceará. Desse total, 225.854 habitantes, ou seja, 79,0% refere-se à população residente no núcleo urbano de Caucaia (Quadro 5.11). A Vila do pecém, localidade litorânea situada vizinha à área do Terminal Portuário do Pecém, por sua vez, contava com uma população de 2.765 habitantes, o correspondente a 7,8% da população urbana de São Gonçalo do Amarante, do qual é parte integrante.

Quadro 5.11 – Evolução da População e Distribuição Geográfica – 2000

Municípios	População (2000)			Taxa de Urbanização (%)	Densidade Demográfica (hab/km ²)	Taxa Geométrica de Crescimento - 1991/2000 (%)		
	Total	Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural
Caucaia	250.246	225.854	24.392	90,26	210,42	4,74	4,85	3,76
S. Gonçalo Amarante	35.608	22.077	13.531	62,00	42,28	2,20	2,30	2,04
Total	285.854	247.931	37.923	86,73	140,03	4,37	4,58	3,11

Fonte: IBGE, Censos Demográfico 1991 e 2000.

A densidade demográfica atingiu nesse ano o patamar de 140,03 hab/km² para a região como um todo, apresentando maior concentração no município de Caucaia (210,42 hab/km²), contra os 42,28 hab/km² apresentados por São Gonçalo do Amarante. Nas últimas décadas a ocupação dos espaços urbanos tem se acentuado, com a população se concentrando em torno de Caucaia, maior centro urbano da região, caracterizando um processo de inchamento desta cidade, tendo como conseqüência o aumento do número de grupos populacionais marginalizados.

Analisando o comportamento da urbanização na área de influência indireta, observa-se que ambos os municípios apresentaram taxas de urbanização superiores a 60,0%, com o Caucaia atingindo uma taxa de 90,26% e São Gonçalo do Amarante 62,0%. Apesar de constituir a área mais urbanizada, Caucaia apresentou no período 1991/2000 uma pequena variação no valor da taxa de urbanização (0,86%), comportamento semelhante foi verificado também no município de São Gonçalo do Amarante (0,60%). O distrito do Pecém apresentou no período considerado uma taxa de urbanização de 37,06%

A taxa anual de crescimento da população total verificada para o período de 1991/2000 foi de 4,37% ao ano, valor superior ao registrado pelo Estado do Ceará (1,73% a.a.). O crescimento populacional na área de influência indireta apresentou taxas positivas em ambos os municípios, com valores de 2,20% (São Gonçalo do Amarante) e 4,74% ao ano (Caucaia).

No período em análise, o crescimento urbano atingiu uma taxa média anual de 4,58% ao ano com os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante apresentando níveis médios de incremento urbano de 4,85 e 2,30% a.a., respectivamente.

Em relação à população rural, esta apresentou taxas anuais de crescimento positivas em ambos os municípios, com destaque para Caucaia, cuja taxa de crescimento atingiu 3,76%, enquanto que em São Gonçalo do Amarante esta foi de 2,04% ao ano. Em suma, no período de 1991/2000, ocorreu uma diminuição relativa da população rural que passou de 14,8% para 13,3% do total, apesar de em termos absolutos ter se verificado um incremento de 28.785 habitantes em 1991 para 37.923 habitantes em 2000.

5.3.2.3 - Qualidade de Vida da População

5.3.2.3.1 - *Nível de Instrução*

Pode-se aferir o nível ou padrão de vida de uma população através de vários indicadores, mas principalmente, pela porcentagem de analfabetos, pelo nível de renda, pelas condições médico-sanitárias e pelo Índice de Desenvolvimento Humano, entre outros.

Analisando o nível de instrução da população dos municípios contemplados, em 2000, observou-se uma taxa de analfabetismo de 23,04% em Caucaia e de 30,88% em São Gonçalo do Amarante dentre o total de pessoas maiores de 5 anos. Estes índices, comparados com o do Estado do Ceará que foi de 27,85%, mostram-se menos graves, porém demonstram uma situação ainda crítica em termos de educação (Quadro 5.12). Na Vila do Pecém o índice de analfabetismo atingiu 21,65%.

Quadro 5.12 – Indicadores da Qualidade de Vida - 2000

Discriminação	Caucaia	São Gonçalo do Amarante	Total
Taxa de Analfabetismo (%)	23,04	30,88	24,03
Chefes de Domicílios com Renda Inferior a 2 Salários Mínimos (%)	60,34	73,13	61,92
Taxa de Mortalidade Infantil (%)	32,8	27,9	(...)
Número de Leitos/habitante	1:1.472	1:1.079	1:1.408
Número de Médicos/habitante	1:1.065	1:1.484	1:1.104

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2000 e IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará, 2001.

(...) Informação não disponível.

A evasão escolar no município de Caucaia apresentou, em 2000, taxas de 11,88% no ensino médio e 17,53% no ensino fundamental, enquanto que no município de São Gonçalo do Amarante estes percentuais caem para 7,8% e 9,56%, respectivamente. O abandono das atividades escolares encontra-se associado, no meio rural, à falta de adequação entre os calendários escolar e agrícola, à distância escola/residência, à falta de transporte e o seu custo, e aos processos migratórios aos quais estão expostas as famílias. Na zona urbana, a necessidade em complementar a renda familiar é o principal motivo da evasão escolar, que se evidencia mais entre os jovens.

Quanto às taxas de repetência calculadas para a área, no ano de 2000, estas se revelaram maiores no ensino fundamental, que atende a faixa etária de 7 a 14 anos de idade, atingindo 8,67% contra 3,29% no ensino médio (faixa etária de 15 a 18 anos) no município de Caucaia. No município de São Gonçalo do Amarante estes índices atingem os percentuais de 8,22% e 2,72%, respectivamente. As taxas de repetência nos ensinos fundamental e médio decorrem, principalmente, da ineficácia dos processos de iniciação escolar, da falta de qualificação dos professores, bem como da necessidade da criança e/ou adolescente trabalhar para contribuir com a renda familiar.

5.3.2.3.2 - Distribuição da Renda

No tocante à distribuição de renda, os dados do Censo de 2000 do IBGE para o conjunto dos municípios estudados confirmam que 61,92% dos chefes de domicílios recebem uma renda mensal inferior a dois salários mínimos, o que comprova o baixo padrão de vida da população residente na região de influência do

empreendimento. Obviamente, os chefes de domicílios que compõem o estrato inferior de renda apresentam-se mais representativos na zona rural, o que torna mais agravante a situação, tendo em vista a elevada concentração das terras, a falta de oportunidades de emprego e a precariedade dos serviços básicos.

De acordo com o IBGE, a distribuição de renda segundo os municípios, tendo em conta o segmento de chefes de domicílios com renda inferior a dois salários mínimos mensais, indica que o menor percentual de baixos salários foram percebidos no município de Caucaia (60,34%), notadamente o município que apresenta maior contingente de População Economicamente Ativa (PEA) empregada nos setores terciário e secundário da economia. Para o município de São Gonçalo do Amarante o percentual de chefes nesta categoria atinge 73,13%. Ressalta-se, entretanto, que os chefes de domicílios que não contavam com rendimentos não foram aqui computados, revelando que o problema de concentração de renda é ainda mais acentuado.

5.3.2.3.3 - Condições Médico-Sanitárias

Outro elemento importante para se aferir à qualidade de vida de uma população refere-se às suas condições de saúde. A mortalidade infantil expressa pelo número de crianças que morrem antes de terem completado o primeiro ano de idade, apresenta-se relativamente elevada na área de influência indireta, tendo sido registrado para o município de Caucaia uma taxa de 32,8%, no ano 2000, caindo para 27,9% em São Gonçalo do Amarante. Tais índices têm mostrado decréscimo ao longo da última década, apresentando como fatores que concorrem para a sua queda a orientação dos agentes comunitários de saúde; o incentivo ao aleitamento materno; o manejo adequado das diarreias e infecções respiratórias; o aumento da cobertura vacinal para doenças imuno-preveníveis.

A relação número de leitos hospitalares por habitantes, também serve como indicador sanitário. Para a área de influência indireta esta relação apresenta-se deficitária, sendo igual a um leito para cada 1.408 habitantes, bastante mais elevado que o recomendado pela OMS (1:200).

Esta situação mostra-se mais crítica no município de Caucaia onde a relação número de leitos/habitantes apresenta-se elevada atingindo 1:1.472. Em São Gonçalo do Amarante a relação leito/habitante atinge menor valor, embora seja considerada também elevada (1:1.079). Mesmo Fortaleza, que representa o grande centro médico-hospitalar do Estado do Ceará, para o qual convergem os habitantes dos municípios interioranos, apresenta uma relação leito/habitante um pouco acima do padrão (1:301), sem levar em consideração o contingente interiorano e até mesmo de outros estados que diariamente busca assistência médica na capital.

Quanto à relação médicos/habitantes, esta atingia para a área de influência indireta, em 2000, um valor de 1:1.104, o qual apresenta-se um pouco acima do parâmetro considerado padrão da OMS (1:1.000). Constatou-se que, os municípios de São Gonçalo do Amarante registrou neste ano relação médico/habitante igual a 1:1.484, caindo este valor para 1:1.065 em Caucaia.

5.3.2.3.4 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Constitui outro importante parâmetro para análise da qualidade de vida e do progresso humano de populações, o Índice de Desenvolvimento Humano, que leva em conta para o seu cálculo, além do PIB “per capita”, variáveis como expectativa de vida, longevidade e nível educacional.

Analisando a evolução do IDH-M na região nas últimas décadas, observa-se que em meados de 1970 os municípios da área do estudo estavam classificados no grupo de baixo nível de desenvolvimento humano. A partir de 1991, Caucaia passou a ser o único município do grupo a ser considerado como de médio nível de desenvolvimento humano, enquanto que em 2000 o município de São Gonçalo do Amarante foi elevado a esta categoria. Com efeito, observa-se uma evolução nos valores do IDH dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, com o primeiro passando de 0,291 em 1970, para 0,721 em 2000, e o segundo de 0,263 para 0,639 (Quadro 5.13).

Quadro 5.13 – Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Ano	Caucaia	São Gonçalo do Amarante	Ceará
1970	0,291	0,263	0,293
1980	0,416	0,385	0,440
1991	0,525	0,413	0,517
2000	0,721	0,639	0,699

Fonte: PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, *Desenvolvimento e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros, 1998 e Atlas de Desenvolvimento Humano, 2002.*

5.3.2.4 - Organização Social

Quanto à organização da população e o seu grau de engajamento em organizações representativas, seja de categorias profissionais, seja de entidades de bairro, constatou-se que o associativismo é pouco disseminado na área de abrangência do empreendimento. Na Vila do Pecém merece destaque apenas a Associação Comunitária e Pesqueira do Pecém, que conta com 240 associados. A referida associação comercializa toda a produção pesqueira, além de alugar barcos e repassar gelo para os pescadores a preços acessíveis. Conta, ainda com uma creche comunitária para atendimento aos filhos dos pescadores.

Constatou-se, ainda, a presença das colônias de férias dos servidores do DERT e dos professores (APEOC), ambas localizadas na Colônia do Pecém, cujos associados são profissionais residentes em Fortaleza. Não foi constatada a presença de associações de moradores, que pudessem promover a organização dos comunitários na defesa de seus interesses.

5.3.2.5 - Infra-Estrutura Física e Social

5.3.2.5.1 - Setor Transportes

A área de influência indireta é servida por duas rodovias federais (BR-020 e BR-222), permitindo a integração do espaço estudado à capital do Estado do Ceará e a outras regiões do país. A BR-020 se desenvolve, a partir de Fortaleza, no sentido sudoeste, interceptando o município de Caucaia, servido para interligação da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) ao Sertão dos Inhamuns e ao Estado do Piauí, além de permitir o acesso ao Distrito Federal. Encontra-se pavimentada em

toda sua extensão, apresentando, no entanto, condições de tráfego precárias, dado a falta de manutenção.

A BR-222 serve o setor oeste da RMF, interceptando terras dos municípios de Fortaleza, Caucaia e São Gonçalo do Amarante e permitindo o acesso ao Complexo Industrial/Portuário do Pecém via CE-422. Esta rodovia constitui a ligação da RMF à zona norte do Estado do Ceará e ao E, apresentando-se pavimentada em toda a sua extensão.

As rodovias estaduais (CE-421, CE-422, CE-085 e CE-348) proporcionam a ligação entre área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém e os principais eixos de escoamento da área estudada, bem como entre os núcleos urbanos da região e áreas com potencial turístico, exercendo basicamente, funções alimentadoras. Em geral, caracterizam-se por apresentar boas condições de tráfego. Nenhuma das rodovias estaduais que interceptam a área do CIPP será interceptada pelo traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura), nem tão pouco contarão com trechos das referidas adutoras se desenvolvendo em suas faixas de domínio.

As rodovias municipais complementam a malha rodoviária da área, sendo geralmente, constituídas por estradas em leito natural. O terreno onde será implantada a Usina de Dessalinização é margeado ao Sul pela estrada de piçarra, que interliga o Terminal Portuário a Vila do Pecém.

A rede de transporte ferroviário de carga é operada na área de influência indireta pela Companhia Ferroviária Nacional – CFN, que conta com a Linha Tronco Norte, com 1.158km, ligando Fortaleza a São Luís do Maranhão, se desenvolvendo paralela a BR-222. Desta parte o ramal que atende o Complexo Industrial/Portuário do Pecém.

Quanto ao transporte marítimo, a infra-estrutura portuária da região está localizada no município de São Gonçalo do Amarante, sendo administrada pela CEARÁPORTOS, estando composta pelo Terminal Portuário do Pecém, que integra o Complexo Industrial/Portuário do Pecém.

5.3.2.5.2 - Setor Educacional

O setor educacional dos municípios que compõem a área de influência indireta dispõe basicamente de três níveis regulares de ensino: pré-escolar, fundamental e médio, ministrados pelas redes de ensino estadual, municipal e particular.

Segundo dados do IPLANCE (2000), 242 estabelecimentos ministravam aulas a 109.512 estudantes, estando a maioria destas escolas vinculadas às redes municipal (52,89%) e particular (38,43%) de ensino. A administração estadual respondia por apenas 8,68% dos estabelecimentos de ensino, estando 80,95% destes localizados em Caucaia. As escolas municipais estão localizadas em sua maior parte na zona rural, enquanto que as escolas particulares estão em geral associadas às zonas urbanas, sendo observada uma concentração destas últimas no município de Caucaia, que responde por 90,32% do número total de escolas particulares da região.

O corpo docente era composto por um total de 3.818 professores, estando 57,57% destes vinculados a rede municipal, a maior parte sem formação adequada. A rede particular de ensino, onde se observa um maior nível de qualificação dos professores apresenta em geral seus estabelecimentos posicionados na zona urbana, estando 90,20% dos seus professores concentrados na cidade de Caucaia (Quadro 5.13).

Quadro 5.13 – Estabelecimentos de Ensino, Corpo Docente e Matrícula Inicial – 2000

Rede de Ensino	Caucaia			São Gonçalo do Amarante			Total		
	Estab. Ensino	Corpo Docente	Matrícula a Inicial	Estab. Ensino	Corpo Docente	Matrícula Inicial	Estab. Ensino	Corpo Docente	Matrícula a Inicial
Estadual	17	658	20.703	4	95	2.901	21	753	23.604
Municipal	93	1.909	59.915	35	289	9.052	128	2.198	68.967
Particular	84	782	15.515	9	85	1.426	93	867	16.941
Total	194	3.349	96.133	48	469	13.379	242	3.818	109.512

Fonte: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará 2001.

Em suma, existem acentuadas desigualdades de oferta e de condições de ensino. As disparidades mostram que o ensino desenvolveu-se fortemente influenciado por variáveis econômicas e de localização. As regiões mais desenvolvidas investem maior quantidade de recursos no ensino básico, o que repercute em maior cobertura escolar, melhores condições de ensino, melhores

instalações físicas e índices de desempenho educacional mais elevados. Por outro lado, o parque escolar da zona rural em geral encontra-se mal distribuído, com diferenciais em seus espaços físicos e com alto índice de professores leigos.

5.3.2.5.3 - Setor Saúde

Os serviços de atendimento médico-hospitalar nos municípios pertencentes à área de influência indireta estão aquém das reais necessidades das comunidades, a exemplo do que ocorre no Estado do Ceará como um todo. Os indicadores dos serviços de saúde, já abordados anteriormente, no Item 5.3.2.3.3, que diz respeito a taxa de mortalidade infantil, número de médicos/habitantes e número de leitos/habitantes, confirmam esta afirmativa.

De acordo com dados referentes ao ano de 2000, obtidos no Anuário Estatístico do Ceará, existia na área um total de 63 unidades de saúde conveniadas ao SUS, sendo o maior número referente a centros de saúde (20 unidades) e postos de saúde (13 unidades), sendo que os primeiros tem ocorrência restrita apenas ao município de Caucaia. Os hospitais conveniados totalizavam 10 unidades, sendo que 90,0% destes estavam concentrados na cidade de Caucaia.

O município de Caucaia concentra os melhores serviços de atendimento médico-hospitalar da região, contando no ano 2000 com 51 unidades de saúde vinculadas ao SUS, assim distribuídas: 9 hospitais, 7 postos de saúde, 20 centros de saúde, três ambulatórios, duas unidades móveis, cinco unidades básicas de saúde, uma unidade mista, um consultório médico/odontológico e três unidades diversas, dispondo de 111 leitos. O corpo médico do município era composto por 265 médicos, 70 odontólogos, 73 enfermeiros e mais 57 outros profissionais de saúde de nível superior, 387 de nível médio e 223 agentes comunitários de saúde. O número de médicos por habitantes é satisfatório atingindo 1,06 médicos por mil habitantes.

Os principais problemas de saúde que afetam a população são aqueles relacionados com As doenças da primeira idade, principalmente, subnutrição e desidratação, além de doenças respiratórias e verminoses. Esta última com maior

incidência devido à falta de saneamento básico. Entre as doenças transmissíveis de notificação compulsória merecem destaque a tuberculose, a dengue, as hepatites virais e a hanseníase (Quadro 5.14).

Quadro 5.14 – Casos de Doenças Transmissíveis de Notificação Compulsória 2000

Doenças	Caucaia	São Gonçalo do Amarante	Total
<i>AIDS</i>	22	-	22
<i>Dengue</i>	144	5	149
<i>Hanseníase</i>	70	5	75
<i>Hepatite</i>	85	13	98
<i>Meningite</i>	7	1	8
<i>Tuberculose</i>	198	21	219
<i>Diarréias¹</i>	5.412	2.679	8.091

Fonte: Secretária de Saúde do Estado do Ceará, Boletins Informativos 2001.

¹ Informação relativa ao primeiro semestre do ano de 1999.

Dentre as doenças de veiculação hídrica, a diarreia se destaca com maior número de casos notificados, tendo atingido só no primeiro semestre de 1999, 5.412 casos em Caucaia e 2.679 casos em São Gonçalo do Amarante. A falta de estrutura de saneamento básico é apontada como a principal causa de incidência desta doença, que tem sua ocorrência intensificada, sobretudo, no período de chuvas, quando as fontes de abastecimento humano ficam vulneráveis a contaminação.

5.3.2.5.4 - Setor de Comunicação

O sistema de telefonia fixa da área de influência indireta vem sendo operado pela TELEMAR, contando, em 2000, com 11.248 terminais convencionais em serviço nos dois municípios, estando 89,74% destes instalados no município de Caucaia (10.094 terminais).

Os serviços postais, sob a responsabilidade da ECT - Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, são efetuados por duas agências de correios, quatro agências de correios satélites, uma agência de correio franqueada, 18 postos de venda de produtos e três postos de correio, os quais encontram-se distribuídos pelas sedes municipais. Destes estabelecimentos, 85,71% estão localizados em Caucaia, com o município de São Gonçalo do Amarante contado apenas com uma unidade de cada, exceto com agência de correio franqueada. Caucaia dispõe, ainda, de 18

caixas de coleta, enquanto em São Gonçalo do Amarante estas estão reduzidas a uma única unidade.

Quanto aos serviços de radiodifusão, a área conta apenas com uma estação de rádio localizada no município de Caucaia, operando em frequência modulada (FM).

5.3.2.5.5 - Energia Elétrica

A COELCE – Companhia de Eletrificação do Ceará é a concessionária que opera os sistemas de produção, transmissão e distribuição de energia elétrica na área de influência indireta do empreendimento. O fornecimento de energia elétrica aos municípios da região atendida, em 2000, 73.732 consumidores, estando 87,45% destes concentrados no município de Caucaia. O maior número de consumidores em ambos os municípios encontram-se associados às classes residencial e comercial, as quais respondem por 93,33% e 4,73% do número total de consumidores. Em seguida aparecem com menores percentuais a eletrificação rural com 0,84%, o setor público com 0,74% e o setor industrial com 0,36%. Ressalta-se que, a eletrificação rural apresenta um número de consumidores superior aos do setor industrial em ambos os municípios (Quadro 5.15).

Quadro 5.15 - Número de Consumidores de Energia Elétrica – 2000

Classes de Consumo	Caucaia	São Gonçalo do Amarante	Total
<i>Residencial</i>	60.530	8.281	68.811
<i>Industrial</i>	234	29	263
<i>Comercial</i>	2.946	541	3.487
<i>Rural</i>	386	235	621
<i>Público</i>	380	162	542
<i>Outros</i>	5	3	8
Total	64.481	9.251	73.732

Fonte: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará – 2001.

No município de Caucaia observa-se um quadro geral avultado para as atividades comerciais e industriais em comparação com o município de São Gonçalo do Amarante, com o número de consumidores de energia do setor comercial desta cidade respondendo por 67,4% do total de consumidores vinculados às atividades econômicas. Deve-se, ainda, salientar o consumo relativamente significativo do núcleo urbano de Caucaia, que responde por 88,97% do consumo de energia do

setor industrial da área estudada, e por 84,48% do consumo do setor comercial. A eletrificação rural apresenta-se pouco significativa na área como um todo, atendendo a 621 consumidores (14,2 % do total das atividades econômicas), apresentando-se mais representativo no município de Caucaia (386 consumidores), caindo este número para 235 consumidores rurais em São Gonçalo do Amarante.

5.3.2.5.6 - Saneamento Básico

a) Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

Nos municípios que integram a área de influência indireta a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE é o órgão responsável pelas ações de saneamento básico. Atualmente, na área em estudo, estão sendo atendidas com sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário as duas sedes municipais e a Vila do Pecém, em São Gonçalo do Amarante. Os sistemas de abastecimento d'água destas comunidades apresentam índices de cobertura oscilando entre 88,0% e 90,0%. No caso dos sistemas de esgotamento sanitário, no entanto, os índices de cobertura apresentam-se pouco satisfatórios, merecendo destaque apenas a Vila do Pecém, onde 50,4% da população é atendida, caindo este percentual para 38,55% em Caucaia e para 20,31% em São Gonçalo do Amarante.

Quanto à fonte hídrica dos sistemas de abastecimento de água existentes na área de influência, a cidade de Caucaia usa a água proveniente do macro-sistema da Região Metropolitana de Fortaleza (Sistema Pacoti/Riachão/Gavião). A Vila do Pecém utiliza atualmente a água da lagoa do Pecém (exutório da água subterrânea do aquífero Dunas). Em São Gonçalo do Amarante o sistema é constituído por uma bateria de poços tubulares perfurados no aquífero Dunas, com recarga direta da lagoa das Cobras (interdunar). Todas estas localidades dispõem de ETA - Estação de Tratamento de Água

O Quadro 5.16 mostra a situação atual dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário existentes nos municípios da área de influência

indireta, informando dados referentes a população atendida e nível de cobertura dos serviços.

Quadro 5.16 – Características dos Sistemas de Abastecimento d'Água e Esgotamento Sanitário Existentes

Localidade		População (hab)				Índices (%)			
		Urbana	Taxa Ocupação	Abast. Ativa	Abast. Real	Coberta	Ligação Ativa	Ligação Real	Cobertura
Vila do Pecém	Água	6.426	4,29	3.775	4.852	5.744	58,74	75,50	89,39
	Esgoto			2.299	2.312	3.239	35,78	35,98	50,40
São Gonçalo Amarante	Água	8.694	4,04	5.422	6.424	7.761	62,36	73,88	89,27
	Esgoto			1.729	1.745	1.765	19,89	20,07	0,31
Caucaia	Água	295.418	4,26	189.310	207.756	261.696	64,08	70,33	88,58
	Esgoto			103.931	104.975	113.887	35,18	35,53	38,55

Fonte: CAGECE

b) Resíduos Sólidos

Segundo dados do Censo Demográfico de 2000 do IBGE, no qual foi auferido o destino dos resíduos sólidos, segundo os domicílios, o conjunto dos municípios da área de influência indireta conta com 71,89% dos seus domicílios sendo atendidos pela coleta pública, 13,84% jogam o lixo gerado em terrenos baldios ou cursos e mananciais d'água, 13,08% queimam ou enterram o lixo produzido e 1,19% lhes dão outro destino (Quadro 5.17).

Quadro 5.17 – Destino dos Resíduos Sólidos – 2000

Destino do Lixo	Caucaia	São Gonçalo do Amarante	Total
Coletado	44.700	3.970	48.670
Queimado	5.346	1.851	7.197
Enterrado	1.153	508	1.661
Jogado em Terreno Baldio ou Logradouro	7.054	1.935	8.989
Jogado em Rio, Lago ou Mar	361	19	380
Outro Destino	766	36	802
Total	59.380	8.319	67.699

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

Analisando o destino dado aos resíduos sólidos, segundo os municípios, observa-se que o município em melhor situação é Caucaia, com uma cobertura da coleta pública do lixo igual a 75,28%. O município de São Gonçalo do Amarante apresenta cobertura da coleta do lixo atingindo apenas 47,72% dos seus domicílios.

As práticas de incineração ou enterramento do lixo se destacam no município de São Gonçalo do Amarante, com 28,36% dos seus domicílios adotando uma dessas práticas, enquanto que em Caucaia este percentual atinge apenas 10,94%.

O lançamento de resíduos sólidos em locais inadequados apresenta-se mais representativo no município de São Gonçalo do Amarante, com 23,93% dos seus domicílios dando esse destino ao lixo produzido, enquanto que em Caucaia esse percentual atinge 13,78%. Analisando esta questão com base nos valores absolutos a situação apresenta-se mais crítica no município de Caucaia, que conta com 8.181 domicílios enquadrados nesta situação, enquanto que em São Gonçalo do Amarante e na Vila do Pecém este número se reduz para 1.990 domicílios e 291 domicílios, respectivamente.

Objetivando a desativação de todos os lixões existentes na Região Metropolitana de Fortaleza, o Governo Estadual implantou três aterros sanitários, dos quais um encontra-se posicionado no município de Caucaia, Aterro Sanitário Metropolitano Oeste, sendo voltado para destinação final do lixo dos municípios de Fortaleza, Caucaia e São Gonçalo do Amarante.

5.3.2.6 - Atividades Econômicas

5.3.2.6.1 - *Setor Primário*

a) Atividade Agrícola

Segundo dados do IBGE, em 2004, se destacavam com maior percentual de área cultivada no setor agrícola dos municípios da área de influência indireta as culturas da castanha de caju com 37,88% da área total, feijão com 19,08%, milho com 15,54% e coco-da-baía com 9,75%. A área colhida com castanha de caju nos municípios estudados chegou a representar 2,89% da área total colhida no Estado do Ceará com essa cultura. O município de São Gonçalo do Amarante foi o que apresentou maior percentual de área cultivada com castanha de caju na região, perfazendo 70,75% do total (Quadro 5.18).

Quadro 5.18 – Área Colhida, Produção e Valor da Produção Agrícola 2004

Produtos	Caucaia			São Gonçalo do Amarante			Total		
	Área (ha)	Prod. (t)1	Valor (R\$ 1.000)	Área (ha)	Prod. (t)1	Valor (R\$ 1.000)	Área (ha)	Prod. (t)1	Valor (R\$ 1.000)
Castanha de caju	3.100	1.395	1.848	7.500	1.043	1.392	10.600	2.438	3.240
Coco-da-baía	2.030	8.253	2.476	700	3.500	1.029	2.730	11.753	3.505
Feijão	2.550	866	1.189	2.790	600	722	5.340	1.466	1.911
Mandioca	250	2.000	352	1.600	12.800	2.048	1.850	14.800	2.400
Milho	2.200	1.188	460	2.150	464	161	4.350	1.652	621
Banana	800	6.000	2.040	12	90	29	812	6.090	2.069
Cana-de-açúcar	500	20.910	627	1.800	90.738	2.722	2.300	111.648	3.349

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2004.

1- Produção expressa em mil cachos no caso da banana e em mil frutos no caso do coco-da-baía.

O nível tecnológico da agricultura praticada na área de influência indireta é baixo, uma vez que apenas 3,48% dos proprietários rurais usam a mecanização, sendo observada apenas pequenas variações em torno deste percentual em ambos os municípios integrantes da área de influência indireta. A assistência técnica é pouco difundida na região, sendo adotada por apenas 0,71% dos agricultores da região. O uso de defensivos agrícolas apresenta-se mais representativo atingindo 18,18% dos produtores rurais para a área como um todo, sendo observado um maior nível de consumidores no município de Caucaia.

Quanto à exploração pecuária, esta se encontra representada principalmente pelo efetivo avícola, que perfazia para a área contemplada, em 2004, um total de 882.243 cabeças, estando 66,41% deste plantel vinculado ao município de Caucaia (Quadro 5.19). Merece destaque, ainda, a bovinocultura voltada para corte e leite, estando o rebanho mais expressivo no município de Caucaia (18.666 cabeças), representando 67,64% do plantel bovino da região. Em termos de representatividade no Estado do Ceará, o rebanho bovino da área de influência indireta, que perfaz 27.596 cabeças, participa com apenas 1,22% do total estadual.

Quadro 5.19 – Efetivo do Rebanho 2004 (cabeças)

Rebanho	Caucaia	São Gonçalo do Amarante	Total
Bovinos	18.666	8.930	27.596
Suínos	9.151	7.849	17.000
Equinos	1.375	799	2.174
Asininos	498	1.445	1.943
Muare	366	329	695
Ovinos	8.005	7.198	15.203
Caprinos	4.985	4.502	9.487
Aves	585.877	296.366	882.243

Fonte: IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2004.

Quanto ao nível tecnológico da pecuária da área do estudo, este pode ser considerado baixo com menos de 2,0% dos pecuaristas afirmando ter acesso a assistência técnica e cerca de 17,0% alegando efetuar o controle de doenças no rebanho.

Em termos de balanço do valor bruto da produção agropecuária, observa-se para o município de São Gonçalo do Amarante um nítido predomínio da atividade agrícola que contribui com cerca de 70,0% para a formação do valor da produção agropecuária da área do referido município, em detrimento da agricultura que perfaz apenas 30,0%. Situação contrária observa-se para o município de Caucaia, onde a atividade predominante, em termos de valor da produção, é a pecuária (cerca de 85,0%).

b) Atividade Pesqueira

A atividade pesqueira desenvolvida na área de influência indireta encontra-se representada predominantemente pela pesca marítima, visto que os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante não contam com colônias de pescadores vinculadas a reservatórios públicos.

A produção pesqueira marítima dos municípios da área do estudo, em 2000, atingiu 353 t, o correspondente a apenas 2,71% da produção estadual, estando 62,32% deste valor vinculado ao município de São Gonçalo do Amarante. As espécies de pescado mais representativas, em termos de quantidade produzida, foram a serra com 22,95% do total, o ariacó com 12,75%, o caicó com 11,9% e a cavala com 10,48%. Aparecem, ainda, com destaque as produções de sardinha (16 t), pescada com 15 t, arraia e guarajuba (12 t cada), que juntos respondem por 15,58% da produção de pescado da região (Quadro 5.20).

5.3.2.6.2 - Setor Secundário

De acordo com os dados do IPLANCE de 2000, o setor secundário da área de influência indireta era composto predominantemente pela indústria de transformação com 405 empresas, estando aí posicionado um grande pólo industrial representado pelo município de Caucaia, que abriga 91,6% das indústrias da região. Dentre as indústrias de transformação ativas destacam-se os gêneros Produtos Alimentares

(21,48%); Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos, Couros e Peles (14,57% do total); Produtos Minerais Não Metálicos (13,58%), Madeira e Mobiliário (10,37%) e Metalurgia (7,9%), conforme pode ser visualizado no Quadro 5.21.

Quadro 5.20 – Produção Pesqueira Marítima – 2000

Discriminação	Produção (t)			
	Caucaia	São Gonçalo do Amarante	Total	Ceará
Ariacó	24	21	45	540
Arraia	5	7	12	378
Bagre	-	1	1	134
Bejupirá	3	2	5	189
Biquara	4	5	9	325
Bonito	3	4	7	120
Caçã	-	1	1	120
Camarão	4	5	9	783
Camurim	-	1	1	41
Camurupim	2	3	5	124
Carapitanga	1	-	1	199
Cavala	16	21	37	1.359
Cioba	1	-	1	158
Dentão	1	-	1	67
Dourado	1	1	2	124
Garoupa	1	-	1	120
Guarajuba	2	10	12	203
Lagosta	-	7	7	3.002
Palombeta	-	1	1	85
Pargo	1	-	1	1.082
Pescada	4	11	15	91
Sardinha	10	6	16	912
Serra	19	62	81	606
Sirigado	1	-	1	252
Caicó	21	21	42	998
Outros	9	30	39	1.023
Total	133	220	353	13.035

Fonte: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará 2001.

No setor de alimentos, merece destaque a indústria de beneficiamento da castanha de caju. Destaca-se neste ramo as indústrias Brasil Exportações de Castanhas S.A., Caucaia Industrial S.A. (CAISA) e Agroindustrial Gomes Ltda, todas localizadas no município de Caucaia. Afora a indústria cajueira, merece destaque no setor de alimentos a fabricação de massas alimentícias, que conta com duas indústrias de grande porte a Técnica Brasileira de Alimentos S.A., cuja produção encontra-se centrada na produção de macarrão e biscoitos, sendo proprietária da marca Bonamezza, e a Fábrica de Produtos Alimentícios Luso-brasileira.

Quadro 5.21 – Indústrias de Transformação, por Gênero de Atividades 2000

Gênero de Atividade	Caucaia	São Gonçalo do Amarante	Total	Ceará
Prod. Minerais Não Metálicos	55	-	55	946
Metalurgia	31	1	32	804
Mecânica	6	1	7	136
Mat. Elet., Eletrônico e Comun.	3	-	3	20
Material de Transporte	13	-	13	66
Madeira e Mobiliário	39	3	42	1.386
Papel e Papelão	5	-	5	86
Borracha	4	-	4	79
Couros, Peles e Similares	5	-	5	144
Química	17	3	20	256
Prod. Farmacêuticos e Veterin.	2	-	2	36
Perfumaria, Sabões e Velas	8	-	8	213
Materiais Plásticos	13	-	13	209
Têxtil	2	-	2	445
Vest., Calç., Artef. de Tecidos, Couros e Peles	55	4	59	4.159
Produtos Alimentares	71	16	87	2.709
Bebidas	4	2	6	238
Editorial e Gráfica	7	-	7	535
Indústrias Diversas	33	4	37	2.516
Total	371	34	405	14.983

Fonte: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará 2001.

No setor de Minerais Não Metálicos merece menção o pólo graniteiro, onde a exploração de granito, em escala comercial, vem sendo desenvolvida a cerca de 11 anos, exportando para diversos países, merecendo destaque às empresas GRANOS – Granitos do Nordeste S.A., IMARF – Granitos e Mineração S.A. e MULTIGRAN – Mineração de Granitos Ltda. A indústria da cerâmica vermelha é outro segmento que merece destaque, estando bastante difundido pela região estudada, apresentando maior concentração no município de Caucaia, com destaque para as indústrias Cerâmica Caucaia, Cerâmica Sítios Novos e Cerâmica Alvorada Ltda.

Na indústria extrativa mineral merece destaque a extração de petróleo pela PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S.A., contando na plataforma continental com os campos de Curimam e Espada, na Taíba (São Gonçalo do Amarante), que juntos responderam por uma produção de petróleo, em 2000, de 335.159 m³.

O programa de promoção industrial posto em prática pelo Estado do Ceará prevê a instalação nos próximos anos de 66 empresas na região, com um volume

total de investimentos superior a R\$ 1,51 bilhões e geração de 10.045 empregos diretos. Analisando a distribuição geográfica das empresas que assinaram o protocolo de intenções do Programa de Promoção Industrial, constata-se na área de influência indireta que 87,9% destas optaram por se instalar no município de Caucaia (58 indústrias).

O Governo do Estado do Ceará vem se empenhando no sentido de atrair para o futuro Complexo Industrial/Portuário do Pecém, cuja área engloba terras dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, indústrias de base, geradoras de matérias-primas.

5.3.2.6.3 - Setor Terciário

O setor comercial e de serviços da área de influencia indireta apresenta a maior parte dos seus estabelecimentos concentrados no município de Caucaia, principal centro polarizador da economia da região, apresentando não só o maior número de empresas comerciais e de serviços, como também o melhor padrão de qualidade em oferta de produtos e serviços.

Para a área de influência indireta como um todo, o comércio varejista é bem mais expressivo do que o atacadista, respondendo pela quase totalidade dos estabelecimentos comerciais da região. Predominam os estabelecimentos de Produtos de Gêneros Alimentícios, vindo em seguida, numa escala relativamente mais reduzida, os estabelecimentos de Vestuário, Tecidos, Calçados, Armarinhos e Miudezas; de Material para Construção em Geral e de Veículos, Peças e Acessórios. No comércio atacadista predomina amplamente os estabelecimentos de Produtos de Gêneros Alimentícios.

O subsetor serviços, com menor expressividade, compreende basicamente, o ramo de Saneamento, Limpeza e Construção, merecendo ainda destaque embora numa escala mais reduzida, as empresas de Serviços Comerciais, o ramo de Escritórios de Gerência, Administração e Depósitos e os estabelecimentos de Transportes.

No setor terciário da área de influência indireta se sobressai, ainda, a atividade turística, que vem apresentando maior índice de desenvolvimento no decorrer da última

década. Os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante integram a denominada Região Turística II do Programa PRODETUR/NE com investimento realizado na instalação de infra-estrutura básica, tais como vias de acesso, saneamento básico e empreendimentos hoteleiros. A região já foi beneficiada com a implantação da CE-085 (Via Estruturante), rodovia turística que integra às localidades de veraneio da região a oeste de Fortaleza,; com a implantação / ampliação de sistemas abastecimento de água e esgotamento sanitário, com os planos diretores e programas de educação ambiental dos respectivos municípios e com a implantação de ações de controle do meio ambiente.

Quanto ao comércio exterior, segundo informações do IPLANCE, no Estado do Ceará os líderes da pauta de exportações, em 2000, foram à castanha de caju (US\$ 137,5 milhões), os calçados (US\$ 71,1 milhões), os tecidos de algodão (US\$ 57,3 milhões), couros e peles bovinos (US\$ 50,1 milhões), a lagosta (US\$ 35,4 milhões), o camarão (US\$ 20,4 milhões) e a cera de carnaúba (US\$ 19,6 milhões). Mas esta linha de comércio, ainda, está muito concentrada na castanha de caju, que respondeu por 27,8% do valor total dos produtos exportados em 2000, que atingiu o montante de US\$ 495,1 milhões. O destino das exportações é principalmente o mercado da ALCA - Área de Livre Comércio das Américas, OCDE – Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico, o Grupo dos 7 (G 7), a NAFTA – Acordo de Livre Comércio da América e os Estados Unidos.

5.4 - ZONEAMENTO AMBIENTAL

5.4.1 - CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E ZONEAMENTO

O zoneamento se constitui num instrumento político e técnico de planejamento, que tem como finalidade otimizar o uso do espaço e as políticas públicas, promovendo a gestão integrada do território na perspectiva do desenvolvimento sustentável. Tem como objetivos específicos:

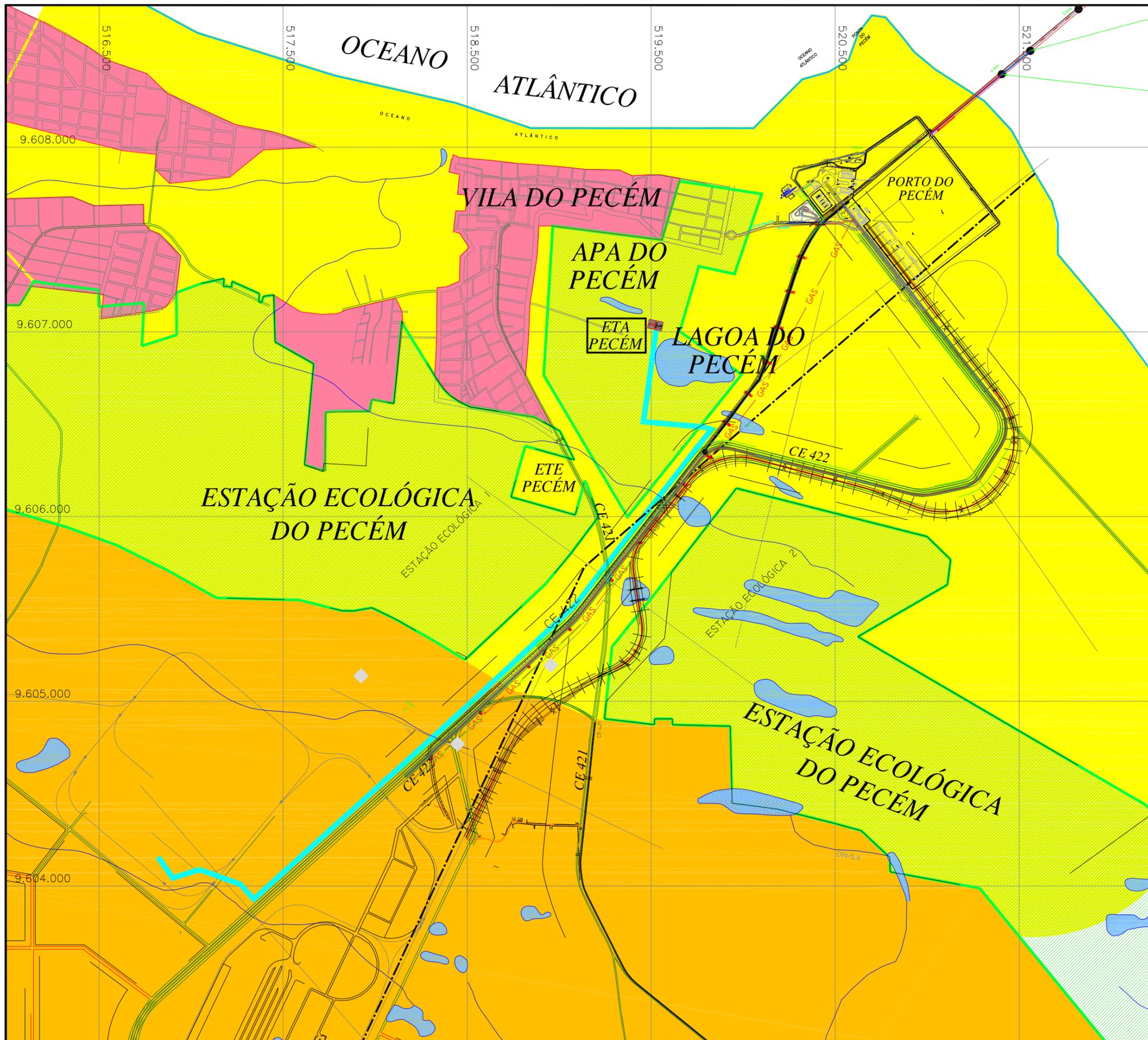
- Subsidiar a elaboração de planos, programas e projetos e propor alternativas aos tomadores de decisão, segundo o enfoque da compatibilização das atividades econômicas com o meio ambiente;

- Propor as diretrizes legais e programáticas de caráter preservacionista, de desenvolvimento econômico e social para cada sistema ambiental identificado.

O ordenamento do território da área de influência do Projeto da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Pecém considerou como fator básico de integração a geomorfologia, tendo a região do estudo sido dividida em Domínios Naturais, que representam geossistemas nitidamente diferenciados. Foram identificados na área do estudo dois Domínios Naturais: os Tabuleiros Litorâneos formados pelos sedimentos pertencentes ao Grupo Barreiras e a Planície Litorânea composta por uma faixa de terra que concentra elevado estoque de sedimentos de neoformação modelados por processos eólicos, fluviais e mistos, estando a área de implantação das obras do empreendimento ora em análise posicionada nesta última.

A integração dos componentes biogeofísicos e socioeconômicos permitiu a definição de facetas em cada Domínio Natural dando origem a três sistemas ambientais: os Campos de Dunas, no âmbito da Planície Litorânea, as Planícies Fluviais e os Tabuleiros Pré-litorâneos, conforme pode ser visualizado na Figura 5.13. Destes sistemas ambientais apenas os Campos de Dunas encontra-se presente na área das obras da Usina de Dessalinização do Pecém.

Após identificados, cada sistema ambiental teve suas características dominantes descritas no Quadro 5.22, sendo especificado a capacidade de suporte de cada meio abrangendo potencialidades e limitações de uso, além dos impactos e riscos de ocupação. Tal procedimento permite a avaliação da situação atual de forma sintética, além de fornecer subsídios para o planejamento da ocupação racional do território. Com base nas potencialidades e limitações de cada um dos sistemas ambientais identificados e na disponibilidade técnico-científica para a apropriação dos recursos naturais foram identificadas três tipos de zonas na área de influência do empreendimento ora em análise:



OCEANO ATLÂNTICO

VILA DO PECÉM

PORTO DO PECÉM

APA DO PECÉM

LAGOA DO PECÉM

ETA PECÉM

ETE PECÉM

ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM

ESTAÇÃO ECOLÓGICA 2

ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM

516.500
9.608.000
9.607.000
9.606.000
9.605.000
9.604.000

518.500
519.500
520.500
521.500



LEGENDA:

- Campos de dunas
- Tabuleiros
- Planícies fluviais e áreas de acumulação inundáveis

CONVENÇÕES:

- Rio perene
- Rio intermitente
- Lagoa perene
- Lagoa intermitente
- Adutora do Canteiro de Obras da Siderúrgica
- Rodovia estadual
- Zona urbana
- Unidade de conservação
- Cursos d'Água

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

COGERH
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

VDA

Figura 5.13
MAPA DE ZONEAMENTO DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM

SEM ESCALA

Quadro 5.22 – Categorias Espaciais de Ambiente Identificadas e Ecodinâmica da Paisagem

Categorias Espaciais de Ambientes		Características Naturais Dominantes	Potencialidades e Limitações do Ambiente	Condições Ecodinâmicas e Vulnerabilidade	Uso Compatível
Domínios Naturais	Sistemas Ambientais				
Planície Litorânea	Campos de Dunas	Faixa costeira com dunas móveis e paleodunas, com dinâmica eólica muito ativa. Faixas praias com larguras irregulares. Nas paleodunas a pedogênese favorece a fixação da cobertura vegetal impedindo a mobilização eólica. Vegetação do complexo litorâneo com predomínio o estrato arbóreo / arbustivo nas dunas fixas. Os núcleos urbanos da vila do Pecém e da Colônia do Pecém e o Terminal Portuário encontram-se posicionados nesta unidade.	Patrimônio paisagístico com elevado potencial para atividades de turismo e lazer. Bom potencial de água subterrânea. Necessidade de uso controlado dos corpos d'água. Ambiente fortemente limitativo a expansão urbana em função das condições de instabilidade. Sistema viário deve ser cuidadosamente projetado, considerando a vulnerabilidade do ambiente. Loteamentos devem ser implantados mediante realização de estudos de impactos ambientais. Meio limitativo para a prática de atividades agroextrativas e agropecuárias. Paleodunas se enquadram como unidades de preservação compulsória e permanente, tendo as existentes na área sido destinadas a criação das unidades de conservação APA do Pecém e Estação Ecológica do Pecém.	Ambientes instáveis a fortemente instáveis com vulnerabilidade forte a muito forte.	Urbano turístico controlado com restrições para mineração, agricultura, loteamentos e estradas. Uso restrito e controlado das faixas praias e dos corpos d'água. Necessidade de monitoramento da qualidade ambiental.
Glacis Pré-litorâneos	Tabuleiros	Superfície plana com caimento topográfico suave na direção da linha da costa, constituída por sedimentos do Grupo Barreiras. A área é fracamente entalhada pela drenagem superficial, que isola as feições tabuliformes com pequenas amplitudes altimétricas entre os fundos de vales e os topos dos interflúvios. Rios intermitentes sazonais. Razoável concentração de lagoas. Areias quartzosas e solos podzólicos recobertos pela vegetação de tabuleiros, que se apresenta fortemente descaracterizada pela ação antrópica. As áreas dos lotes industriais do CIPP estão posicionadas nesta unidade.	As condições de clima e de topografia plana são propícias à ocupação e expansão urbana e industrial controlada, não apresentando limitações significativas. Potencialmente favorável à implantação e expansão da rede viária. As limitações ao desenvolvimento da atividade agrícola estão associadas a baixa fertilidade natural dos solos. Restrições legais visando a proteção das bordas de tabuleiros. Riscos de poluição dos recursos hídricos e a impermeabilização do solo por expansão urbana pode comprometer a recarga dos aquíferos.	Ambientes estáveis em condições de equilíbrio natural, com vulnerabilidade muito baixa a ocupação.	Áreas de uso e acesso livres. Próprias à expansão urbana, atividades industriais, atividades agropecuárias, agricultura irrigada, agroextrativismo, mineração controlada e à implantação da rede viária.

Quadro 5.22 – Categorias Espaciais de Ambiente Identificadas e Ecodinâmica da Paisagem (cont.)

Categorias Espaciais de Ambientes		Características Naturais Dominantes	Potencialidades e Limitações do Ambiente	Condições Ecodinâmicas e Vulnerabilidade	Uso Compatível
Domínios Naturais	Sistemas Ambientais				
Vales	Planícies Fluviais e Áreas de Acumulação Inundáveis	Ocorrem como feições azonais, ocupando faixas de deposição aluvial bordejando as calhas fluviais do rio Gereraú e outros cursos d'água de menor caudal. Superfícies baixas compreendendo várzeas parcialmente inundáveis com sedimentos aluviais. Predomínio de solos aluviais profundos e mal drenados, revestidos por matas ciliares, com trechos degradados pela agricultura de subsistência praticada nestas áreas. Nos tributários, o pequeno porte da rede de drenagem não favorece a formação de áreas de várzeas, sendo a cobertura vegetal representada pelo mesmo tipo de vegetação que ocorre nas áreas periféricas a estes cursos d'água.	Potencial edafoclimático e topográfico favorável às atividades agrícolas. Bom potencial de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Áreas sujeitas a alagamentos periódicos, além de apresentarem drenagem imperfeita com riscos de salinização dos solos. Limitadas com relação à expansão urbana nos baixos níveis de terraços fluviais devido aos riscos de enchentes. Alta vulnerabilidade à poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Restrições legais visando à preservação das matas ciliares.	Ambientes de transição com tendência a estabilidade em condições de equilíbrio natural. Baixa vulnerabilidade a ocupação.	Áreas favoráveis às atividades agropecuária, agricultura irrigada, agroextrativismo, pesca artesanal, atividades ligadas ao lazer e mineração controlada. Faz-se necessário o respeito aos limites das faixas de preservação permanente estabelecidas por lei

- Zona de Uso Sustentável: abrange áreas onde as atividades antrópicas podem ser desenvolvidas com controle, sendo composta por ambientes com diversos estágios de antropização. Dentre os usos permitidos figuram as atividades industrial, comercial e de prestação de serviços, além da instalação de infra-estrutura básica, entre outros. Encontra-se representada pelas áreas inseridas no domínio dos tabuleiros pré-litorâneos e dos campos de dunas móveis;
- Zona de Preservação Ambiental: engloba áreas frágeis com ecodinâmica de ambientes instáveis a fortemente instáveis. Seu manejo deve ser centrado na preservação do ambiente natural e no desenvolvimento de pesquisas científicas e de práticas de educação ambiental. São representadas pelas áreas das faixas de proteção dos cursos e mananciais d'água, dos estuários/manguezais e das unidades de conservação aí presentes (Estação Ecológica do Pecém e APA do Pecém). O desenvolvimento de atividades antrópicas nas áreas das faixas de proteção dos cursos e mananciais d'água e da APA do Pecém, unidade de conservação de uso sustentável, é permitido desde que dentro das normas e diretrizes preconizadas pela legislação ambiental vigente e pelos órgãos ambientais competentes. A Estação Ecológica, por sua vez, é uma unidade de conservação do tipo integral, sendo permitido em sua área apenas o desenvolvimento de pesquisas científicas e de práticas de educação ambiental;
- Zona de Urbanização: abrange diversos tipos de usos de natureza residencial, comercial e industrial. O objetivo do manejo é controlar a expansão urbana em direção as zonas ambientalmente frágeis, como é o caso da Zona de Preservação Ambiental. Encontra-se representada pelos núcleos urbanos presentes na região (Vila do Pecém e Colônia do Pecém).

5.5 - PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS CO-LOCALIZADOS

Objetivando verificar a inserção regional do empreendimento ora em análise, foram levantados os programas e projetos governamentais implementados ou

projetados que possam vir a exercer influência sobre o empreendimento, ou ser por este influenciados. Assim sendo, foi constatada a existência dos estudos e projetos abaixo relacionados:

- O projeto do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, propriamente dito, estando aí incluso as áreas dos lotes industriais e do Terminal Portuário;
- Projetos de sistemas de transporte rodoviário e ferroviário;
- Projetos de suprimento de energia elétrica e gás natural;
- Projetos dos sistemas de abastecimento d'água e esgotamento sanitário da área do CIPP, inclusive do emissário de esgoto pré-tratado da UTE-Fortaleza, além de drenagem urbana e dos estudos compatibilização dos lotes com o greide do sistema viário;
- Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém, já implantado;
- Sistema Adutor Gavião/Pecém (Trecho 5 do Canal da Integração Castanhão/RMF).

Na região do empreendimento foram desenvolvidos, ainda, o Plano Diretor de Infra-estrutura Básica; o Plano de Contingência para o Complexo Industrial/Portuário do Pecém e os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU's) dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante. Apresenta-se, a seguir, uma breve descrição dos projetos e planos diretores acima mencionados.

5.5.1 - COMPLEXO INDUSTRIAL/PORTUÁRIO DO PECÉM (CIPP)

A implantação do Complexo Industrial-Portuário do Pecém visa dotar o Estado do Ceará de um núcleo de irradiação de desenvolvimento, através da promoção de atividades industriais integradas em termos inter-industriais e inter-setoriais. O Governo do Estado vem se empenhando no sentido de atrair para o Distrito Portuário do Pecém indústrias de base, geradoras de matérias-primas. Desta forma, está sendo fomentada a implantação da planta siderúrgica e de unidades de estocagem e de processamento de petróleo, derivados e gás natural.

Com a disponibilidade, na região, de matérias-primas básicas (aço, derivados de petróleo e gás natural), é esperado um grande desenvolvimento industrial na área, através da atração de diversos empreendimentos industriais, estando já prevista a implementação de um pólo metal-mecânico e outro petroquímico.

Quanto à infra-estrutura do porto, propriamente dita, a primeira etapa do empreendimento ocupa uma área de 52 ha, estando reservados para futuras expansões 338 ha. O porto conta com dois piers, com atracação em ambos os lados e cota de coroamento +5,50 m, para a recepção dos navios. O pier nº 01, com 350,0 m de extensão, destina-se ao desembarque de insumos para a usina siderúrgica e ao embarque de produtos siderúrgicos/movimentação de cargas conteneurizadas e paletizadas. O pier nº 02, por sua vez, apresenta extensão de 45,9 m, sendo reservado à operação de granéis líquidos, atendendo ao embarque de derivados de petróleo destinados à distribuição por cabotagem e ao descarregamento de navios de longo curso carregados com derivados de petróleo e GLP.

O Porto do Pecém é compatível para operação de navios do tipo PANAMAX (45.000 a 65.000 tpb) e CAPE SIZE (100.000 a 140.000 tpb) que constituem a tendência de expansão da frota transoceânica para cargas gerais e granéis. Além destes, tem capacidade para operar, com auxílio de monobóias os “VLCC’s (Very Large Crude Carriers)”, navios de grande porte (150.000 a 350.000 tpb), adequados para o transporte de óleo cru a grandes distâncias, os quais operam em poucos portos do mundo, dado requererem profundidade de -20,0 a -25,0 m. O Porto do Pecém já se encontra em operação a mais de quatro anos, contando atualmente com oito linhas de navegação passando todos os meses por este terminal marítimo.

5.5.2 - SISTEMAS RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO

Para facilitar o acesso rodoviário a área do porto foi implantada a rodovia CE-422, que interliga o porto e a área industrial a BR-222, cuja extensão é de 20,5km. O acesso ferroviário implantado, por sua vez, permite a interligação do porto as áreas industriais do CIPP e a linha principal Tronco Norte da Companhia Ferroviária do Nordeste – CFN, com extensão de 22,5 km.



5.5.3 - SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA E GÁS NATURAL

No setor elétrico foram implantadas as termelétricas e a linha de transmissão de 69KV, além das subestações do Pecém com 40 MVA/69KV e do porto com 20 MVA/230KV, cuja finalidade é suprir as indústrias aí instaladas e o terminal portuário. Para suprimento de maiores potências a CHESF construiu na região uma subestação de 200MVA/230KV.

Para suprimento de gás natural foi construído pela PETROBRÁS, o gasoduto GASFOR, com extensão total de 383km e vazão de 1,602 milhões de m³/dia, cujo suprimento de gás é feito pelos campos de Ubarana/Guamaré, localizados no Estado do Rio Grande do Norte.

5.5.4 - SANEAMENTO BÁSICO

No que diz respeito à infra-estrutura de esgotamento, o projeto básico dos sistemas de esgotamento industrial e sanitário proposto para a área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém já foi concluído e entregue a CAGECE. Compreende os Setores Industriais I e II, consistindo na descarga submarina dos efluentes industriais gerados no CIPP, e o tratamento dos esgotos domésticos em lagoas de estabilização/torres de nitrificação para reuso industrial, podendo ser lançado, quando necessário, no emissário submarino. A área urbana do distrito do Pecém já conta com sistema público de coleta de esgoto doméstico com tratamento através de um conjunto de lagoas de estabilização.

Para escoamento dos efluentes pré-tratados gerados pela Usina Termelétrica (UTE) Fortaleza foi implantado um emissário de esgotos pré-tratados, cuja infra-estrutura se desenvolve predominantemente por faixas de domínio de rodovias, tendo seu trecho final se desenvolvendo sobre a ponte de acesso ao píer do Terminal Portuário do Pecém.

Quanto ao sistema de abastecimento d'água do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, este terá com fonte hídrica um conjunto de reservatórios a serem implementados em etapas que ocorrerão em função das demandas hídricas

previstas. Dois destes reservatórios, os açudes Sítios Novos e Cauhipe, já estão em operação. Posteriormente serão implantados os açudes Anil e Ceará, que já contam seus projetos e estudos ambientais elaborados.

Foi prevista, ainda, a interligação do sistema de abastecimento d'água do CIPP ao Canal da Integração Castanhão/RMF, através do seu Trecho 5, denominado Sistema Gavião/Pecém. O Canal da Integração Castanhão/RMF tem como objetivo permitir a transposição de água desde o açude Castanhão (4.452 hm³) até a Região Metropolitana de Fortaleza, garantindo o abastecimento das demandas hídricas humana e industrial desta região, estando aí incluso o Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Além disso, visa o atendimento aos projetos de irrigação a serem implantados ao longo do seu traçado, sendo a vazão máxima de dimensionamento igual a 22,0 m³/s. O Canal da Integração já teve seu primeiro trecho construído, encontrando-se atualmente com os trechos 2 e 3 em fase de implantação.

O projeto do sistema de abastecimento de água da área do CIPP contempla as seguintes unidades:

- Captação e adutora de água bruta: o Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém já se encontra implantado, sendo composto por um canal com 23,5 km de extensão; uma estação de bombeamento principal com potência de 700 cv, com quatro conjuntos motobombas; uma adutora de recalque com 3,35 km e uma adutora complementar com 3,04km, além de um reservatório de compensação com capacidade de 50.000m³. Com vazão máxima de 2,0 m³/s a captação do sistema localiza-se no açude Sítios Novos;
- ETA completa com vazão de 497,15 l/s (tipo FLAD – Flotação por Ar Dissolvido);
- Reservação: 2 unidades do tipo apoiado com volumes de 3.200 e 300m³ respectivamente, sendo o 1^o junto a ETA e o segundo no Setor Industrial II;
- Estações elevatórias: 03 unidades, sendo: a primeira de água bruta com vazão inicial de 166,96 l/s alcançando 497,15 l/s em final de plano (ano 15) A.M.T = 14 m.c.a; as estações elevatórias TNT e PCP que atenderão



as localidades de Taíba.Nova Taíba e Pecém/Colônia do Pecém, as quais foram objeto de projetos específicos anteriormente concluídos; e a estação de pressurização do setor industrial II e área urbana respectiva, situada ao lado da ETA e recalçando através de 2 adutoras independentes a vazão de 90,42 l/s (área urbana II) e 9,41 l/s (setor industrial II).

- Rede de distribuição: total de 114,18 km, diâmetro variando de 75 a 200 mm;
- Adutoras: 27,34 km com \square variando de 300 a 800 mm.

5.5.5 - SISTEMA DE DRENAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DO PARCELAMENTO DOS LOTES INDUSTRIAIS

A área do CIPP conta, ainda, com estudos de concepção da microdrenagem e projeto básico da macrodrenagem, além de estudos de compatibilização do parcelamento dos lotes industriais com o greide do sistema viário da área do CIPP. No sistema de drenagem, a área total das bacias estudadas foi de 13.208,08 ha, sendo 116,8 km de rede de microdrenagem (canais com seção trapezoidal em gabião, sem revestimento) e 57 km de canais de macrodrenagem, em gabião trapezoidal, sem revestimento.

5.5.6 - PLANO DIRETOR DE INFRA-ESTRUTURA BÁSICA E PLANO DE CONTINGÊNCIA DO CIPP

Estes estudos foram desenvolvidos pelo consórcio formado pela empresa CV Engineering e a ASTEF - Associação Técnico Científica Engo Paulo de Frontin da Universidade Federal do Ceará no âmbito do contrato firmado com a SEINFRA - Secretaria de Infra-estrutura do Estado do Ceará.

O Plano Diretor de Infra-estrutura Básica versa sobre o planejamento de rodovias, ferrovias, saneamento básico e drenagem, controle de cheias, sistema de gás natural, energia elétrica e comunicação da área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém.



O Plano de Contingências, por sua vez, trata do segmento de legislação, normas e requerimentos aplicáveis; mapeamento de áreas sensíveis e rotas de acessos; caracterização das instalações; organização para controle de emergência; disposição final de resíduos e atividades de gerenciamento.

5.5.7 - PLANOS DIRETORES DE DESENVOLVIMENTO URBANO DE CAUCAIA E SÃO GONÇALO DO AMARANTE

Os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU's) dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante versam basicamente sobre o planejamento estratégico e estabelecimento de um plano de estruturação urbana destes municípios, tendo como base o diagnóstico biogeofísico e socioeconômico elaborado numa primeira etapa. O Planejamento Estratégico fixa objetivos, além de definir estratégias, planos de ação e projetos prioritários.

O Plano de Estruturação Urbana, por sua vez, define proposições relativas aos módulos Desenvolvimento Urbano, Uso do Solo, Transportes, Parques e Recreação, Desenvolvimento da Habitação e Comunidade, Equipamentos Públicos e Instrumentos Legais.

Dentro do Módulo de Instrumentos Legais foi elaborada a legislação básica a ser implementada pelos municípios, englobando a Lei de Diretrizes; a Lei de Organização Territorial; a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo; a Lei do Sistema Viário Básico e os Códigos de Obras e Posturas.

Foram selecionados e hierarquizados projetos estruturantes, os quais tiveram seus termos de referência elaborados, sendo posteriormente estabelecidas estratégias globais de implementação dos PDDU's e definidas as formas de capacitação dos agentes públicos e sociais e de divulgação dos referidos Planos Diretores.



6 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

6 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

6.1 - MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO

Na análise dos impactos ambientais decorrentes da implantação e operação da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém será adotado o Método de Avaliação Ponderal de Impactos Ambientais desenvolvida por BIANCHI et alli, em meados de 1989.

O referido método adota o uso de uma matriz, na qual os fatores ambientais relevantes na região do empreendimento são dispostos no eixo horizontal e as ações propostas pelo projeto, considerando as suas diferentes fases, no eixo vertical, de modo a permitir o confronto destes componentes. Os impactos identificados são representados no corpo da matriz pela célula matricial localizada na interseção da ação impactante com o fator ambiental impactado.

As células matriciais são divididas em quatro campos, nos quais são apostos a identificação do caráter do impacto (benéfico, adverso ou indefinido), bem como a valoração dos seus atributos (magnitude, importância e duração), sendo atribuído para estes pesos variando de 1 a 3, conforme discriminado a seguir:

CARÁTER	IMPORTÂNCIA
(+) = Benéfico	3 = Significativa
(±) = Indefinido	2 = Moderada
(-) = Adverso	1 = Não Significativa
MAGNITUDE	DURAÇÃO
3 = Grande	3 = Longa
2 = Média	2 = Intermediária
1 = Pequena	1 = Curta

No caso específico dos impactos de caráter indefinido são apostas, ainda, no primeiro campo da célula matricial as letras (P), (M) ou (G) para informar se a probabilidade de ocorrência do impacto analisado é pequena, média ou grande.

Como forma de melhorar a visualização da predominância do caráter dos impactos identificados no corpo da matriz, o método adota a prática de colorir as células matriciais de acordo com o caráter do impacto, ou seja: de verde as células matriciais correspondentes a

impactos benéficos, de vermelho as correspondentes a impactos adversos e de amarelo as correspondentes aos impactos indefinidos. As tonalidades forte, média e clara dessas cores, por sua vez, indicam a importância significativa, moderada ou não significativa do impacto identificado.

O método preconiza a avaliação do projeto considerando dois enfoques: o primeiro correspondente ao projeto original, ou seja, da forma como foi concebido e o segundo considerando a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas. Permite, ainda, a realização de análises setoriais para os meios abiótico, biótico e antrópico das áreas de influência direta e indireta do empreendimento e de uma análise global considerando o conjunto da área de abrangência do projeto como um todo (área de influência direta + área de influência indireta).

Para definição da viabilidade ambiental do empreendimento o método adota o uso do Índice de Avaliação Ponderal (IAP), em cujo cálculo é utilizada a fórmula abaixo discriminada:

$$IAP = \frac{IB}{|IA| + |II|}, \text{ onde}$$

IB = Índice de Benefícios em valores percentuais;

IA = Índice de Adversidades em valores percentuais;

II = Índice de Indefinições em valores percentuais.

De acordo com os valores obtidos para o IAP os projetos podem ser classificados como:

$IAP < 1$ - Empreendimentos adversos e/ou mal concebidos sob o ponto de vista ambiental;

$IAP \geq 1$ - Empreendimentos benéficos e bem concebidos sob o ponto de vista ambiental.

Quanto maior for o valor obtido pelo IAP, a partir da unidade, tanto mais benéfico e melhor definido será o empreendimento analisado.

6.2 - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

6.2.1 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Os impactos ambientais decorrentes da implantação e operação da Usina de Dessalinização do Pecém são apresentados na matriz de avaliação (Figura 6.1), distribuídos segundo as áreas de influência do empreendimento.

Foi considerada, ainda, a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas, embora estas não constem no projeto original, tendo sido inseridas na matriz apenas para fins de análise.

6.2.2 - AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

A análise quantitativa dos resultados apresentados pela matriz de avaliação dos impactos ambientais do Projeto da Usina de Dessalinização revela que dos 110 impactos identificados, 66,4% apresenta caráter benéfico, 30,0% são adversos e apenas 3,6% são indefinidos. Merece ressalva, ainda, o fato dos 29 impactos adversos incidentes sobre o meio natural serem todos de pequena magnitude e importância não significativa, com 79,3% destes apresentando curto período de duração, estando em geral restritos a fase de implantação das obras.

Dos 73 impactos benéficos identificados, 56,2% estão concentrados sobre o meio antrópico e 43,8% sobre o meio natural, sendo 19,2% destes considerados de importância moderada e o restante de importância não significativa, com a grande maioria apresentando longa duração (78,1%). Dos 14 impactos benéficos que apresentam importância moderada, 64,3% (9 impactos) apresentam média magnitude e longa duração, estando associados ao aumento da disponibilidade e a preservação da qualidade dos recursos hídricos da região, inclusive do sistema marinho; a garantia do suprimento hídrico, mesmo nos períodos de estiagens prolongadas, da Vila do Pecém, do Terminal Portuário e dos navios que aí aportam com água de boa qualidade proveniente de uma fonte segura e inesgotável, permitindo o desenvolvimento das atividades econômicas aí desenvolvidas, com destaque para o turismo e a aquisição de conhecimentos científicos sobre uma tecnologia alternativa para obtenção de água potável.

Os impactos indefinidos, por sua vez, estão restritos ao meio antrópico, estando a maioria vinculados aos riscos de acidentes com o contingente obreiro e usuários das vias periféricas a área das obras. Apresentam probabilidade de ocorrência reduzida, pequenas magnitudes, pouca significância e curta duração, restrita ao período de implantação das obras. O Quadro 6.1 apresenta o balanço dos impactos decorrentes da implantação e operação do Projeto da Usina de dessalinização do Pecém, distribuídos pelos meios abiótico, biótico e antrópico.

Quadro 6.1 - Balanço dos Impactos Ambientais Identificados

Discriminação	Total	Magnitude			Importância			Duração		
		Grande	Média	Pequena	Significativa	Moderada	Não Significativa	Longa	Intermediária	Curta
Meio Abiótico	39	-	4	35	-	4	35	22	1	16
Benéfico	20	-	4	16	-	4	16	20	-	-
Adverso	19	-	-	19	-	-	19	2	1	16
Indefinido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meio Biótico	22	-	2	20	-	4	18	14	1	7
Benéfico	12	-	2	10	-	4	8	12	-	-
Adverso	10	-	-	10	-	-	10	2	1	7
Indefinido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meio Antrópico	49	-	3	46	-	7	42	26	1	22
Benéfico	41	-	3	38	-	6	35	25	-	16
Adverso	4	-	-	4	-	-	4	-	1	3
Indefinido	4	-	-	4	-	1	3	1	-	3
Total	110	-	9	101	-	15	95	62	3	45
Benéfico	73	-	9	64	-	14	59	57	-	16
Adverso	33	-	-	33	-	-	33	4	3	26
Indefinido	4	-	-	4	-	1	3	1	-	3

6.2.3 - AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

Os Quadros 6.2 e 6.3 mostram os resultados obtidos nas análises setoriais desenvolvidas com o projeto na sua versão original e considerando a incorporação das medidas de proteção ambiental preconizadas, respectivamente.

Quadro 6.2 - Análise Setorial do Projeto Original

Discriminação	Peso dos Benefícios	Peso das Adversidades	Peso das Indefinições	Peso Total dos Impactos	Índice de Benefícios (%)	Índice de Adversidades (%)	Índice de Indefinições (%)	Índice de Avaliação Ponderal (%)
Meio abiótico	26	62	-	88	29,55	70,45	-	0,4194
Meio biótico	12	35	-	47	25,53	74,47	-	0,3428
Meio antrópico	98	13	15	126	77,78	10,32	11,90	3,5005

Quadro 6.3 - Análise Setorial do Projeto Considerando a Adoção das Medidas Mitigadoras

Discriminação	Peso dos Benefícios	Peso das Adversidades	Peso das Indefinições	Peso Total dos Impactos	Índice de Benefícios (%)	Índice de Adversidades (%)	Índice de Indefinições (%)	Índice de Avaliação Ponderal (%)
Meio abiótico	108	62	-	170	63,53	36,47	-	1,7420
Meio biótico	66	35	-	101	65,35	34,65	-	1,8860
Meio antrópico	182	13	15	210	86,67	6,19	7,14	6,5018

A avaliação do projeto em sua versão original revela, que a maior parte dos impactos adversos incidem sobre o meio natural, com os índices de adversidades dos meios abiótico e biótico atingindo 70,45% e 74,47% do peso total de impactos, respectivamente. O meio antrópico, no entanto, apresenta valor do índice de adversidades relativamente baixo, atingindo apenas 10,32% do peso total de impactos. Tal situação pode ser atribuída em parte ao fato do empreendimento não requerer a desapropriação de terras, não resultando em paralisações de atividades econômicas, nem tão pouco em relocação de populações, sendo o pequeno número de impactos adversos incidentes sobre o meio antrópico pouco significativos e de curta duração.

Quanto ao índice de benefícios, este se apresenta baixo para os meios abiótico e bióticos, sendo observada uma concentração dos impactos benéficos incidentes sobre estes meios na fase de operação do empreendimento, estando em geral associados ao aumento da disponibilidade de água potável na região e a preservação da qualidade dos seus recursos hídricos. Em contrapartida, o meio antrópico é contemplado com uma elevada carga de benefícios chegando a atingir 77,78% do peso total de impactos, enquanto que para os meios abiótico e biótico este índice perfaz apenas 29,55% e 25,53%, respectivamente. Além da garantia do suprimento hídrico da Vila do Pecém e do Terminal Portuário, com conseqüente desenvolvimento do setor turístico da região, o meio antrópico será contemplado com os impactos positivos decorrentes da geração de empregos e renda durante a implantação e operação do empreendimento. Contará, também, com a criação de um banco de dados e de um corpo técnico capacitado para aplicação de uma nova tecnologia para obtenção e suprimento de água potável para áreas com restrições na oferta de água doce.

Com relação ao índice de indefinições associado ao projeto, este encontra-se restrito ao meio antrópico, perfazendo apenas 11,9% do peso total de impactos. Os impactos indefinidos vigentes estão associados aos riscos de acidentes envolvendo o contingente obreiro e os usuários das vias periféricas a área das obras. Apresentam pequena probabilidade de ocorrência devido às normas de segurança no trabalho preconizadas no projeto.

Em suma, a avaliação ponderal setorial do Projeto Original apresenta valores bastante inferiores a unidade para os meios abiótico (IAP = 0,4194) e biótico (IAP = 0,3428), enquanto que o IAP do meio antrópico assume um valor de 3,5005, considerado alto. Os resultados obtidos demonstram que o projeto em sua versão original, isto é, sem a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas, não contempla ações necessárias à reparação dos impactos causados ao meio natural, apresentando, no entanto, uma situação já bastante favorável para o meio antrópico.

A adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas, entretanto, consegue reverter à situação tornando o projeto exequível para o meio natural, elevando os valores dos IAP's dos meios abiótico e biótico para 1,7420 e 1,8860, respectivamente. O meio antrópico apresenta resultados bastante favoráveis sem as medidas mitigadoras (IAP = 3,5005), que aumentam sensivelmente com a adoção de tais medidas (IAP = 6,5018).

A análise global do Projeto da Usina de Dessalinização do Pecém, que engloba o conjunto dos meios abiótico, biótico e antrópico, tem seus resultados apresentados no Quadro 6.4. A análise é empreendida sob dois enfoques: com e sem a incorporação das medidas de proteção ambiental preconizadas, além de contemplar simulações considerando a conversão do peso de indefinições em peso de benefícios.

O Projeto da Usina de Dessalinização do Pecém em sua versão original apresenta um IAP igual a 1,0881, revelando que os benefícios obtidos principalmente pelo meio antrópico conseguem de certa forma suplantar as adversidades e indefinições associadas a implantação e operação do empreendimento. Com a adoção das medidas de proteção ambiental há uma sensível melhora deste índice, elevando seu valor para 2,8476.

Quadro 6.4 - Análise Global do Projeto

Discriminação	Peso dos Benefícios	Peso das Adversidades	Peso das Indefinições	Peso Total dos Impactos	Índice de Benefícios (%)	Índice de Adversidades (%)	Índice de Indefinições (%)	Índice de Avaliação Ponderal (%)
Projeto Original	136	110	15	261	52,11	42,15	5,74	1,0881
Projeto Original + Medidas de Proteção Ambiental	356	110	15	481	74,01	22,87	3,12	2,8476
Projeto Original + Medidas de Proteção Ambiental + 50% de Conversão do Peso de Indefinições em Peso de Benefícios	363	110	8	481	75,47	22,87	1,66	3,0766
Projeto Original + Medidas de Proteção Ambiental + 100% de Conversão do Peso de Indefinições em Peso de Benefícios	371	110	0	481	77,13	22,87	0,00	3,3725

Por outro lado, o percentual de indefinições apresentado (3,12%), pode ser reduzido através da adoção das medidas mitigadoras recomendadas no Quadro 6.5 apresentado no final deste Capítulo. Considerando a conversão de 50,0% do peso de indefinições, em acréscimos ao peso dos benefícios, obtém-se uma melhora substancial, com o valor do IAP passando a 3,0766. Considerando uma conversão de 100,0% do peso de indefinições em peso de benefícios, o empreendimento passará a ter um IAP igual a 3,3725.

Em suma, o projeto ora analisado, como todos os projetos de usina de dessalinização, resulta na incidência de impactos adversos concentrados, principalmente, sobre o meio natural das áreas das obras, os quais podem ser revertidos ou mitigados pelas medidas de proteção ambiental preconizadas, o que aliado aos benefícios obtidos pelo meio antrópico tornam o projeto bastante viável.

6.3 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

6.3.1 - GENERALIDADES

A descrição dos impactos ambientais passíveis de ocorrerem durante a implantação e operação da Usina de dessalinização da Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém é apresentada de forma sintética segundo os meios abiótico, biótico e antrópico, nos itens a seguir. Maiores detalhes podem ser visualizados no Quadro 6.5, apresentado no final deste Capítulo, no qual consta uma descrição dos impactos identificados de forma mais detalhada.

6.3.2 - IMPACTOS INCIDENTES SOBRE O MEIO ABIÓTICO

Por ocasião da implantação do projeto os impactos adversos incidentes sobre o meio abiótico decorrem, principalmente, da operação de limpeza da área das obras e dos movimentos de terra (cortes, aterros e escavações) requeridos. Haverá geração de poeira e ruídos prejudicando temporariamente a qualidade do ar.

Haverá, ainda, desencadeamento de processos erosivos e riscos elevados de solapamento de taludes das valas escavadas dado à textura arenosa dos solos, requerendo o uso de escoramento contínuo de valas. Faz-se necessário, também, o fechamento imediato das valas escavadas logo após o assentamento das tubulações, evitando assim o estabelecimento de processos erosivos.

Tendo em vista que a lagoa existente nas imediações da área das obras apresenta caráter intermitente e que o prazo de implantação das obras será relativamente reduzido, não são esperados aportes significativos de sedimentos sólidos a este recurso hídrico. Assim sendo, as contribuições ao assoreamento do referido sistema lacustre, bem como a turbidez das suas águas serão praticamente nulas, já que as obras serão implantadas preferencialmente durante o período de estiagem.

A exploração da jazida de empréstimo requererá a retirada da vegetação e da camada fértil do solo, deixando-o exposto a ação dos agentes erosivos, com riscos de instabilidade dos taludes laterais da cava da jazida. A poeira e os ruídos gerados são decorrentes dos desmatamentos, dos terraplenos, do intenso tráfego de máquinas e veículos pesados e das operações da usina de concreto. Haverá, ainda, uma pequena redução das taxas de infiltração das águas pluviais reduzindo a recarga do aquífero durante o período chuvoso, além de perda da qualidade e da disponibilidade dos solos e da degradação dos valores paisagísticos pela formação de crateras. Como as obras serão implantadas preferencialmente durante o período de estiagem não são esperados carreamentos significativos de sedimentos para a lagoa existente nas imediações do Terminal Portuário, sendo as taxas de assoreamento e turbidez praticamente nulas.

Com o início da operação da usina de dessalinização, haverá um aumento da garantia da oferta de recursos hídricos da região, já que esta fornecerá uma vazão de 5 l/s de água potável proveniente de fonte segura, a região de alto mar do Pecém. Ressalta-se que, não são esperados impactos relevantes sobre a disponibilidade hídrica do sistema marinho decorrentes da captação da vazão de alimentação da usina de dessalinização (12,5 l/s), já que este é considerado como uma fonte inesgotável.

Na fase de operação da Usina de Dessalinização, o principal impacto adverso detectado consiste no fato da adutora de disposição do concentrado (salmoura) concentrar a incidência das águas residuárias num único ponto, razão pela qual o sistema de pré-tratamento da água salgada captada a ser posto em prática pela usina teve como premissa evitar o uso excessivo de produtos químicos, já que a água do mar do Pecém apresenta boa qualidade, não havendo indícios de poluentes conforme atestado pelo monitoramento efetuado pela CEARÁPORTOS – Companhia de Integração Portuária do Ceará. Assim sendo, para a Usina de Dessalinização do Pecém o pré-tratamento químico da água salgada se resume a adição de um agente oxidante (metabissulfito de sódio - 21,5 kg/dia) para reduzir a concentração de oxigênio dissolvido e de um inibidor (anti-incrustante - 3,1 l/dia) para minimizar a concentração de carbonato de cálcio, evitando assim sua incrustação nas membranas dos filtros.

Desta forma, o lançamento do concentrado (salmoura) em alto mar terá apenas um impacto de caráter halino, uma vez que os efluentes despejados apresentam uma concentração salina de 58,393 g/l, bastante superior à da água do mar do Pecém que é de 35,106 g/l. Tal impacto resultará em alterações no ecossistema marinho só que numa área pontual bastante restrita, tendo em vista a grande capacidade de diluição/dispersão do corpo receptor. Os estudos de dispersão da pluma revelam que a diferença de salinidade no centro da pluma é desprezível a uma distância de apenas 10 m do ponto de lançamento no corpo receptor.

Em contrapartida, com o lançamento do concentrado (salmoura) na região do alto mar do Pecém será evitada a sua disposição no solo nas imediações da área da usina, eliminando assim problemas potenciais de salinização dos solos e dos recursos hídricos, decorrentes do aporte deste efluente que apresenta um elevado teor salino.

6.3.3 - IMPACTOS INCIDENTES SOBRE O MEIO BIÓTICO

Os desmatamentos por acaso requeridos para instalação do canteiro de obras atingirão pouca monta, dado a pequena área a ser ocupada por este, e ao fato da região situada nas imediações da usina apresentar predomínio de solos desnudos ou apenas recoberto por vegetação pioneira de dunas.

O desmatamento/limpeza das áreas das obras, por sua vez, também, será pouco relevante já que o terreno da Usina Dessalinização e a maior parte dos traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado encontram-se posicionados sobre campos de dunas móveis e faixa de praia, apresentando ausência de cobertura vegetal. Apenas uma pequena parte dos traçados das adutoras irão margear o coqueiral existente no terreno do balneário dos funcionários do Terminal Portuário, podendo atingir o capeamento gramíneo e alguns exemplares de coqueiros aí existentes.

A fauna apresenta-se pouco diversificada, sendo composta basicamente por pequenos mamíferos e aves, que visitam ocasionalmente as áreas das obras em busca de alimentos, sendo os insetos o grupo faunístico mais representativo. Assim sendo, pode-se afirmar que a operação de limpeza das áreas das obras não irá resultar em impactos significativos sobre a flora e a fauna da região.

Não foi constatada a ocorrência de endemismo na composição da flora ou da fauna e as áreas previstas para as obras não interceptam o território de habitat's naturais críticos ou de unidades de conservação, nem tão pouco irá resultar em pressão antrópica sobre suas áreas.

Os desmatamentos e decapeamentos dos solos efetuados na área da jazida causará danos a flora e a fauna só que numa área pontual relativamente restrita, já



que o material que será utilizado na terraplenagem do terreno da usina não atinge um volume muito significativo. O aporte de sedimentos provenientes da área de lavra aos cursos d'água da região durante o período chuvoso terá reflexos negativos sobre o bioma aquático, caso não seja implementada a reconstituição paisagística da área da jazida logo após o término de sua exploração.

Durante a operação do empreendimento, como o projeto de engenharia adotou medidas para evitar a ocorrência de vazamentos ou rupturas em tubulações e de extravasamentos na estação elevatória ou durante a execução da manutenção nas tubulações evitando o aporte de água salgada e concentrado (salmoura) aos recursos hídricos da região, o bioma aquático será impactado de forma positiva, dado a preservação da qualidade destes recursos hídricos.

Tendo em vista que o pré-tratamento químico da água salgada adotado preconiza a minimização do uso de produtos químicos, o impacto incidente sobre a biota marinha será apenas de caráter halino, uma vez que os efluentes despejados apresentam uma salinidade bastante superior a da água do mar, o que provocará a mortalidade de algumas espécies marinhas. Tal impacto, no entanto, tem caráter pontual devido a grande capacidade de diluição/dispersão do ambiente marinho, incidindo apenas até uma distância de 10 m do ponto de lançamento do concentrado.

Além disso, a execução de um monitoramento da qualidade da água do corpo receptor sob a fiscalização da SEMACE, visando à adoção das medidas cabíveis sempre que se fizer necessário, reduz significativamente os riscos de danos ao bioma marinho.

6.3.4 - IMPACTOS INCIDENTES SOBRE O MEIO ANTRÓPICO

A divulgação da notícia de que será construída uma usina de dessalinização da água do mar na área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém impactou de forma positiva os moradores da vila do Pecém e os funcionários do Terminal Portuário que serão beneficiados com o suprimento hídrico de água de boa qualidade proveniente de



uma fonte segura, mesmo nos períodos de estiagens prolongadas. Houve um certo temor dos pescadores quanto aos impactos sobre a produção pesqueira local do lançamento do concentrado (salmoura) em alto mar. Tal temor, no entanto, pode ser afastado através da aplicação de um plano de comunicação social pelo órgão empreendedor junto a população, o qual deve ter como objetivo esclarecer a população sobre os reais impactos vinculados a implantação e operação do empreendimento.

A classe científica e o setor turístico estadual também serão impactados de forma positiva já que o objetivo primordial da implantação da referida usina é à criação de um banco de dados e de um corpo técnico capacitado para a aplicação e aperfeiçoamento de uma tecnologia alternativa para a obtenção e suprimento de água potável para regiões litorâneas do território estadual, com potencialidades de crescimento e com restrições na oferta de água doce. Convertendo-se assim, numa forma de compensar os déficits hídricos existentes em muitas zonas litorâneas do Estado.

Quanto à necessidade de relocação de população, no caso específico do projeto ora em análise não haverá desapropriação de terras, já que o terreno da usina é de propriedade do Estado. Além disso, o referido terreno não é ocupado por edificações nem tão pouco por atividades produtivas, não havendo necessidade de relocação de população, nem de paralisação de atividades econômicas e de desemprego de mão-de-obra.

Com o início da implementação das obras é previsto um pequeno aumento da oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada, impactando o nível de renda já que os salários ofertados pela Empreiteira são em geral superiores aos vigentes na região. O setor terciário, também, terá um leve incremento na demanda por seus produtos, dado o maior poder aquisitivo do contingente obreiro e a aquisição de materiais de construção e de produtos alimentícios e do aluguel de veículos pela Empreiteira. Faz-se necessário, no entanto, que os trabalhadores e a população da região sejam alertados sobre o caráter temporário dos empregos ofertados. Na etapa de operação do empreendimento, por sua vez, haverá um pequeno aumento

na oferta de empregos estáveis, vinculados a operação e manutenção da infraestrutura da usina de dessalinização, com reflexos positivos sobre o nível de renda.

Com relação à intersecção com infra-estruturas de uso público, no caso específico do projeto ora em pauta a abertura de valas para instalação das tubulações das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) poderia provocar a interrupção parcial do fornecimento de gás as instalações do Terminal Portuário. Ressalta-se, no entanto, que o projeto prevê que as travessias do gasoduto em dois pontos serão feitas por método não destrutivo, conseqüentemente não haverá interrupção no fornecimento de gás, o que terá reflexos positivos sobre a opinião pública.

Quanto aos problemas de saúde vinculados à implantação do empreendimento estes estão aos riscos de acidentes de trânsito envolvendo os funcionários e caminhoneiros que trabalham na área do Terminal Portuário e o contingente obreiro. Além de acidentes com os operários decorrentes de solapamento de taludes das valas escavadas dado a estrutura pouco coesa (arenosa) do terreno e de choques elétricos durante a execução dos testes de bombas. Ressalta-se, ainda, que não haverá intersecção das adutoras previstas no empreendimento com as vias de tráfego existentes na área do Terminal Portuário, sendo os riscos de acidentes de trânsito nesta área considerados pouco significativos. Deve-se atentar, no entanto, que as referidas adutoras interceptam o traçado do gasoduto que atende o Terminal Portuário em dois pontos, havendo riscos significativos de acidentes envolvendo os operários, apesar do projeto prevê a travessia por método não destrutivo. Assim sendo, faz-se necessário o estabelecimento de comunicação com os órgãos responsáveis pelo gasoduto e pela administração do Terminal Portuário sobre as travessias que serão efetuadas e solicitar as normas e condutas de segurança a serem adotadas durante a implantação destas obras.

Além dos problemas de saúde acima mencionados, durante o desmatamento da área da jazida de empréstimo há riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos,

principalmente para os trabalhadores engajados nesta atividade. Estes riscos, no entanto, podem ser minorados através do uso de equipamentos de proteção pelos operários engajados nas operações de desmatamento (luvas e botas de cano longo em material resistente), além do treinamento destes sobre identificação de animais peçonhentos e técnicas de primeiros socorros. Além disso, é recomendável que a Empreiteira efetue o levantamento prévio das condições do setor saúde regional, visando agilizar o atendimento médico ao contingente obreiro em casos de acidentes.

Por ocasião da operação e manutenção da Usina de dessalinização, os operários engajados nestas atividades estão sujeitos a riscos de contaminação por produtos químicos. Ressalta-se, no entanto, que estes riscos podem ser considerados pouco relevantes já que na adição dos produtos químicos utilizados será adotado o uso de bombas dosadoras, sendo a mistura água/produto químico efetuada dentro de um circuito fechado. Com isso, os riscos de contato dos operadores com gases tóxicos formados pela reação do metabissulfito de sódio com a água são nulos. Há, ainda, riscos de acidentes durante o manuseio das bombas nas estações elevatórias (choques elétricos), entretanto como o projeto prevê a capacitação dos operários e a adoção de regras de segurança no trabalho estes riscos serão substancialmente reduzidos.

Não são esperados impactos negativos sobre as atividades turística e pesca desenvolvidas na região do Pecém, nem tão pouco danos a saúde dos pescadores e da população que aí pratica atividades de recreação e lazer, visto que o impacto causado pelo lançamento do concentrado (salmoura) em alto mar é apenas de caráter halino (salinidade dos efluentes é bastante superior a da água do mar). Além disso, a pluma se dispersa rapidamente atingindo uma extensão de apenas 10 m a partir do ponto de lançamento do concentrado no corpo receptor, numa área privativa do Porto do Pecém. Além disso, dentre as medidas de proteção ambiental recomendadas foi preconizada a execução de um monitoramento da qualidade das águas do corpo receptor.

Ressalta-se que a CEARÁ PORTOS já vem desenvolvendo um monitoramento da qualidade das águas do sistema marinho da região na região do Terminal Portuário através da coleta e análise de amostras em laboratório. Assim



sendo, é recomendável o estabelecimento de um convênio com este órgão visando à otimização desta atividade e a redução dos seus custos.

Em contrapartida, com a implantação da usina de dessalinização de água do mar do Pecém será garantido o suprimento hídrico da Vila do Pecém, do Terminal Portuário do Pecém e dos navios que aí aportam com água de boa qualidade a partir de uma fonte segura e inesgotável, o que terá reflexos positivos sobre as atividades econômicas aí desenvolvidas, com destaque para o turismo. Assim sendo, haverá um grande impulso no desenvolvimento local e regional, devido o incremento do setor terciário da região, em função da maior disponibilidade de água potável, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

Quanto aos impactos sobre o conhecimento científico, a implantação da usina de dessalinização contribuirá para a aquisição de conhecimentos e capacitação de um corpo técnicos numa tecnologia alternativa para a obtenção água potável em regiões com restrições na oferta de água doce e com potencial para desenvolvimento.

Quadro 6.5 - Descrição dos Impactos Ambientais Identificados

AÇÃO IMPACTANTE VS. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
MEIO ABIÓTICO				
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras / limpeza e terraplenagem das áreas das obras vs. poeiras, vs. poluição sonora. 	Y ₃ X ₁ X ₂	<ul style="list-style-type: none"> Pequena geração de poeiras e ruídos em áreas pontuais restritas, decorrentes da limpeza dos terrenos do canteiro de obras e das áreas onde serão implantadas as obras de engenharia, bem como da execução dos terraplenos necessários. Estes impactos são pouco significativos já que as edificações do canteiro de obras e da Usina de Dessalinização serão implantadas sobre solo desnudo e que apenas um pequeno trecho do traçado das adutoras de captação de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) se desenvolverão sobre terreno recoberto por capeamento gramíneo com coqueiros esparsos 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos terraplenos ao mínimo necessário e na instalação da usina de concreto levar em consideração a direção dos ventos dominantes em relação às áreas urbanizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras / limpeza e terraplenagem da área das obras vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y ₃ X ₃ X ₆ X ₁₀ X ₁₁	<ul style="list-style-type: none"> A limpeza do terreno do canteiro de obras e das áreas onde serão implantadas as obras de engenharia aliada aos movimentos de terra requeridos poderá vir a contribuir para a desestabilização dos solos e conseqüente aporte de sedimentos a uma pequena lagoa intermitente existente nas imediações da área do Terminal Portuário por ocasião do estabelecimento da quadra chuvosa. Ressalta-se, no entanto, que como a implantação do canteiro e das obras de engenharia se dará logo após a execução das operações de limpeza e terraplenagem dos terrenos, os impactos sobre a qualidade dos solos serão desprezíveis, já que as infra-estruturas implantadas provocarão a estabilização dos solos nestas áreas. Caso não seja instalada uma infra-estrutura de esgotamento sanitário adequada na área do canteiro de obras haverá poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (aquífero Dunas). 	<ul style="list-style-type: none"> Procurar localizar o canteiro de obras em área com cobertura vegetal já erradicada e redução dos terraplenos ao mínimo necessário. Dotar o canteiro de obras com banheiros químicos, cujos efluentes coletados devem ser destinados a Estação de Tratamento de Esgotos da CAGECE posicionada mais próximo da área das obras, sendo para tanto firmado acordo com este órgão para este fim. Construção apenas das vias de serviços imprescindíveis a execução das obras e aproveitamento das estradas vicinais existentes. Reconstituição paisagística das áreas dos canteiros de obras e das estradas de serviços, evitado o estabelecimento de processos erosivos e conseqüente assoreamento e turbidez da lagoa intermitente existente nas imediações por ocasião do período chuvoso. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH CAGECE
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. poeiras, vs. poluição sonora. 	Y ₄ X ₁ X ₂	<ul style="list-style-type: none"> Durante a exploração da jazida de material terroso para a execução das obras, haverá produção de poeiras devido aos movimentos de terra, além de ruídos ocasionados pelo tráfego de caminhões e máquinas pesadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Umidificação da área da jazida e das vias de serviços, além da otimização dos caminhos através do estabelecimento de rotas prioritárias para o transporte do material explorado. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH SEMACE

AÇÃO IMPACTANTE VS. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. disponibilidade dos solos, vs. qualidade dos solos, vs. instabilidade de taludes. 	Y ₄ X ₈ X ₉ X ₁₂	<ul style="list-style-type: none"> O desmatamento e decapeamento (retirada da camada de solo fértil) a serem efetuados para a exploração da jazida de material terroso deixará esta área exposta a ação dos agentes erosivos, havendo também riscos de solapamento de taludes. Haverá, ainda uma leve redução da infiltração das águas pluviais diminuindo a recarga do aquífero Barreiras durante o período chuvoso, além de perda da qualidade e da disponibilidade dos solos. Como as obras serão implementadas durante o período de estiagem não são esperados carregamentos significativos de sedimentos para os cursos d'água periféricos, nem tão pouco geração de turbidez e assoreamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Adoção de medidas protecionistas durante a implantação e operação da lavra, tais como construção apenas das vias de serviços imprescindíveis, redução dos desmatamentos ao mínimo necessário, umidificação das vias de serviços, controle da deposição de rejeitos e reconstituição topográfica dos taludes mais íngremes da frente de lavra, entre outras, reduzindo substancialmente os impactos associados a esta atividade. Estocagem do solo fértil resultante da atividade de decapeamento para posterior utilização durante o tratamento paisagístico a ser efetuado na área degradada. Cercar a área de empréstimo, especialmente eventuais buracos, a fim de evitar acidentes envolvendo animais ou pessoas. Evitar ao máximo a estocagem de material de empréstimo, coordenando a sua utilização nas obras, concomitantemente com a exploração. Controle da deposição de rejeitos, considerando a localização e cota da pilha em relação à área da jazida, a topografia da área de deposição, a natureza dos materiais constituintes e o tipo de transporte e de estabilização utilizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH SEMACE
			<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da frente de lavra, visando à identificação e fixação de áreas instáveis. Reconstituição paisagística da área de lavra, após o seu abandono, através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e pos-terior reflorestamento com gramíneas e plantas nativas. Ressalta-se que, caso a Empreiteira opte por adquirir o material terroso necessário num barreiro comercial, as medidas acima discriminadas ficarão a cargo do proprietário do barreiro, devendo este estar devidamente licenciado junto a SEMACE. 	

AÇÃO IMPACTANTE VS. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> Implantação das obras de engenharia vs. poeiras, vs. poluição sonora. 	Y ₅ X ₁ X ₂	<ul style="list-style-type: none"> Os movimentos de terra decorrentes da abertura de valas e do lançamento e compactação de aterros, aliado ao tráfego de máquinas e veículos pesados provocarão poeira e ruídos. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos movimentos de terra ao mínimo necessário e umidificação do material a ser compactado e das vias de serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Implantação das obras de engenharia vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes. 	Y ₅ X ₁₀ X ₁₁ X ₁₂	<ul style="list-style-type: none"> Dado o caráter intermitente da lagoa existente nas imediações da área do Terminal Portuário, ao prazo reduzido de implantação das obras e ao fato destas serem executadas preferencialmente durante o período de estiagem não são esperados aportes significativos de sedimentos a este corpo d'água, reduzindo assim seus riscos de assoreamento e turbidez . Riscos de ocorrência de instabilidade de taludes durante a execução das escavações requeridas para implantação das obras, dado a consistência pouco coesa solo (textura arenosa). 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de medidas de controle de estabilidade de taludes a serem exercidas diariamente durante a implantação das obras e escoramento contínuo de valas, conforme previsto no projeto de engenharia, reduzindo significativamente os riscos de solapamento de taludes. Fechamento imediato das valas escavadas logo após o assentamento das tubulações das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura), de modo a evitar o desencadeamento de processos erosivos. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH
			<ul style="list-style-type: none"> Disposição adequada de rejeitos em áreas de bota-foras. 	
<ul style="list-style-type: none"> Intersecção com infra-estruturas de uso público vs. poeiras, vs. poluição sonora. 	Y ₆ X ₁ X ₂	<ul style="list-style-type: none"> As intersecções das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) com as tubulações do gasoduto em dois pontos serão efetuadas por método não destrutivo requerendo apenas a escavação de valas e reaterro. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos movimentos de terra ao mínimo necessário. Comunicar ao órgão responsável pelas tubulações do gasoduto sobre as interferências com as obras do empreendimento, de modo a receber instruções sobre as medidas de segurança a serem adotadas durante as escavações e reaterros das valas das adutoras. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH CEARÁPORT OS PETROBRÁS
<ul style="list-style-type: none"> Captação da água salgada, tratamento, reservação e distribuição do permeado (água doce) vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₈ X ₄	<ul style="list-style-type: none"> A Usina de Dessalinização da Água do Mar do Pecém fornecerá uma vazão de 5 l/s de água potável proveniente de fonte segura para suprimento hídrico da Vila do Pecém, do Terminal Portuário do Pecém e dos navios que aí aportam. Com isso, será aumentada a garantia da oferta de recursos hídricos na região, beneficiando seu suprimento hídrico em momentos de emergência ocasionados por colapso na oferta de água. Não se espera impactos relevantes sobre a disponibilidade hídrica do sistema marinho decorrentes da captação da vazão de alimentação da usina de dessalinização (12,5 l/s), já que este é considerado como uma fonte inesgotável e segura. 	-	-

AÇÃO IMPACTANTE VS. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> Disposição do concentrado (salmoura) em alto mar vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. qualidade dos solos. 	Y ₉ X ₃ X ₆ X ₉	<ul style="list-style-type: none"> A disposição do concentrado (salmoura) na região do alto mar do Pecém evitará a sua disposição no solo nas imediações da área da usina, eliminando assim os problemas de salinização dos solos e dos recursos hídricos decorrentes do aporte deste efluente, que apresenta um elevado teor salino. Todos os componentes citados serão impactados de forma positiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção periódica da infra-estrutura implantada visando evitar a ocorrência de vazamentos e transbordamentos de água salgada e/ou de concentrado (salmoura). 	<ul style="list-style-type: none"> COGERH SEMACE
		<ul style="list-style-type: none"> Ressalta-se que, o sistema de reservação de água salgada projetado tem as funções de controle liga/desliga das bombas para contornar os riscos de problemas de transientes hidráulicos, evitando o rompimento de tubulações e aporte de água salgada aos recursos hídricos da região. Prevê, ainda, as funções de compensação inter-horária (2 horas) para cobertura de falhas do sistema e para operações de manutenção. Desta forma, os riscos de poluição decorrentes de possíveis vazamentos ou transbordamentos só serão significativos caso não seja efetuada a manutenção periódica das infra-estruturas implantadas. 		
<ul style="list-style-type: none"> Disposição do concentrado (salmoura) em alto mar vs. qualidade da água do sistema marinho. 	Y ₉ X ₇	<ul style="list-style-type: none"> Com o início da operação da Usina de Dessalinização da Água do Mar, o principal impacto adverso detectado consiste no fato da adutora de disposição do concentrado (salmoura) concentrar a incidência das águas residuárias num único ponto, razão pela qual o sistema de pré-tratamento da água salgada captada a ser posto em prática pela usina teve como premissa evitar o uso excessivo de produtos químicos, já que a água do mar do Pecém apresenta boa qualidade, não havendo indícios de poluentes conforme atestado pelo monitoramento efetuado pela CEARÁPORTOS. Assim sendo, para a Usina de Dessalinização do Pecém, o pré-tratamento químico da água salgada se resume a adição de um agente oxidante (metabissulfito de sódio - 21,5 kg/dia) para reduzir a concentração de oxigênio dissolvido e de um inibidor (anti-incrustante - 3,1 l/dia) para minimizar a concentração de carbonato de cálcio, evitando assim sua incrustação nas membranas dos filtros. Assim sendo, o lançamento do concentrado (salmoura) em alto mar terá apenas um impacto de caráter halino, uma vez que os efluentes despejados apresentam uma concentração salina de 58,393 g/l, bastante superior à da água do mar do Pecém que é de 35,106 g/l. Tal impacto resultará em alterações no ecossistema 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade das águas do sistema marinho através da coleta e análise de amostras em laboratório. Recomenda-se o estabelecimento de um convênio com a CEARÁPORTOS, órgão que já vem implementando o monitoramento das águas do mar do Pecém na região do Terminal Portuário, visando a otimização desta atividade e a redução dos seus custos. Capacitação dos operários que serão engajados na operação e manutenção da Usina de dessalinização da Água do Mar do Pecém. 	<ul style="list-style-type: none"> COGERH CEARÁPORTOS SEMACE IBAMA

AÇÃO IMPACTANTE VS. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
		marinho só que numa área pontual bastante restrita, tendo em vista a grande capacidade de diluição/dispersão do corpo receptor. Os estudos de dispersão da pluma poluidora revelam que esta chega a atingir uma distância de apenas 10 m do ponto de lançamento no corpo receptor.		
<ul style="list-style-type: none"> Recuperação das áreas do canteiro de obras, da jazida de empréstimo e dos bota-foras vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y ₁₂ X ₃ X ₅ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	<ul style="list-style-type: none"> A reconstituição paisagística das áreas degradadas, através do seu reflorestamento após o término das obras, protegerá os solos contra os agentes erosivos, reduzindo o aporte de sedimentos aos cursos d'água por ocasião do estabelecimento da quadra invernososa. Haverá, ainda, um aumento das taxas de infiltração das águas pluviais beneficiando a recarga dos aquíferos. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade da água do corpo receptor vs. qualidade da água do sistema marinho. 	Y ₁₃ X ₇	<ul style="list-style-type: none"> Esta atividade permitirá a adoção de medidas corretivas no processo de pré-tratamento químico da água salgada pela Usina de Dessalinização caso os parâmetros monitorados ultrapassem os limites requeridos pela legislação ambiental vigente, garantindo assim a preservação da qualidade das águas do corpo receptor. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Capacitação dos operadores da usina de dessalinização vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. qualidade da água do sistema marinho, vs. qualidade dos solos. 	Y ₁₄ X ₃ X ₆ X ₇ X ₉	<ul style="list-style-type: none"> A capacitação dos operários que serão engajados na operação e manutenção da Usina de Dessalinização permitirá que estes tenham um perfeito conhecimento dos tipos de sistemas com que irão trabalhar, dos cuidados necessários para a correta conservação das estruturas físicas e equipamentos destes sistemas, bem como das medidas corretivas a serem adotadas para solucionar os problemas operacionais mais frequentes, garantindo assim a manutenção da eficiência da usina. Todos os componentes ambientais citados serão impactados de forma positiva. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Manutenção da infra-estrutura implantada vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. qualidade dos solos. 	Y ₁₅ X ₃ X ₆ X ₉	<ul style="list-style-type: none"> A execução de uma manutenção periódica da infra-estrutura implantada evitará que o desgaste destas infra-estruturas e conseqüente ocorrência de vazamentos venham a causar poluição dos solos e dos recursos hídricos da região. 	-	-

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> Manutenção da infra-estrutura implantada vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes. 	Y ₁₅ X ₁₀ X ₁₁ X ₁₂	<ul style="list-style-type: none"> A manutenção periódica das obras de engenharia evitará a ocorrência de vazamentos, reduzindo os riscos de desencadeamento de processos erosivos e de instabilidade de taludes, bem como de aporte de sedimentos aos recursos hídricos, além de garantir a integridade do empreendimento. 	–	–
MEIO BIÓTICO				
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras / limpeza e terraplenagem das áreas das obras vs. vegetação do complexo dunar, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves). 	Y ₃ X ₁₃ X ₁₇ X ₁₈	<ul style="list-style-type: none"> O terreno da Usina Dessalinização e a maior parte dos traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado encontram-se posicionados sobre campos de dunas móveis e faixa de praia, apresentando ausência de cobertura vegetal. Apenas numa pequena parte dos seus traçados, as adutoras irão margear o coqueiral existente no terreno do balneário dos funcionários do Terminal Portuário, podendo atingir o capeamento gramíneo e alguns exemplares de coqueiros aí existentes. No caso específico do canteiro de obras, os desmatamentos por acaso requeridos, também, atingirão pequena monta, dado a pequena área a ser ocupada por este, e ao fato das áreas situadas nas imediações da usina apresentarem solo desnudo ou apenas recoberto por vegetação pioneira de dunas. Os danos causados as faunas terrestre e alada são considerados pouco significativos já que a maior parte das áreas de intervenção apresentam solo desnudo, estando a fauna representada por espécies que visitam ocasionalmente estas áreas em busca de alimentos, sendo os insetos o grupo faunístico mais representativo. Não foram constatados endemismos na composição da flora ou da fauna e as áreas previstas para as obras não interceptam o território de habitat's naturais críticos ou de unidades de conservação, nem tão pouco irão resultar em pressão antrópica sobre suas áreas. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário, além da implantação do canteiro de obras em área com cobertura vegetal já degradada ou que apresente solo desnudo. Reconstituição paisagística das áreas do canteiro de obras e das estradas de serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH SEMACE IBAMA
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. vegetação de tabuleiro vs. flora aquática, vs. 	Y ₄ X ₁₄ X ₁₅ X ₁₇ X ₁₈ X ₁₉	<ul style="list-style-type: none"> Os desmatamentos e os decapeamentos dos solos efetuados na área da jazida causarão danos à flora e a fauna só que numa área pontual relativamente restrita, já que o material que será utilizado na terraplenagem do terreno da usina não atinge um 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração e implementação de um projeto de reconstituição paisagística da área da jazida de empréstimo. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH SEMACE DNPM

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. fauna aquática.		<p>volume muito significativo.</p> <ul style="list-style-type: none"> O aporte de sedimentos provenientes da área de lavra aos cursos d'água da região durante o período chuvoso terá reflexos negativos sobre o bioma aquático, caso não seja implementada a reconstituição paisagística da área da jazida logo após o término de sua exploração. 		
<ul style="list-style-type: none"> Disposição do concentrado (salmoura) em alto mar vs. flora aquática, vs. fauna aquática. 	Y ₉ X ₁₅ X ₁₉	<ul style="list-style-type: none"> O projeto de engenharia adotou medidas para evitar a ocorrência de vazamentos ou rupturas em tubulações e de extravasamentos durante a execução da manutenção evitando a poluição dos solos e dos mananciais hídricos periféricos a área da usina pelo aporte de água salgada ou concentrado (salmoura), o que terá reflexos positivos sobre o bioma aquático. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção periódica da infra-estrutura implantada. 	<ul style="list-style-type: none"> COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Disposição do concentrado (salmoura) em alto mar vs. flora marinha, vs. fauna marinha. 	Y ₉ X ₁₆ X ₂₀	<ul style="list-style-type: none"> Tendo em vista que o pré-tratamento químico da água salgada adotado preconiza a minimização do uso de produtos químicos, o impacto incidente sobre a biota marinha será apenas de caráter halino, uma vez que os efluentes despejados apresentam uma salinidade bastante superior a da água do mar, o que provocará a mortalidade de algumas espécies marinhas. Tal impacto, no entanto, tem caráter pontual devido a grande capacidade de diluição/dispersão do ambiente marinho, incidindo apenas até uma distância de 10 m do ponto de lançamento do concentrado. 	Monitoramento da qualidade das águas do corpo receptor. Recomenda-se o estabelecimento de um convênio com a CEARÁPORTOS, órgão que já vem implementando o monitoramento das águas do mar do Pecém na região do Terminal Portuário, visando a otimização desta atividade e a redução dos seus custos.	<ul style="list-style-type: none"> COGERH CEARÁPORTOS SEMACE IBAMA
<ul style="list-style-type: none"> Recuperação das áreas do canteiro de obras, da jazida de empréstimo e dos bota-foras vs. vegetação do complexo dunar, vs. vegetação de tabuleiro vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves). 	Y ₁₂ X ₁₃ X ₁₄ X ₁₇ X ₁₈	<ul style="list-style-type: none"> O reflorestamento das áreas degradadas (áreas do canteiro de obras, da jazida de material terroso e dos bota-foras), reconstituirá os habitat's da fauna terrestre e da ornitofauna (aves). 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar a reconstituição paisagística das áreas degradadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade da água do corpo receptor vs. flora marinha, vs. fauna marinha. 	Y ₁₃ X ₁₆ X ₂₀	<ul style="list-style-type: none"> Essa atividade permitirá a manutenção da qualidade das águas do corpo receptor, uma vez que permite a adoção de medidas corretivas sempre que forem detectadas alterações significativas nos parâmetros monitorados, o que terá reflexos positivos sobre os componentes ambientais citados. 	<ul style="list-style-type: none"> Controle do monitoramento da qualidade da água do corpo receptor posto em prática pelo empreendedor em convênio com a CEARÁPORTOS e as Termelétricas, respectivamente, através da execução de auditorias periódicas por parte dos órgãos ambientais competentes. 	<ul style="list-style-type: none"> IBAMA SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Capacitação dos operadores da usina de dessalinização vs. flora 	Y ₁₄ X ₁₅ X ₁₉	<ul style="list-style-type: none"> A conscientização dos funcionários engajados na operação e manutenção da usina de dessalinização quanto aos 	-	-

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
aquática, vs. fauna aquática.		procedimentos a serem adotados para a sua correta operação, e as medidas corretivas a serem adotadas para solucionar os problemas operacionais mais freqüentes, evitará a ocorrência de vazamentos e de ruptura de tubulações, garantindo a manutenção da qualidade da água dos corpos d'água periféricos, beneficiando todo o bioma aquático.		
• Manutenção da infra-estrutura implantada vs. flora aquática, vs. fauna aquática.	Y ₁₅ X ₁₅ X ₁₉	• A manutenção dos equipamentos da usina de dessalinização, das adutoras de captação de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura), bem como das estações elevatórias evitará a ocorrência de vazamentos ou ruptura de tubulações e o conseqüente aporte de água salgada ou do concentrado aos mananciais d'água da região.	• Manutenção periódica da infra-estrutura implantada.	• COGERH
MEIO ANTRÓPICO				
• Estudos Básicos vs. opinião pública.	Y ₁ X ₂₂	<ul style="list-style-type: none"> • A divulgação da notícia de que será construída uma usina de dessalinização da água do mar na área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém impactou de forma positiva os moradores da vila do Pecém e os funcionários do Terminal Portuário que serão beneficiados com o suprimento hídrico de água de boa qualidade proveniente de uma fonte segura, mesmo nos períodos de estiagens prolongadas. Houve um certo temor dos pescadores quanto aos impactos decorrentes do lançamento do concentrado (salmoura) em alto mar sobre a produção pesqueira local. Tal temor, no entanto, pode ser afastado através da aplicação de um plano de comunicação social pelo órgão empreendedor junto a população, o qual deve ter como objetivo esclarecer a população sobre os reais impactos vinculados a implantação e operação do empreendimento. • A classe científica e o setor turístico estadual também serão impactados de forma positiva já que o objetivo primordial da implantação da referida usina é à criação de um banco de dados e de um corpo técnico capacitado para a aplicação e aperfeiçoamento de uma tecnologia alternativa para a obtenção e suprimento de água potável para regiões litorâneas do território estadual, com potencialidades de crescimento e com restrições na oferta de água doce. Convertendo-se assim, 	• Informar a população sobre os objetivos do projeto, sobre os impactos associados a sua implantação e operação e sobre os procedimentos que serão adotados na operação e manutenção da infra-estrutura e nos monitoramentos da qualidade do concentrado e da qualidade da água do corpo receptor.	<ul style="list-style-type: none"> • COGERH • SEMACE

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
		numa forma de compensar os déficits hídricos existentes em muitas zonas litorâneas do Estado.		
Cadastro vs. opinião pública, vs. gasoduto, setor terciário (terminal portuário).	Y ₂ X ₂₂ X ₂₆ X ₃₀	<ul style="list-style-type: none"> O levantamento cadastral das infra-estruturas existentes na área das obras permitiu a identificação daquelas que poderão ter seus usos temporariamente interrompidos, bem como das atividades econômicas que podem vir a ser paralisadas, permitindo a recomendação de medidas que revertam ou mitiguem esses impactos. Além disso, como o terreno onde será implantada a usina de dessalinização já é de propriedade do Estado, não haverá necessidade de desapropriações de terras, nem tão pouco de relocação de população, o que terá reflexos positivos sobre a opinião pública. 	<ul style="list-style-type: none"> Informar a administração do Terminal Portuário e a PETROBRÁS sobre os objetivos do projeto e sobre os procedimentos que serão adotados durante a implantação das obras, visando contornar os problemas criados pela intersecção com infra-estruturas de uso público (gasoduto, ponte de acesso ao píer, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras / limpeza e terraplenagem das áreas das obras vs. valores paisagísticos. 	Y ₃ X ₃₂	<ul style="list-style-type: none"> A instalação dos canteiros de obras e a limpeza e terraplenagem das áreas das obras causarão degradação ao meio ambiente dado à erradicação da parca cobertura vegetal aí existente e dos movimentos de terra requeridos, o que aliado a deposição de bota-foras e resíduos sólidos (lixo) em áreas inadequadas poderá impactar adversamente os valores paisagísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Procurar instalar o canteiro de obras em local com solo desnudo ou com cobertura vegetal já degradada. Deposição do lixo gerado no canteiro de obras no Aterro Metropolitano Oeste, em Caucaia. Implementar um projeto de reconstituição paisagística das áreas do canteiro de obras e dos bota-foras imediatamente após a implantação do empreendimento. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras / limpeza e terraplenagem das áreas das obras vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₃ X ₂₃ X ₂₄	<ul style="list-style-type: none"> Haverá geração de emprego para mão-de-obra não especializada com salários superiores aos vigentes na região, só que numa escala relativamente reduzida. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH PMSGGA PMC
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₄ X ₂₃ X ₂₄	<ul style="list-style-type: none"> Leve aumento da oferta de empregos para mão-de-obra não especializada com reflexos positivos sobre o nível de renda do contingente obreiro, que em geral recebe salários superiores aos vigentes na região. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH PMSGGA PMC
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e 	Y ₄ X ₂₅	<ul style="list-style-type: none"> A geração de poeira e ruídos em larga escala afeta 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento diário da cava de jazida para 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. saúde.		negativamente a saúde dos operários. Além disso, há os riscos de acidentes decorrentes da pouca consistência dos solos na jazida de material terroso que predispõe a ocorrência de desmoronamentos de taludes.	<ul style="list-style-type: none"> • detecção e resolução de problemas ligados à instabilidade de taludes. • Levantamento prévio das condições da infraestrutura do setor saúde, visando agilizar o atendimento aos operários em caso de acidentes. • Os operários devem ser estimulados a obedecerem às regras de segurança e a adotarem o uso de equipamentos de proteção. 	<ul style="list-style-type: none"> • COGERH
<ul style="list-style-type: none"> • Extração, transporte e retrabalhamento de material de empréstimo vs. valores paisagísticos. 	4 32	<ul style="list-style-type: none"> • A exploração da área de empréstimo causará degradação do meio ambiente dado à erradicação da cobertura vegetal e a formação de cratera oriunda da retirada dos materiais, impactando adversamente os valores paisagísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de um projeto de reconstituição paisagística da cava da jazida logo após o termino da lavra.. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empreiteira • COGERH • SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> • Implantação das obras de engenharia vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	5 23 X ₂₄	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da oferta de empregos com conseqüente elevação no nível de renda dos trabalhadores engajados na obra. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> • Implantação das obras de engenharia vs. saúde. 	5 25	<ul style="list-style-type: none"> • Os problemas de saúde vinculados à implantação do empreendimento estão associados aos riscos de acidentes de trânsito envolvendo os funcionários e caminhoneiros que trabalham na área do Terminal Portuário e o contingente obreiro. Além de acidentes com os operários decorrentes de solapamento de taludes das valas escavadas dado a estrutura pouco coesa (arenosa) do terreno e de choques elétricos durante a execução dos testes de bombas. Ressalta-se, ainda, que não haverá intersecção das adutoras previstas no empreendimento com as vias de tráfego existentes na área do Terminal Portuário, sendo os riscos de acidentes de trânsito nesta área considerados pouco significativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Efetuar o escoramento contínuo das cavas de valas com pranchas metálicas. • Informar aos operários os riscos a que estão expostos e as regras de segurança necessárias para evitar acidentes de trabalho. Os operários a serem engajados nos testes de bombas devem ser especializados na execução deste tipo de serviço. • Aposição de sinalização de trânsito e de advertência adequada nas áreas das obras. • Uso de roupas e equipamentos adequados aos serviços (capacetes, luvas, botas, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Empreiteira • COGERH

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
			<ul style="list-style-type: none"> • Vacinar os operários contra as doenças infecciosas mais comuns, ou seja, tétano e febre tifóide. • Levantamento prévio das condições do setor saúde regional, visando agilizar o atendimento médico ao contingente obreiro em casos de acidentes. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Implantação das obras de engenharia vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₅ X ₃₀ X ₃₁	<ul style="list-style-type: none"> • O setor terciário será beneficiado com uma maior demanda por seus produtos (tubulações, material de construção, esquadrias, ferragens, motobombas, etc.) e serviços, com reflexos positivos sobre a tributação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esclarecer a população sobre o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empreiteira • COGERH • PMSGGA • PMC
<ul style="list-style-type: none"> • Intersecção com infra-estruturas de uso público vs. opinião pública, vs. saúde, vs. gasoduto. 	Y ₆ X ₂₂ X ₂₅ X ₂₆	<ul style="list-style-type: none"> • Com relação à intersecção com infra-estruturas de uso público, no caso do projeto ora em pauta a abertura de valas para instalação das tubulações das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) poderia provocar a interrupção parcial do fornecimento de gás as instalações do Terminal Portuário. Ressalta-se, no entanto, que o projeto prevê que as travessias do gasoduto em dois pontos serão feitas por método não destrutivo, conseqüentemente não haverá interrupção no fornecimento de gás, o que terá reflexos positivos sobre a opinião pública. • Riscos de acidentes com os operários durante a implantação das referidas adutoras dado a intersecção destas com as tubulações do gasoduto, que atende a área do Terminal Portuário, em dois pontos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicar aos órgãos responsáveis pelo gasoduto e pela administração do Terminal Portuário sobre as travessias que serão efetuadas e solicitar as normas e condutas de segurança a serem adotadas durante a implantação das obras. • Levantamento prévio das condições do setor saúde regional, visando agilizar o atendimento médico ao contingente obreiro em casos de acidentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empreiteira • COGERH • PETROBRÁS • CEARÁPORT OS
<ul style="list-style-type: none"> • Sinalização de trânsito vs. opinião pública , vs. saúde. 	Y ₇ X ₂₂ X ₂₅	<ul style="list-style-type: none"> • O estabelecimento de sinalização de trânsito e de advertência adequada durante a implantação das obras reduzirá os riscos de acidentes com os usuários das vias periféricas a área das obras, garantindo a circulação segura de veículos e pedestres, o que terá reflexos positivos sobre a opinião pública. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de sinalização adequada nas imediações da área das obras, de modo a preservar a segurança dos usuários das vias periféricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empreiteira

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> • Captação da água salgada, tratamento, reservação e distribuição do permeado (água doce) vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₈ X ₂₃ X ₂₄	<ul style="list-style-type: none"> • Com o início da operação do empreendimento haverá um leve incremento na oferta de empregos estáveis, vinculados a operação e manutenção da infraestrutura da usina de dessalinização e a comercialização da água produzida, com reflexos positivos sobre o nível de renda. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> • Captação da água salgada, tratamento, reservação e distribuição do permeado (água doce) vs. saúde. 	Y ₈ X ₂₅	<ul style="list-style-type: none"> • Os operários que efetuam a operação e manutenção das infra-estruturas da usina de dessalinização estão sujeitos a riscos de contaminação por produtos químicos. Ressalta-se, no entanto, que estes podem ser considerados pouco relevantes já que na adição dos produtos químicos utilizados será adotado o uso de bombas dosadoras, sendo a mistura água/produto químico efetuada dentro de um circuito fechado. Com isso, os riscos de contato dos operadores com gases tóxicos formados pela reação do metabissulfito de sódio com a água são nulos. Além disso, os funcionários serão instruídos a utilizarem equipamentos de proteção adequada e serão esclarecidos sobre o potencial toxicológico de cada produto e suas repercussões sobre a saúde. • Há, ainda, riscos de acidentes durante o manuseio das bombas nas estações elevatórias (choques elétricos). Entretanto como o projeto prevê a capacitação dos operários e a adoção de regras de segurança no trabalho estes riscos serão substancialmente reduzidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitação dos operadores da usina de dessalinização. • Conscientizar a equipe que opera a usina de dessalinização sobre a importância do cumprimento das regras de segurança no trabalho. • Os operários que trabalham na operação da usina de dessalinização devem adotar o uso constante de equipamentos de proteção (botas, luvas, máscaras, etc.). • Monitoramento da qualidade das águas do corpo receptor. 	<ul style="list-style-type: none"> • COGERH • SEMACE • SESA
<ul style="list-style-type: none"> • Captação da água salgada, tratamento, reservação e distribuição do permeado (água doce) vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₈ X ₂₁ X ₂₂ X ₂₇ X ₃₀ X ₃₁	<ul style="list-style-type: none"> • Com a implantação da usina de dessalinização de água do mar do Pecém será garantido suprimento hídrico da Vila do Pecém, do Terminal Portuário do Pecém e dos navios que aí aportam com água de boa qualidade a partir de uma fonte segura e inesgotável, o que terá reflexos positivos sobre as atividades econômicas aí desenvolvidas, com destaque para o turismo. Assim sendo, haverá um 	-	-

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
		<ul style="list-style-type: none"> • grande impulso no desenvolvimento local e regional, devido o incremento do setor terciário da região, em função da maior disponibilidade de água potável, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária. • Quanto aos impactos sobre o conhecimento científico, a implantação da usina de dessalinização tem como objetivo primordial à criação de um banco de dados e de um corpo técnico capacitado para a aplicação e aperfeiçoamento de uma tecnologia alternativa para a obtenção e suprimento de água potável para regiões litorâneas do território estadual, com potencialidades de crescimento e com restrições na oferta de água doce. Os elementos culturais e a opinião pública serão impactados de forma favorável. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Disposição do concentrado (salmoura) em alto mar vs. opinião pública. 	Y ₉ X ₂₂	<ul style="list-style-type: none"> • O lançamento do concentrado (salmoura) no alto mar da região do Pecém impactará negativamente a opinião pública, dado o temor dos pescadores de que ocorra uma redução da produção de pescado. Tal impacto, no entanto, poderá ser minorado através da implementação de um plano de comunicação social, que divulgue os reais impactos associados à implantação e operação do empreendimento. Este procedimento certamente terá êxito, já que o impacto sobre a água do corpo receptor tem apenas um caráter halino e que a pluma ficará restrita a uma distância de 10 m do ponto de lançamento do concentrado no corpo receptor, numa área privativa do Porto do Pecém. Assim sendo, não são esperados impactos sobre o setor pesqueiro da região. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de um plano de comunicação social, visando informar a população sobre os objetivos do projeto e sobre os reais impactos associados a sua implantação e operação. • Monitoramento das águas do corpo receptor. 	<ul style="list-style-type: none"> • COGERH • CEARÁPORTOS • SEMACE • IBAMA

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> Disposição do concentrado (salmoura) em alto mar vs. saúde. 	Y ₉ X ₂₅	<ul style="list-style-type: none"> Não são esperados danos à saúde dos pescadores e da população que pratica atividades de recreação e lazer na região, visto que o impacto causado pelo aporte do concentrado (salmoura) em alto mar é apenas de caráter halino (salinidade do concentrado bastante superior a salinidade da água do mar). 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de um plano de comunicação social, visando informar a população sobre os objetivos do projeto e sobre os reais impactos associados a sua implantação e operação. 	<ul style="list-style-type: none"> COGERH CEARÁPORTOS SEMACE IBAMA
		<ul style="list-style-type: none"> Além disso, a pluma se dispersa rapidamente atingindo uma distância de apenas 10 m a partir do ponto de lançamento dos efluentes no corpo receptor, numa área privativa do Porto do Pecém, onde é proibido o acesso da população. Ressalta-se, ainda, que o lançamento do concentrado em alto mar evita a degradação dos cursos e mananciais d'água doce da região, o que terá reflexos positivos sobre a saúde da população que utiliza estas águas para abastecimento e lazer. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento das águas do corpo receptor. 	
<ul style="list-style-type: none"> Disposição do concentrado (salmoura) em alto mar vs. valores paisagísticos 	Y ₉ X ₃₂	<ul style="list-style-type: none"> Tal atividade resultará na manutenção dos padrões de qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da região do Complexo Industrial / Portuário do Pecém, com reflexos positivos sobre os valores paisagísticos. Ressalta-se, ainda, que como o concentrado (salmoura) terá apenas um impacto de caráter halino sobre o ambiente marinho, não são esperados impactos adversos sobre os valores paisagísticos do alto mar e da faixa litorânea da praia do Pecém. Além disso, a pluma é rapidamente diluída /dispersada atingindo uma distância de apenas 10 m do ponto de lançamento dos efluentes no corpo receptor, ficando restrita a área do Porto do Pecém. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade das águas do corpo receptor. Manutenção periódica das infra-estruturas da usina de dessalinização. Capacitação dos operadores da usina de dessalinização. 	<ul style="list-style-type: none"> COGERH CEARÁPORTOS SEMACE IBAMA
<ul style="list-style-type: none"> Adoção de normas de segurança no trabalho vs. elementos culturais, vs. 	Y ₁₀ X ₂₁ X ₂₂ X ₂₅	<ul style="list-style-type: none"> A conscientização dos operários engajados na implementação das obras do empreendimento, bem como dos operadores da usina de dessalinização 	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento de regras rigorosas de segurança durante a implantação das obras, bem como durante a execução dos 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira COGERH

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
opinião pública, vs. saúde.		quanto a importância da adoção de regras rigorosas de segurança do trabalho reduzirá substancialmente os riscos de acidentes. Todos os fatores citados serão impactados de forma benéfica.	trabalhos de operação e manutenção da usina de dessalinização.	
• Plano de comunicação social vs. opinião pública, vs. setor primário (pesca), vs. setor terciário (turismo).	Y ₁₁ X ₂₂ X ₂₈ X ₃₀	• A implementação do plano de comunicação social esclarecerá a população da Vila do Pecém sobre os reais impactos associados a implantação da usina de dessalinização, dirimindo dúvidas quanto a possível poluição do mar e a uma potencial redução do pescado decorrente do aporte do concentrado em alto mar. Os componentes ambientais citados serão impactados de forma favorável.	–	–
AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
• Recuperação das áreas do canteiro de obras, da jazida de empréstimo e dos bota-foras vs. valores paisagísticos.	Y ₁₂ X ₃₂	• A recuperação adequada da cava da jazida e das áreas do canteiro de obras e dos bota-foras permitirá a reintegração das áreas degradadas à paisagem, o que terá reflexos positivos sobre os valores paisagísticos.	–	–
• Monitoramento da qualidade das águas do corpo receptor vs. opinião pública, vs. valores paisagísticos.	Y ₁₃ X ₂₂ X ₃₂	• A execução do monitoramento periódico da qualidade da água do corpo receptor sob a fiscalização da SEMACE, permitirá a adoção de medidas corretivas caso estas se façam necessárias, evitando a poluição deste manancial hídrico, tendo portanto reflexos positivos sobre os valores paisagísticos e a opinião pública.	–	–
• Capacitação dos operadores da usina de dessalinização vs. elementos culturais, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. valores paisagísticos.	Y ₁₄ X ₂₁ X ₂₇ X ₃₃	• A capacitação dos operadores da usina de dessalinização fornecerá a estes técnicos uma série de conhecimentos que os permitirá operá-la e mantê-la de forma mais correta e segura, o que terá reflexos positivos sobre todos os componentes ambientais citados.	–	–

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
• Manutenção da infra-estrutura implantada vs. saúde.	Y ₁₅ X ₂₅	• A manutenção periódica de toda a infra-estrutura implantada permitirá o correto funcionamento do sistema, evitando a ocorrência de vazamentos ou rompimentos de tubulações e conseqüente poluição dos recursos hídricos da região, o que terá reflexos positivos sobre a saúde da população que se utiliza destes mananciais para abastecimento e lazer.	—	—
• Manutenção da infra-estrutura implantada vs. gasoduto, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor terciário.	Y ₁₅ X ₂₆ X ₂₇ X ₃₀	• A manutenção periódica da usina de dessalinização evitará problemas de ruptura e vazamentos em tubulações, resguardando a integridade não só do próprio empreendimento, como também das infra-estruturas do Terminal Portuário do Pecém, do gasoduto e dos sistemas de abastecimento d'água da Vila do Pecém e do Terminal Portuário, evitando assim interrupções no tráfego portuário e nos fornecimentos de água e gás ao terminal marítimo do Complexo Industrial/Portuário do Pecém e de água a Vila do Pecém.	—	—
• Manutenção da infra-estrutura implantada vs. valores paisagísticos.	Y ₁₅ X ₃₂	• Tal medida contribuirá para a garantia da eficiência do sistema de disposição do concentrado (salmoura) em alto mar, evitando a poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos decorrentes de vazamentos nas tubulações e demais infra-estruturas implantadas, ou de problemas de extravasamento de concentrado, beneficiando indiretamente os valores paisagísticos.	—	—

ABREVIATURAS E SIGLAS UTILIZADAS:

CAGECE	—	Companhia de Água e Esgoto do Ceará;	PETROBRÁS	—	Petróleo Brasileiro S. A.
CEARÁPORTOS	—	Companhia de Integração Portuária do Ceará;	PMC	—	Prefeitura Municipal de Caucaia;
COGERH	—	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos;	PMSGGA	—	Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Amarante;
DNPM	—	Departamento Nacional de Produção Mineral;	SEMACE	—	Superintendência Estadual do Meio Ambiente;
IBAMA	—	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;	SESA	—	Secretaria de Saúde do Estado do Ceará;



7 – MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS

7 - MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS

7.1 - GENERALIDADES

Para o melhor aproveitamento dos impactos benéficos e a mitigação ou a absorção de impactos adversos decorrentes da implantação e operação do Projeto da Usina de Dessalinização do Pecém, faz-se necessária a adoção de medidas de proteção ambiental, tendo em vista que a não incorporação destas medidas poderá resultar em danos ao meio ambiente.

Os planos ora apresentados são constituídos apenas por diretrizes gerais devendo ser posteriormente detalhados ao nível de projetos específicos, adequados a realidade local. O Quadro 7.1 mostra a classificação das medidas de proteção ambiental preconizadas para o empreendimento ora em análise, de acordo com a sua natureza preventiva ou corretiva; a fase do empreendimento em que deverão ser adotadas (planejamento, implantação ou operação); o fator ambiental a que se destina (abiótico, biótico ou antrópico); o prazo de permanência de sua aplicação (curto, médio ou longo) e o órgão ou entidade responsável por sua implementação (empreendedor, poder público ou outro).

Com base nessa premissa, ficará a cargo da COGERH, órgão empreendedor do projeto a elaboração e implementação dos planos aqui sugeridos, cabendo ao órgão ambiental competente, no caso a SEMACE, supervisionar todas as etapas de implantação dos projetos, assim como auxiliar na orientação dos serviços a serem executados.

No início da implementação de cada projeto, recomenda-se a divulgação destas atividades de modo que a população local seja notificada de seus objetivos, alertada quanto às prováveis repercussões sobre a vida da comunidade e estimulada a exercer uma fiscalização ambiental informal.

Quadro 7.1 - Classificação das Medidas de Proteção Ambiental Preconizadas

Medidas de Proteção Ambiental	Natureza		Fase do Empreendimento a ser Adotada		Fator Ambiental a qual se Destina			Prazo de Permanência da Aplicação		Órgão Responsável
	Preventiva	Corretiva	Implantação	Operação	Físico	Biológico	Socioeconômico	Curto	Longo	
Adoção de Normas de Segurança no Trabalho	•		•	•(1)			•	•	•(1)	Empreiteira/COGERH
Programa de Ação Social		▪					▪			Empreiteira/COGERH
Recuperação das Áreas do Canteiro de Obras, da Jazida de Empréstimo e dos Bota-foras		•	•		•	•			•	Empreiteira
Capacitação dos Operadores da Usina de Dessalinização		•	•		•	•	•	•		COGERH
Monitoramento da Qualidade do Permeado (água doce)	•			•	•				•	Usina de Dessalinização
Monitoramento da Qualidade das Águas do Corpo Receptor	•			•	•	•	•		•	COGERH
Manutenção da Infra-Estrutura Implantada	•			•	•		•		•	COGERH

(1) Refere-se as medidas de segurança no trabalho a serem adotadas pelos funcionários da Usina de dessalinização durante a operação e manutenção da infra-estrutura implantada.

Ressalta-se que, o Monitoramento da Qualidade do Permeado (água doce), já se constitui numa atividade de rotina na operação de usinas de dessalinização, razão pela qual não foi recomendado como medida de proteção ambiental, sendo suas diretrizes básicas apresentadas neste Capítulo apenas a título informativo. Ressalta-se, no entanto, a importância de um acompanhamento deste monitoramento por parte da Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, como forma de garantir a qualidade da água a ser servida a população.

7.2 - ADOÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO

Durante a execução das obras de engenharia os riscos de acidentes com operários, os funcionários do Terminal Portuário e os usuários das vias periféricas a área das obras são relevantes, requerendo a adoção de regras rigorosas de segurança do trabalho. A Empreiteira deverá ministrar palestras educativas, incitando os operários a seguirem regras rigorosas de segurança, esclarecendo-os sobre os riscos a que estão sujeitos e estimulando o interesse destes pelas questões de prevenção de acidentes. Dentre os cuidados a serem seguidos com relação à segurança pode-se citar os seguintes:

- Munir os operários de ferramentas e equipamentos apropriados a cada tipo de serviço, os quais devem estar em perfeitas condições de manutenção de acordo com as recomendações dos fabricantes;
- Dotar os operários de proteção apropriada (capacetes, cintos de segurança, óculos, luvas, botas, capas, abafadores de ruídos, etc.), e tornar obrigatório o seu uso;
- Instruir os operários a não deixarem ferramentas em lugares ou posições inconvenientes, advertindo-os para que pás, picaretas e outras ferramentas não permaneçam abandonadas sobre montes de terras, nas bordas de valas, sobre escoramentos, ou qualquer outro local que não seja o almoxarifado, nem mesmo durante a hora do almoço;

- Evitar o mau hábito de deixar tábuas abandonadas sem lhe tirar os pregos. São comuns os registros de problemas de saúde, devido infecção por tétano, causados por acidentes envolvendo pregos oxidados;
- Zelar pela correta maneira de transportar materiais e ferramentas;
- Evitar o uso de viaturas com os freios em más condições ou com pneus gastos além do limite de segurança, pois podem advir perdas de vidas por atropelamentos ou batidas;
- Atentar para a segurança com os funcionários do Terminal Portuário nas áreas em que a obra se desenvolver próximo a edificações, cercar todas as valas em que a situação local exigir, utilizando passadiços e sinalização noturna adequada;
- Alertar sobre os riscos de fechamento do escoramento das valas escavadas na área das obras ou de solapamento dos taludes da cava da jazida podendo ocorrer soterramento com perdas de vidas humanas;
- Advertir quanto ao possível solapamento dos taludes em valas cheias d'água, podendo ocorrer danos a pessoas por afogamentos;
- Sinalização noturna a ser feita nas cabeceiras das valas e ao longo destas;
- Colocar placas e cavaletes de aviso a fim de evitar acidentes com veículos;
- Efetuar a estocagem de material e de ferramentas nos depósitos de tal maneira que permita a perfeita circulação no almoxarifado, sem se contundir;
- Estabelecimento de sinalização de trânsito nas áreas de aproximação das obras, nas vias de acesso e nos pontos de intersecção com outras vias, de modo a evitar acidentes com veículos.

No caso específico da intersecção das obras com as tubulações do gasoduto, os órgãos responsáveis pelo gasoduto e pela administração do Terminal Portuário devem ser comunicados sobre as travessias que serão efetuadas, devendo ser solicitadas às normas e condutas de segurança a serem adotadas.

A Empreiteira deverá efetuar, ainda, um levantamento prévio das condições da infra-estrutura local do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários, no caso de ocorrerem acidentes.

Durante a operação do empreendimento cuidados devem ser adotados principalmente quanto aos riscos de contaminação por produtos químicos e de descargas elétricas na operação dos painéis das bombas, entre outros. A COGERH deverá informar os operadores da Usina de dessalinização sobre os riscos a que estes estão sujeitos e as regras de segurança a serem adotadas.

No que se refere aos produtos químicos, ressalta-se que os riscos a que os operadores estão expostos podem ser considerados pouco relevantes já que na adição dos produtos químicos utilizados será adotado o uso de bombas dosadoras, sendo a mistura água / produto químico efetuada dentro de um circuito fechado. Com isso, os riscos de contato dos operadores com gases tóxicos formados pela reação do metabissulfito de sódio com a água são nulos. Além disso, os funcionários serão instruídos a utilizarem equipamentos de proteção adequada e deverão ser esclarecidos sobre o potencial toxicológico de cada produto e suas repercussões sobre a saúde. Já na operação dos painéis elétricos das bombas estes devem evitar que mãos, roupas e sapatos estejam úmidos, e devem usar luvas apropriadas por ocasião da manutenção elétrica.

A implementação desta medida ficará a cargo da Empreiteira durante a fase de implantação das obras, passando a alçada da COGERH na fase de operação do empreendimento. Tendo em vista que se trata de uma exigência da legislação trabalhista, a implementação desta medida não incorrerá em ônus para o empreendimento ora em pauta.

7.3 - PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Como forma de facilitar o desenvolvimento das ações a serem desencadeadas durante a implantação do Projeto da Usina de Dessalinização do Pecém e de evitar a geração de tensão social decorrente da expectativa criada pela

população de poluição do sistema marinho face o lançamento do concentrado (salmoura) em alto mar, faz-se necessário à implementação de um Programa de Comunicação Social fundamentado em duas vertentes básicas: contato com a população e treinamento do contingente obreiro.

A primeira vertente voltada para o contato com a população da Vila do Pecém e com os usuários das vias periféricas a área das obras e aos funcionários do Terminal Portuário terá como um de seus objetivos apresentar informações sobre as obras da usina de dessalinização e seus impactos potenciais, visando dirimir as dúvidas existentes no que se refere aos impactos sobre a qualidade da água do sistema marinho e conseqüentemente sobre as atividades turísticas, de recreação e lazer e pesca desenvolvidas na região. Deverão ser, também, prestadas informações sobre os procedimentos que serão adotados para minimizar os impactos adversos associados à implantação da usina de dessalinização, com destaque para as interferências com o gasoduto que atente o Terminal Portuário; alertas sobre os riscos de acidentes com os funcionários do Terminal Portuário e usuários das vias periféricas durante a implantação das obras (atropelamentos, quedas em valas, etc.).

A segunda vertente versa sobre o estabelecimento de regras comportamentais no trato com a população e normas de segurança no trabalho a serem seguidas pelo contingente obreiro durante a implantação das obras.

Com tais parâmetros em mente é preciso que se formule um programa de disseminação de informações centrado no uso de meios de comunicação de massa, na elaboração e distribuição de material de divulgação e na execução de palestras e cursos de capacitação. Sugere-se para tanto que o empreendedor adote as seguintes medidas:

- Realização de palestras junto à comunidade da Vila do Pecém e os funcionários do Terminal Portuário, tendo como finalidade precípua, informar a população sobre o projeto a ser implementado e os procedimentos a serem adotados para minorar seus impactos adversos;

- Divulgação junto aos funcionários do Terminal Portuário do Pecém das principais medidas de prevenção de acidentes através da distribuição de cartilhas;
- Execução de um curso de capacitação do contingente obreiro com carga horária de 12 horas/aula, cujo conteúdo deverá versar sobre regras de higiene e segurança, esclarecendo os treinandos sobre os perigos a que ficarão expostos, equipamentos de proteção individuais e coletivos, princípios básicos de prevenção de acidentes e noções de primeiros socorros, entre outros;
- Convocação da população para comparecer as palestras a serem realizadas e divulgação de pequenas mensagens informativas sobre o projeto através de rádio.

A elaboração das cartilhas, bem como a definição do conteúdo das mensagens a serem divulgadas em rádio e das palestras, e até mesmo suas execuções deverá ficar a cargo da COGERH. O curso de treinamento do contingente obreiro deverá ficar a cargo da Empreiteira. Os custos a serem incorridos com estas atividades são apresentados em item específico no final deste Capítulo, onde consta um quadro-resumo dos custos das medidas de proteção ambiental preconizadas.

7.4 - CURSOS DE CAPACITAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO

Objetivando fornecer ao quadro técnico a ser contratado uma série de informações que lhes permitam operar e manter de forma mais correta e segura a Usina de Dessalinização implantada na área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, deverão ser ministrados cursos de capacitação para operação e manutenção de usinas de dessalinização. Os referidos cursos deverão ser voltados, também, para a formação de uma consciência ecológica junto aos operadores de modo a proporcionar uma convivência satisfatória entre a operação e manutenção do empreendimento e o meio ambiente.

O conteúdo dos cursos a serem ministrados devem tratar a priori sobre noções básicas na área de engenharia sanitária envolvendo conceitos utilizados, características da água em termos qualitativos e quantitativos, tipos de sistemas de dessalinização da água salgada existentes (destilação, eletrodialise, osmose reversa, etc.), os elementos constituintes destes sistemas (sistema de captação e adução, sistema de reservação da água salgada, pré-tratamento da água salgada, dessalinização, recuperação de energia, disposição do concentrado no mar, pós-tratamento do permeado, etc.) e suas funções. O projeto da usina de dessalinização deverá ser apresentado aos treinandos, de modo a permitir que estes tenham um perfeito conhecimento do tipo de sistema com que irão trabalhar, devendo ser detalhados os seguintes tópicos:

- Definição das responsabilidades na Usina de Dessalinização, especificando as atividades e tarefas pertinentes a cada técnico;
- Definição das medidas corretivas a serem adotadas para solucionar os problemas operacionais mais freqüentes;
- Discutir, de modo a solucionar o mais rapidamente possível, os problemas mais comuns que podem perturbar o funcionamento da usina de dessalinização;
- Definição dos cuidados necessários para a correta conservação das infra-estruturas e equipamentos do sistema;
- Noções de informática, já que a planta da usina de dessalinização apresenta um alto grau de automação, sendo o funcionamento de todas as variáveis da planta monitorado e controlado por computadores.

Deve-se, ainda, aproveitar o ensejo para fornecer informações sobre regras de higiene e segurança, esclarecendo os treinandos sobre os perigos a que ficarão expostos, equipamentos de proteção individual e coletiva, princípios básicos de prevenção de acidentes e noções de primeiros socorros. Deverão ser fornecidas, também, informações sobre operação e manutenção de usina de dessalinização.



Quanto à incorporação do enfoque ambiental, os cursos devem fornecer informações relativas, principalmente, ao controle da poluição dos recursos hídricos e dos solos, com ênfase sobre a legislação ambiental vigente e a capacidade de autodepuração de cargas poluidoras pelos recursos hídricos, além do manejo e deposição adequada dos resíduos sólidos gerados na área da usina. Especial destaque deverá ser dada a importância da manutenção periódica das tubulações da adutora de disposição do concentrado como forma de controle da poluição do solo e dos recursos hídricos pelo aporte de concentrado em casos de vazamentos e rupturas de tubulações.

Como forma de concretizar os ensinamentos ministrados, servindo como atividade complementar dos cursos deverá ser efetuada se possível uma visita de campo a uma usina de dessalinização para execução de aula prática.

A metodologia a ser adotada no desenvolvimento dos cursos prevê a execução de aulas expositivas e práticas, trabalhos de grupo, discussões e debates, dinâmica de grupos e pesquisa bibliográfica. Deverá ser fornecido aos treinandos material didático sobre o conteúdo do curso.

Os cursos a serem executados ficarão a cargo da COGERH. O público alvo será constituído por técnicos a serem engajados na operação da Usina de Dessalinização e também pela equipe a se designada para os serviços de operação e manutenção das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado (salmoura) em alto mar.

Os custos a serem incorridos com esta atividade são apresentados em item específico no final deste Capítulo, onde consta um quadro-resumo dos custos das medidas de proteção ambiental preconizadas.

7.5 - RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DO CANTEIRO DE OBRAS, JAZIDA DE EMPRÉSTIMO E BOTA-FORAS

7.5.1 - GENERALIDADES

A área de exploração de material de empréstimo, bem como as áreas destinadas ao canteiro de obras e aos bota-foras sofrerão alterações da paisagem natural, com comprometimento da cobertura vegetal, da fertilidade dos solos e da topografia original, além do desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água periféricos. Há, ainda, geração de poeiras e ruídos provocados pelo uso de máquinas e veículos pesados. Assim sendo, faz-se necessária à implementação de um projeto de recomposição paisagística das áreas degradadas.

Os recursos minerais a serem explorados para utilização nas obras da Usina de Dessalinização do Pecém são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por material terroso, o qual será obtido de uma jazida de empréstimos, cuja área a ser explorada não foi, ainda, identificada, nem tão pouco alvo de estudos geotécnicos.

Apresenta-se a seguir as diretrizes necessárias à concepção e efetivação das medidas de controle da exploração mineral, bem como a reabilitação da área de lavra e das áreas de bota-foras e do canteiro de obras.

7.5.2 - CONTROLE AMBIENTAL NA ATIVIDADE MINERAL

As atividades desenvolvidas na fase de implantação da lavra, tais como, abertura de vias de acesso, seleção de áreas para deposição de expurgos, desmatamento da área de lavra e decapeamento (remoção da camada de solo vegetal), devem obedecer determinadas normas sob pena de degradar o meio ambiente.

Deste modo, recomenda-se o aproveitamento das estradas vicinais existentes, sendo construídas apenas as vias de serviços imprescindíveis; a redução dos desmatamentos ao mínimo necessário; a umidificação das vias e a estocagem

do solo vegetal retirado. Além disso, o percurso traçado para as vias de serviços deve evitar, ao máximo, atravessar áreas de reservas ecológicas.

O desmatamento da área da lavra deverá ser amplo o suficiente para garantir a insolação destas áreas e a movimentação das máquinas e restrito ao mesmo tempo, às necessidades mínimas exigidas para a exploração do material terroso. Assim sendo, recomenda-se a delimitação da área a ser desmatada, reduzindo os desmatamentos ao mínimo necessário.

Durante a operação de desmatamento os trabalhadores ficarão expostos a acidentes com animais peçonhentos (serpentes, aranhas, escorpiões e lacraias). Assim sendo, medidas que previnam estes acidentes deverão ser adotadas durante a execução dos trabalhos. A equipe engajada na operação de desmatamento deverá receber treinamento sobre identificação de animais peçonhentos e técnicas de primeiros socorros, além de estarem adequadamente trajados com botas e luvas de cano longo feitas de couro ou de outro material resistente.

O responsável pela operação de desmatamento da área da jazida de empréstimo deverá, antes do início desta atividade, manter contato com os postos de saúde da região, certificando-se da existência de pessoal treinado no tratamento de acidentes ofídicos, bem como de estoque de soros antiofídicos.

Na operação de decapeamento, a camada de solo fértil deve, logo após o desmatamento, ser empilhada por trator de esteira e carregada em caminhões para as áreas de bota-foras, onde não haja incidência de luz solar direta, visando assim evitar a germinação das sementes que se encontram em estado de “dormência”. Recomenda-se, ainda, que a cobertura vegetal da capa de estéril só seja removida quando a máquina que efetua a remoção do capeamento estiver a 5 metros desta. Deve-se, também, evitar que o material da capa estéril caia nas estradas e áreas de serviços.

Na operação da lavra deverão ser obedecidas algumas regras relativas a transporte, sinalização, estocagem e tratamento da área minerada. No carregamento e transporte do material de empréstimo e rejeitos, deve-se fazer uma otimização dos

caminhos, de modo a reduzir a poluição da região circunvizinha por detritos e poeiras, e adotar o uso de sinalização de trânsito adequada para diminuir os riscos de acidentes.

Na exploração da jazida devem-se considerar, também, as condições geológicas, topográficas e hidrológicas da área de lavra, diminuindo assim os riscos de inundações e de deslizamentos de encostas.

Visando reduzir ao mínimo o aporte de sedimentos às áreas circunvizinhas à jazida, deverão ser implantados sistemas de drenagem antes do início da lavra. Desta forma, todos os sistemas de encostas (taludes das frentes de lavra, das encostas marginais, dos bota-foras e dos cortes de estradas) deverão ser protegidos através do desvio das águas pluviais por meio de canaletas. Toda a área minerada, também, deverá ser circundada por canaletas, evitando que as águas pluviais provenientes das áreas periféricas venham a atingir a jazida.

O avanço da frente de lavra poderá provocar, em alguns setores da jazida de material terroso, instabilidades das encostas marginais com riscos de desmoronamentos e desencadeamento de processos erosivos. Diante disso, é recomendável a reconstituição topográfica dos taludes mais íngremes. Quanto à estocagem de materiais de empréstimos, deve-se evitar ao máximo a adoção deste procedimento, coordenando a sua utilização nas obras, concomitantemente com a sua exploração.

7.5.3 - CONTROLE DA DEPOSIÇÃO DE BOTA-FORAS

Durante a exploração da jazida são produzidas grandes quantidades de rejeitos sólidos, os quais em geral são dispostos em pilhas desordenadas, geralmente com condições precárias de estabilidade e expostos a processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água por ocasião do período chuvoso. Visando reduzir a degradação imposta ao meio ambiente por esta atividade, deverá ser posto em prática um controle na deposição de bota-foras, levando em conta dois fatores básicos, a sua localização e a formação das pilhas.

Com relação à localização, o rejeito deverá ser depositado próximo à área da lavra, em cotas inferiores à da mineração, reduzindo assim os custos com

transportes. Nunca devem ser colocadas pilhas próximas ao limite do pit, pois haverá uma sobrecarga nos taludes finais da cava, podendo ocorrer desmoronamentos e o material rompido atingir a área da lavra. Além disso, há sempre a possibilidade destes materiais serem depositados sobre as áreas mineralizadas que futuramente venham a ser lavradas.

Para a formação adequada de depósitos de rejeito deve-se levar em conta o material constituinte do estéril, o terreno de fundação e os métodos construtivos. Na determinação da capacidade, das dimensões e do método construtivo deve-se atentar para os riscos de erosão pela água ou eólica, de deslizamento do material estocado, bem como acessos e possível retomada para um eventual aproveitamento.

As pilhas de rejeitos devem ser formadas por basculamento direto do terreno, sendo o material depositado em camadas com compactação pelos próprios equipamentos de transporte, ou então convencionais de compactação. Antes desta operação deve ser colocada uma camada de material drenante entre o terreno da fundação e a pilha. Deve ser implementada, também, a drenagem superficial das bermas e plataformas, bem como a abertura de canais periféricos para evitar que as águas de superfície drenem para o depósito. Com relação aos terrenos de fundação, estes devem apresentar resistência superior à da pilha de rejeito e inclinação inferior a 11°. Para a estabilização dos rejeitos deve ser adotado o método botânico, pois a região dispõe de material que serve de cobertura de solo.

7.5.4 - RECUPERAÇÃO DA ÁREA DE LAVRA

Após o término da lavra, deverão ser iniciados os trabalhos de reconstituição paisagística da área de empréstimo através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com vegetação nativa.

A cava da jazida deve ter seus taludes suavizados, sendo quando necessário utilizados materiais dos bota-foras para a reconstituição da superfície topográfica, desde que estes não contenham materiais poluentes. O solo vegetal deve ser

depositado em camadas finas, de modo a evitar a necessidade de futuras importações de solos de outras regiões, utilizando tratores de esteira, caminhões basculantes e pás carregadeiras. Em seguida devem ser efetuadas adubações e correções do solo.

O reflorestamento deve ser efetuado, logo após a recomposição do solo, sendo executado preferencialmente o plantio de mudas, que exige a contratação de dois homens durante oito dias, o plantio de 156 mudas/ha e o uso de 0,05 t de adubo orgânico.

7.5.5 - RECOMPOSIÇÃO DA ÁREA DO CANTEIRO DE OBRAS

As degradações impostas ao meio ambiente pela implantação e operação do canteiro de obras envolvem deterioração pontual dos solos, desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água e redução na recarga dos aquíferos. Os danos à flora podem ser considerados mínimos, tendo em vista que as áreas de entorno do terreno da usina apresentam solos desnudos ou cobertos com vegetação pioneira. Além disso, ocorre geração de poeira e ruídos provocados pela terraplenagem e pela operação da usina de concreto. Deste modo, faz-se necessário à adoção das seguintes medidas:

- Adotar o uso de banheiros químicos como infra-estrutura de esgotamento sanitário, devendo os efluentes coletados serem destinados a uma Estação de tratamento de esgotos da CAGECE;
- Na localização da usina de concreto levar em conta a direção dos ventos dominantes já que o canteiro de obras se situa próximo às instalações do Terminal Portuário do Pecém;
- Resíduos de concretos e outros materiais devem ser depositados em locais apropriados, sendo submetidos a tratamento adequado;
- Umidificar o trajeto de máquinas e veículos.

Após a conclusão das obras, a área ocupada pelas instalações do canteiro de obras deve ser alvo de reconstituição paisagística, através do reflorestamento com

espécies vegetais nativas. Já o tratamento a ser dado às áreas dos caminhos de serviços, consiste em espalhar o solo fértil estocado por ocasião de suas construções, regularizar o terreno e reflorestar com espécies nativas.

Esta medida deverá ficar a cargo da Empreiteira, devendo esta ser fiscalizada pela COGERH e pela SEMACE. Os custos a serem incorridos com esta atividade são apresentados em item específico no final deste Capítulo, onde consta um quadro-resumo dos custos das medidas de proteção ambiental preconizadas.

7.6 - MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA

Visando o funcionamento eficaz das infra-estruturas e equipamentos implantados na usina de Dessalinização deverão ser efetuadas manutenções rotineiras e reparos de danos não previstos, ficando esta atividade a cargo da COGERH, estando seus custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

A manutenção das adutoras de água salgada e de disposição do permeado consiste basicamente na remoção de sedimentos acumulados, limpeza de tubulações, execução de sondagens periódicas para identificação de vazamentos e prevenção da corrosão. Uma boa manutenção exige uma competente equipe de trabalho, adequadamente equipada.

As bombas das estações elevatórias devem ser operadas por pessoal treinado, sendo efetuadas revisões nos motores elétricos a cada ano e recondicionamento a cada 5 anos.

Por fim, as atividades de manutenção dos reservatórios de água salgada e de permeado consiste em combater qualquer início de erosão nos taludes, verificando o estado de conservação dos gramados de proteção; manter limpos os dispositivos de entrada da água no reservatório e efetuar limpezas periódicas dos próprios reservatórios.

7.7 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO PERMEADO (ÁGUA DOCE)

Visando garantir a qualidade do permeado (água doce) a ser distribuído a população, deverá ser efetuado o seu monitoramento ao nível da Usina de Dessalinização, através da coleta e análise periódica de amostras de permeado bruto, a fim de fiscalizar a eficiência do tratamento por osmose reversa e verificar a necessidade de execução de pós-tratamento. Deverá ser, também, monitorado o permeado pós-tratado para averiguar se este está atendendo as exigências da legislação pertinente (Portaria no 518/2004 do Ministério da Saúde)

Recomenda-se que sejam investigados os seguintes parâmetros físico-químicos: cor, turbidez, odor, resíduo seco, pH, oxigênio consumido, sódio, cloretos, sulfatos e STD. Quanto aos parâmetros bacteriológicos deverão ser investigados coliformes totais, coliformes fecais e ferrobactérias. A coleta e análise periódica das amostras ficarão a cargo da Usina de Dessalinização.

Os laudos a serem emitidos pelo laboratório da Usina de Dessalinização ou por laboratório que venha a ser contratado por esta, serão identificados com o nome do laboratório, número do laudo e assinado por um profissional de química, devidamente registrado no Conselho pertinente. Os padrões de qualidade do permeado deverão ser atendidos em qualquer tempo, seja por amostragem simples ou composta.

Será elaborado mensalmente pela Usina de Dessalinização um relatório de monitoramento do permeado contendo os seguintes tópicos: resumo das condições operacionais do período (número de dias em operação e ocorrências de manutenção); permeado (volume médio mensal); coleta de amostras (data e hora, tipo de amostra – simples ou composta e assinatura do técnico de amostragem); resultados (laudos analíticos); comentários (tratamento estatístico dos resultados e comparação com os padrões de referência) e conclusões.

O Monitoramento da Qualidade do Permeado (água doce), já se constitui numa atividade de rotina na operação de usinas de dessalinização, razão pela qual seus custos não se constituirão em ônus para o presente projeto. Ressalta-se, no

entanto, a importância de um acompanhamento deste monitoramento por parte da Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, como forma de garantir a qualidade da água a ser servida a população.

7.8 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CORPO RECEPTOR

O controle sistemático da qualidade da água do corpo receptor do concentrado (salmoura) produzido pela Usina de Dessalinização é de suma importância para a detecção e correção de possíveis falhas no funcionamento do sistema de pré-tratamento da água salgada posto em prática na Usina, garantindo a preservação do ambiente marinho.

Ressalta-se, no entanto, que para a amostragem em águas marinhas devem ser considerados outros fatores além dos estabelecidos para águas doces, como marés, correntes, variações sazonais, diluição das descargas e amostragens em diferentes profundidades.

Os programas de amostragem variam em função dos objetivos a serem alcançados, sendo necessário para seleção dos pontos de amostragem e dos parâmetros de caracterização das águas ponderar os seguintes aspectos: características geográficas da região e regime de marés; intensidade e direção das correntes; existência ou não de estratificação vertical do corpo de água, que é função da salinidade e temperatura; localização da fonte poluidora; características da fonte de poluição e usos previstos para as águas costeiras (recreação, aquicultura, pesca, zona portuária, etc.).

Devido à complexidade de todos estes fatores, não se podem formular regras gerais para estabelecer programas de coleta de amostras. O que se recomenda é realizar campanhas preliminares apenas para conhecer a variabilidade do sistema após o aporte de efluentes proporcionado pela implementação do projeto ora em análise, definindo o programa de monitoramento na medida em que se obtém estes dados.

O monitoramento a ser posto em prática tem como objetivo traçar uma linha evolutiva do nível trófico do ecossistema de interesse, determinando modificações

ambientais decorrentes desta atividade, fornecendo subsídios para o controle eficiente do concentrado, embasados em evidências científicas comprovadas, objetivando a manutenção da qualidade ambiental requerida pela legislação vigente.

Atualmente o IEPRO – Instituto de Estudos, Pesquisas e Projetos da UECE – Universidade Estadual do Ceará vem desenvolvendo para a CEARÁPORTOS o monitoramento da qualidade da água da região de alto mar do Terminal Portuário do Pecém. O polígono de estudo possui seis estações oceanográficas localizadas a oeste da linha de construção do quebra mar off shore do Terminal Portuário, e uma a leste. As condições de vento, correntes e ondas, que atuam na região marítima do Pecém, de uma maneira geral, se deslocam para oeste, tendo-se assim a tendência de uma movimentação de qualquer corpo estranho lançado nas águas, de se deslocarem também para oeste. Tal referência orientou a tomada de pontos de coleta na situação geográfica do terminal off shore. As coordenadas das sete estações selecionadas para coletas de amostras são apresentadas no Quadro 7.2, enquanto que a Figura 7.1 apresenta a locação destes pontos em planta. Em cada ponto são coletadas três amostras nas seguintes profundidades: superfície, 5m e 10m.

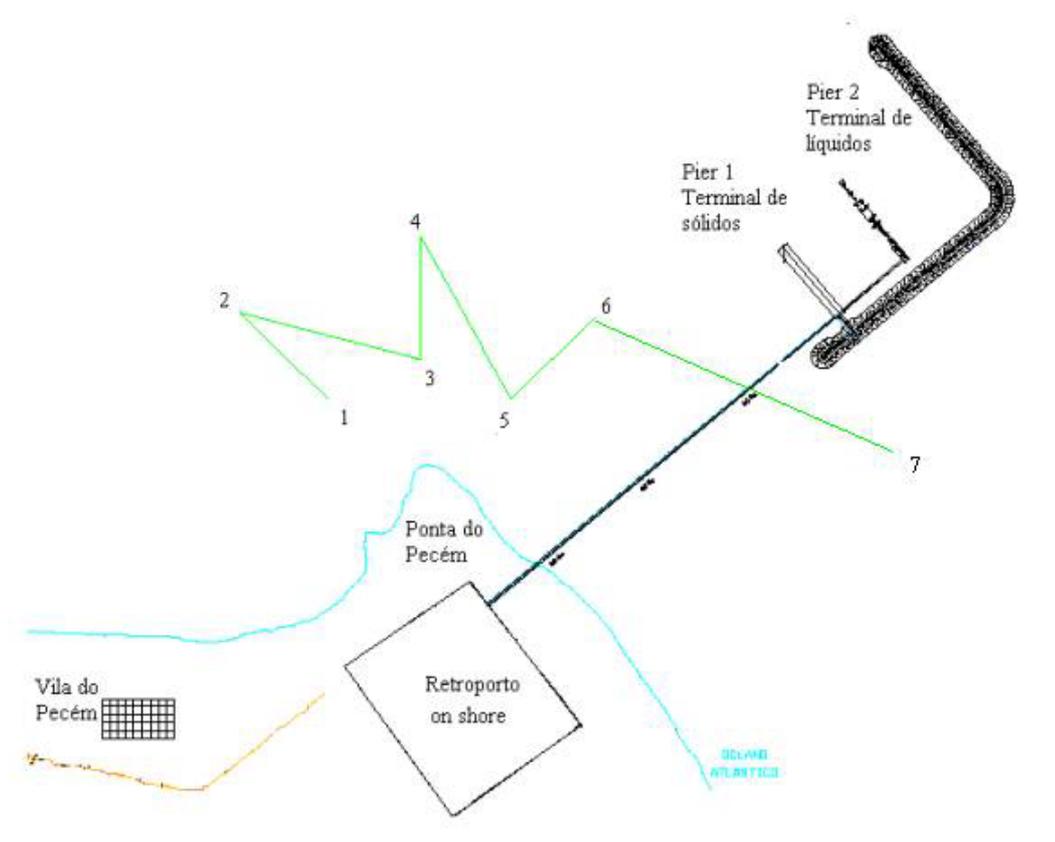
Quadro 7.2 – Localização das Estações de Monitoramento

Estação	Localização	Coordenadas UTM	
		X (leste)	Y (norte)
01	A 0,5 km a NW da ponta do Pecém	520.416	9.608.932
02	A 1,0 km a NW da Ponta do Pecém	520.068	9.609.274
03	A 0,5 km sobre a ponta do Pecém	520.776	9.609.090
04	A 1,0 km sobre a ponta do Pecém	520.776	9.609.580
05	A 0,5 km a NE da ponta do Pecém	521.136	9.608.932
06	A 1,0 km a NE da ponta do Pecém	521.482	9.609.274
07	A 2,0 km a E da ponta do Pecém	522.811	9.608.567

Ressalta-se que, as estações monitoradas estão posicionadas nas imediações do ponto de lançamento do concentrado (salmoura), com seis destas estando situadas a oeste deste local.

As variáveis atualmente monitoradas pelo IEPRO/CEARÁPORTOS são: parâmetros físico-químicos (salinidade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido), qualidade da água (coliformes fecais, óleos e graxas e turbidez).

Figura 7.1 – Localização das Estações de Monitoramento



Observa-se que as estações de monitoramento em operação pela CEARÁPORTOS estão posicionadas nas imediações do ponto de lançamento do concentrado (salmoura) gerado pela Usina de Dessalinização e que boa parte dos parâmetros a serem monitorados são coincidentes. Assim sendo, sugere-se o estabelecimento de um convênio com este órgão que já vem implementando o monitoramento das águas do mar na região do Terminal Portuário do Pecém, visando a otimização desta atividade e a redução dos seus custos.

Ressalta-se, ainda, que a CAGECE / Termelétricas, também vem executando um monitoramento da qualidade da água do mar na região do Terminal Portuário do Pecém, o qual vem sendo desenvolvido pelo LABOMAR – Laboratório de Ciências



do Mar da UFC – Universidade Federal do Ceará. São monitorados parâmetros físico-químicos e bióticos na área de influência da pluma do emissário de efluentes pré-tratados das Termelétricas, sendo coletadas amostras em 10 estações.

7.9 - CUSTOS DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Os custos a serem incorridos com a implementação das medidas de proteção ambiental recomendadas visando minorar os impactos decorrentes da implantação e operação do Projeto da Usina de Dessalinização do Pecém, cujas diretrizes são apresentadas em itens específicos deste Capítulo, foram orçados em R\$ 49.000,00, a preços de outubro de 2006. Ressalta-se que neste montante não estão inclusos os custos das medidas relativas à adoção de normas de segurança no trabalho; recuperação das áreas do canteiro de obras, da jazida de empréstimo e dos bota-foras; monitoramento da qualidade do permeado (água doce), monitoramento da qualidade da água do corpo receptor e manutenção da infra-estrutura implantada.

A adoção de normas de segurança no trabalho é uma exigência da legislação trabalhista devendo ser cumprida pela Empreiteira e pela Usina de Dessalinização sem ônus para o empreendimento. No caso específico da manutenção da infra-estrutura implantada os custos incorridos nesta atividade já são parte integrante do orçamento do projeto de engenharia. Quanto aos gastos a serem incorridos com a recuperação das áreas do canteiro de obras, da jazida de empréstimos e dos bota-foras, como não há ainda uma definição da extensão destas áreas torna-se impossível definir os custos pertinentes a esta atividade, tendo sido estimado apenas o custo da recuperação para 1,0 ha de área degradada (R\$ 3.000,00/ha).

Os gastos referentes ao monitoramento da qualidade do permeado (água doce), por sua vez, estão sobre a alçada da Usina de Dessalinização estando inclusos nos custos operacionais da referida indústria. Não incorrem, portanto, em ônus para o empreendimento ora analisado.

Os custos a serem incorridos com a implementação do Programa de Comunicação Social foram orçados em R\$ 14.000,00, estando 71,4% destes gastos

sobre a alçada da COGERH e o restante a cargo da Empreiteira. A elaboração das cartilhas, bem como a definição do conteúdo das mensagens a serem divulgadas em rádio e das palestras, e até mesmo suas execuções ficarão a cargo da COGERH. Já os custos a serem incorridos com a aplicação dos cursos de capacitação dos operadores da Usina de Dessalinização foram orçados em R\$ 35.000,00.

Por fim, no caso específico do monitoramento da qualidade da água do corpo receptor como a CEARÁPORTOS já vem executando um programa de monitoramento da qualidade das águas do mar do Pecém na região do Terminal Portuário, foi recomendado o estabelecido de um convênio com este órgão, visando a otimização desta atividade e a redução dos seus custos. Assim sendo, os custos a serem incorridos com o monitoramento da qualidade da água do corpo receptor não puderam ser estimados a priori. O Quadro 7.3 apresenta os custos das medidas de proteção ambiental preconizadas, exceto as mencionadas anteriormente.

Quadro 7.3 - Custo das Medidas de Proteção Ambiental Preconizadas

Discriminação	Órgão Responsável	Valor Total (R\$) ¹
Adoção de Normas de Segurança no Trabalho	Empreiteira	Sem ônus para o Projeto
	COGERH	Sem ônus para o projeto
Programa de Comunicação Social	Empreiteira	4.000,00
	COGERH	10.000,00
Monitoramento da Qualidade do Permeado (água doce) a ser distribuída a população	Usina de Dessalinização	Sem ônus para o Projeto
Recuperação das Áreas do Canteiro de Obras, da Jazida de Empréstimo e dos Bota-foras	Empreiteira	Não definido por falta de dados básicos, custo unitário estimado em 3.000,00/ha
Capacitação dos Operadores da Usina de Dessalinização	COGERH	35.000,00
Monitoramento da Qualidade da Água do Corpo Receptor	COGERH	A ser definido posteriormente, após estabelecimento ou não de Convênio com a CEARÁPORTOS, órgão que já executa um programa de monitoramento da qualidade das águas do mar na região do Terminal Portuário.
Manutenção da Infra-estrutura Implantada	COGERH	Computado no Orçamento do Projeto de Engenharia
Total		49.000,00

(1) Valores expressos em reais de outubro de 2006.



8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade ambiental do Projeto da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. É característico de projetos de usina de dessalinização, que sua implantação e operação esteja vinculada à geração de impactos adversos sobre o meio ambiente, os quais podem ser minorados através da adoção de medidas de proteção ambiental por parte do órgão empreendedor.

A avaliação dos impactos ambientais perpetrada demonstrou que o empreendimento em sua versão original apresenta um número de impactos benéficos superior as adversidades e indefinições geradas, com o Índice de Avaliação Ponderal apresentando-se ligeiramente superior a unidade (IAP = 1,0881), o que não é característico deste tipo de obra. Além disso, os impactos negativos detectados tendem a se concentrar, principalmente, na fase de implantação das obras, incidindo principalmente sobre o meio natural, tendo a grande maioria destes curta duração. Já os benefícios identificados estão associados, sobretudo, à fase de operação do empreendimento, sendo compostos preferencialmente por impactos permanentes de longa duração.

Com a adoção das medidas de proteção ambiental preconizadas, o projeto consegue reverter boa parte das adversidades incidentes sobre o meio natural, elevando o valor do Índice de Avaliação Ponderal para 2,8476. Tal resultado revela que os benefícios obtidos conseguem sobrepujar com uma larga margem de segurança as adversidades e indefinições geradas. Por outro lado, o percentual de indefinições apresentado (3,12%), que em geral está vinculado aos riscos de acidentes com o contingente obreiro e com os usuários das vias periféricas a área das obras, pode ser reduzido através da adoção de normas rigorosas de segurança no trabalho e do uso de sinalização de trânsito adequada.

As simulações efetuadas considerando a conversão das indefinições em benefícios revelam que caso 50,0% destas sejam convertidas em benefícios o IAP

passará para 3,0766, enquanto que com a conversão total das indefinições existentes, o projeto atingirá o nível máximo de conveniência passando a apresentar um IAP igual a 3,3725.

Sob o ponto de vista de um balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, merece ressalva o fato do custo de oportunidade da área a ser ocupada pelas tubulações das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado ser praticamente nulo, visto que estas se desenvolvem predominantemente pelas áreas já urbanizadas do Terminal Portuário do Pecém, contornando o seu pátio e se desenvolvendo pela ponte de acesso ao píer. A área a ser ocupada pela Usina de Dessalinização, por sua vez, também apresenta custo de oportunidade baixo não sendo atualmente aproveitada com atividades econômicas.

Em contrapartida, com a implantação da usina de dessalinização de água do mar do Pecém será garantido o suprimento hídrico da Vila do Pecém, do Terminal Portuário do Pecém e dos navios que aí aportam com água de boa qualidade a partir de uma fonte segura e inesgotável, o que terá reflexos positivos sobre as atividades econômicas aí desenvolvidas, com destaque para o turismo. Assim sendo, haverá um grande impulso no desenvolvimento local e regional, devido o incremento do setor terciário da região, em função da maior disponibilidade de água potável, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

Quanto aos impactos sobre o conhecimento científico, a implantação da usina de dessalinização contribuirá para a aquisição de conhecimentos e capacitação de um corpo técnicos numa tecnologia alternativa para a obtenção água potável em regiões com restrições na oferta de água doce e com potencial para desenvolvimento.

Na fase de implantação das obras, a maioria dos impactos adversos estão associados aos movimentos de terra requeridos, a exploração da jazida de empréstimo e a abertura de valas. O impacto associado ao desmatamento/limpeza das áreas das obras, por sua vez, será pouco relevante já que o terreno da Usina Dessalinização e a maior parte dos traçados das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado encontram-se posicionados sobre solos desnudos. Apenas uma pequena parte dos

traçados das adutoras irá margear o coqueiral existente no terreno do balneário dos funcionários do Terminal Portuário, podendo atingir o capeamento gramíneo e alguns exemplares de coqueiros aí existentes.

Quanto à necessidade de relocação de população, no caso específico do projeto ora em análise não haverá desapropriação de terras, já que o terreno da usina é de propriedade do Estado. Além disso, o referido terreno não é ocupado por edificações nem tão pouco por atividades produtivas, não havendo necessidade de relocação de população, nem de paralisação de atividades econômicas e de desemprego de mão-de-obra.

As travessias de infra-estruturas de uso público pelas tubulações das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado não resultarão em inconvenientes aos usuários da rede viária do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, nem tão pouco as atividades econômicas da região. Com efeito, as duas intersecções com o gasoduto serão feitas por método não destrutivo, não havendo interrupção no fornecimento de gás ao Terminal Portuário. Dado os riscos de acidentes inerentes a execução destas obras, faz-se necessário o estabelecimento de comunicação com os órgãos responsáveis pelo gasoduto e pela administração do Terminal Portuário para definição das normas e condutas de segurança a serem adotadas.

Além disso, o estabelecimento de sinalização de trânsito e de advertência adequada reduzirá os riscos de acidentes com os usuários das vias periféricas a área das obras, garantindo a circulação segura e confortável dos transeuntes.

Com o início da operação da usina de dessalinização, haverá um aumento da garantia da oferta de recursos hídricos da região, já que esta fornecerá uma vazão de 5 l/s de água potável proveniente de fonte segura, a região de alto mar do Pecém. Ressalta-se, ainda, que não são esperados impactos relevantes sobre a disponibilidade hídrica do sistema marinho decorrentes da captação da vazão de alimentação da usina de dessalinização (12,5 l/s), já que este é considerado como uma fonte inesgotável.

Na fase de operação da Usina de Dessalinização, o principal impacto adverso detectado consiste no fato da adutora de disposição do concentrado (salmoura) concentrar a incidência das águas residuárias num único ponto, razão pela qual o sistema de pré-tratamento da água salgada captada a ser posto em prática pela usina teve como premissa evitar o uso excessivo de produtos químicos, já que a água do mar do Pecém apresenta boa qualidade.

Assim sendo, o lançamento do concentrado (salmoura) em alto mar terá apenas um carácter halino, provocando alterações no ecossistema marinho decorrentes da elevação da salinidade, provocando a mortalidade de algumas espécies marinhas, só que numa área pontual bastante restrita. Com efeito, os estudos de dispersão da pluma poluidora revelam que, dado a rápida diluição/dispersão proporcionada pelo ambiente marinho, a diferença de salinidade no centro da pluma é desprezível, a uma distância de 10 m do ponto de lançamento no corpo receptor.

Além disso, dentre as medidas de proteção ambiental recomendadas foi preconizada a execução de um monitoramento da qualidade das águas do corpo receptor. Ressalta-se que a CEARÁPORTOS já vem desenvolvendo um monitoramento da qualidade das águas do sistema marinho da região na região do Terminal Portuário através da coleta e análise de amostras em laboratório. Assim sendo, sugere-se o estabelecimento de um convênio com este órgão visando à otimização desta atividade e a redução dos seus custos.

Tendo em vista que o impacto sobre o sistema marinho é apenas de carácter halino não são esperados impactos negativos sobre as atividades turísticas, de recreação e lazer e pesca praticadas na região do Pecém. Além disso, a pluma se dispersa rapidamente, tendo incidência apenas sobre uma área restrita, localizada numa zona privativa do Porto do Pecém.

Merece ressalva, também, o fato do lançamento do concentrado (salmoura) na região do alto mar do Pecém evitar a sua disposição no solo nas imediações da área da

usina, eliminando assim problemas potenciais de salinização dos solos e dos recursos hídricos, decorrentes do aporte deste efluente que apresenta um elevado teor salino.

Com relação às alterações impostas ao meio natural, dada as características apresentadas pela área de influência do empreendimento, estes impactos, apesar de relevantes, não chegam a apresentar consequências muito sérias. Com a adoção das medidas de proteção ambiental preconizadas, boa parcela dos impactos adversos incidentes sobre o meio natural serão mitigados, beneficiando não apenas o meio ambiente em si, como também a própria integridade do empreendimento.

Por fim, especial atenção deve ser dada ao monitoramento da qualidade do permeado (água doce) a ser posto em prática pela Usina de Dessalinização. Este automonitoramento, que se constitui numa atividade de rotina da usina, deverá ser controlado pela SEMACE, órgão ambiental responsável pelo licenciamento desta indústria, garantindo o fornecimento de água de boa qualidade a população.

Pelo que se deduz nos parágrafos precedentes, a implantação e operação da Usina de Dessalinização do Pecém é exequível, desde que sejam adotadas as medidas de proteção ambiental preconizadas no presente estudo. Com a incorporação de tais medidas, o empreendimento torna-se viável, resultando em elevados benefícios para o meio antrópico e num nível de adversidades perfeitamente tolerável pelo meio natural.



9 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

9 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

A política de desenvolvimento que vem sendo posta em prática pelo Estado do Ceará exige que o planejamento dos planos e projetos governamentais considere em seu bojo os efeitos da degradação ambiental decorrentes da sua implantação e operação. Para tanto, faz-se de suma importância o conhecimento dos instrumentos legais existentes a nível federal, estadual e municipal, com os quais o empreendimento deverá estar em conformidade, visando à proteção do meio ambiente de sua área de influência, tendo sido elaboradas sínteses dos aspectos legais que regem a legislação ambiental vigente, as quais são apresentadas a seguir.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis nº 7.804/89 e 8.028/90 e regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, definindo diretrizes gerais de conservação ambiental, compatibilizando o desenvolvimento das atividades econômicas com a preservação do meio ambiente. Dentre às políticas ambientais, em nível federal, pertinentes a projetos de saneamento básico e meio ambiente, destacam-se os seguintes dispositivos legais:

- Constituição Federal;
- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei nº 7.803, de 18/07/89 e pela Medida Provisória no 2.166-67, de 24/08/00: institui o Código Florestal;
- Lei 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção da fauna;
- Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979: dispõe sobre o parcelamento do uso do solo urbano;
- Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências.

- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e dá outras providências;
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei no 9.827, de 27 de agosto de 1999 (regulamentada pelo Decreto no 3.358, de 02/02/2000): dispõe sobre a extração de substâncias minerais para uso exclusivo em obras públicas.
- Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000: regulamenta o Art. 225, parágrafo 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências (regulamentada pelo Decreto no 4.340, de 22/08/02);
- Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;
- Decreto nº 28.481, de 07 de dezembro de 1940: dispõe sobre a poluição das águas;
- Decreto-Lei no 227 de 28 de fevereiro de 1967 (alterado pelas Leis no 6.567, de 24/09/78 e no 7.805, de 18/06/89): institui o Código de Mineração;
- Decreto nº 84.426, de 24 de janeiro de 1980: dispõe sobre erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo;
- Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6.938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984: dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências;
- Decreto nº 95.733, de 12 de janeiro de 1988: destina 1,0% do orçamento dos projetos para implantação das medidas de proteção ambiental;
- Decreto no 97.632 de 10 de abril de 1989: regulamenta o Art. 2o Inciso VIII da Lei no 6.938 de 31/08/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária;

- Portaria MINTER no 536, de 7 de dezembro de 1976: estabelece normas para a qualificação das águas interiores ou marinhas destinadas a balneabilidade;
- Portaria MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Portaria Ministério da Saúde no 518, de 25 de março de 2005: estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985 (alterada pela Lei nº 7.803/89): define critérios, normas e procedimentos gerais para a caracterização e estabelecimento de reservas ecológicas;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu Artigo 2º pela Resolução CONAMA no 011, de 18/03/86): estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986: institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão;
- Resolução CONAMA nº 011, de 18 de março de 1986: altera e acrescenta incisos na Resolução CONAMA nº 001/86 que torna obrigatória a elaboração de estudos de impacto ambiental para determinados tipos de empreendimentos;
- Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas;
- Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1988: exige o estabelecimento de processo licenciatório para as obras de captação de projetos de sistemas de abastecimento d'água, cuja vazão seja acima de

20,0% da vazão mínima da fonte hídrica, no ponto de captação, e que modifiquem as condições físicas e/ou bióticas dos corpos d'água;

- Resolução CONAMA no 010, de 06 de dezembro de 1990: estabelece critérios específicos para o licenciamento ambiental de extração mineral da Classe II;
- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental;
- Resolução CONAMA no 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Revoga, em seu Artigo 50, a Resolução CONAMA no 020, de 18 de junho de 1986;
- Portaria RDC no 274, de 22 de setembro de 2005 (ANVISA): aprova o regulamento técnico para águas envasadas e gelo.

Por fim, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

No Estado do Ceará, o sistema de controle ambiental é integrado pela Secretaria da Ouvidoria Geral e Meio Ambiente - SOMA, criada pela Lei nº 13.093, de 08 de janeiro de 2001, à qual encontram-se vinculados o Conselho Estadual do Meio Ambiente - COEMA e a Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, ambos criados pela Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente. Os dispositivos legais, em nível estadual, pertinentes a projetos de saneamento básico e ao meio ambiente são os seguintes:

- Constituição Estadual;
- Lei nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977: dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos;

- Lei nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977, regulamentada pelo Decreto nº 14.535, de 02/06/81: dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no estado e dá outras providências;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH.
- Lei nº 12.488, de 13 de setembro de 1995: dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará;
- Lei nº 13.103, de 24 de janeiro de 2001: dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá providências correlatas;
- Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;
- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Portaria SEMACE nº 151, de 06 de dezembro de 2002: dispõe sobre normas técnicas e administrativas necessárias a execução e acompanhamento do auto-monitoramento de efluentes líquidos industriais;
- Portaria SEMACE nº 154, de 07 de agosto de 2002: dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras;
- Decreto Estadual nº 24.957, de 05 de junho de 1998: cria a Área de Proteção Ambiental – APA do Pecém e dá outras providências;

Por sua vez, o Decreto nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994, regulamenta o Artigo 4º da Lei nº 11.996/92, na parte referente à outorga de direito do uso dos recursos hídricos e cria o Sistema de Outorga para Uso da Água. Segundo reza o

referido decreto, dependerá de prévia concessão da Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, o uso de águas dominiais do Estado que envolva:

- Derivação ou captação de parcela de recursos hídricos existentes num corpo d'água, para consumo final ou para insumo de processo produtivo;
- Lançamento num corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos e gasosos com o fim de sua diluição, transporte e assimilação;
- Qualquer outro tipo de uso que altere o regime, a quantidade e a qualidade da água.

Ressalta-se que, no caso específico do lançamento de esgotos e de outros resíduos líquidos nos corpos d'água, a concessão de outorga pela SRH, ainda, não está sendo posta em prática. Tal fato tem como justificativa a complexidade que envolve o assunto decorrente, principalmente, da intermitência da quase totalidade dos cursos d'água do Estado.

A nível municipal figuram como dispositivos legais às leis orgânicas dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, bem como as suas respectivas leis de uso e ocupação do solo (Leis no 1.369, de 15/05/01 e no 707/2001, de 24/09/01).

Como o terreno da área onde será implantada a Usina de Dessalinização e aqueles que serão interceptados pelo traçado da adutora de água salgada e do emissário do concentrado (salmoura) são propriedades do Estado, não se faz necessário o estabelecimento de um processo desapropriatório.



10 - BIBLIOGRAFIA

- BRAGA et alli, Geologia da Região Nordeste do Estado do Ceará - Projeto Fortaleza. Brasília, DNPM/CPRM, 1981. 123p.
- BRAGA, M.S.C.; SALLES, R. & FONTELES FILHO, A.A., **Tecnologia e Análise Econômica da Pesca de Arrasto de Camarões na Zona Costeira do Município de Fortaleza, Estado do Ceará – Brasil**. Fortaleza, Arq. Ciên. Mar, 33, p. 157-163, 2000.
- _____, **Ictiofauna Acompanhante da Pesca de Camarões com Rede de Arrasto na Zona Costeira do Município de Fortaleza, Estado do Ceará – Brasil**. Fortaleza, Arq. Ciên. Mar, 34, p. 49-60, 2001.
- BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1976. 523p.
- BRANCO, S. M., **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- BRANDÃO, R. L., **Sistemas de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR. Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza, CPRM, 1995. 115p.
- _____, _____. **Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza - Texto Explicativo**. Fortaleza, CPRM, 1995. 34p.
- BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (DNMET), **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, DNMET/EMBRAPA, 1992. 84p.
- _____, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), **Censo Demográfico 2000 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 2001.
- _____, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA, **Projeto RADAMBRASIL - Folha SA.24 Fortaleza**. Rio de Janeiro, MME, 1981. 483p. (Levantamento de Recursos Naturais 21).



_____, SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE), **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste**. Recife, SUDENE, 1971. 4v. (Folha 5 - Fortaleza - SO, Folha 6 - Fortaleza - SE, Folha 9 - Jaguaribe - NO e Folha 11 - Jaguaribe - NE).

CALIFORNIA, **Seawater Desalination and the California Coastal Act**. California Coastal Commission, 2004.

CEARÁ, COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO ESTADO DO CEARÁ (CAGECE), **Estudos Oceanográficos do Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém**. Fortaleza, VBA, 2000. (Relatório Geral).

_____, _____, Estudos Batimétricos do **Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém**. Fortaleza, VBA, 2000. (Relatório Geral).

_____, _____, **Projeto Básico do Emissário de Esgoto Pré-tratado da UTE-Fortaleza**. Fortaleza, VBA, 2002.

_____, _____, **Emissário de Esgoto Pré-tratado da UTE Fortaleza – Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA)**. Fortaleza, VBA, 2003. 3v.

_____, COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (COGERH), **Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica/Financeira e Projeto Básico da Usina de Dessalinização da Água do Mar do CIPP**. Fortaleza, VBA, 2006.

_____, _____, **Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**. Fortaleza, VBA, 1999.

_____, COMPANHIA DE INTEGRAÇÃO PORTUÁRIA DO CEARÁ (CEARÁPORTOS), **Monitoramento das Águas Oceânicas na Área do terminal Portuário do Pecém – Consolidação Anual**. Fortaleza, UECE/IEPRO, 2005.

- _____, FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA (FUNCEME), **Projeto Áridas. Fortaleza**, FUNCEME, 1994 (Grupo de Trabalho I - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- _____, FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ (IPLANCE), **Anuário Estatístico do Ceará 2000**. Fortaleza, IPLANCE, 2002. 2v.
- _____, SECRETARIA DE TRANSPORTES, ENERGIA, COMUNICAÇÃO E OBRAS (SETECO), **Avaliação dos Impactos na Morfologia Costeira, Através de Modelagem Numérica, Provenientes da Implantação do Porto do Pecém - Ceará**. Fortaleza, INPH/CDRJ/DHI/UFC, 1997.
- _____, SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SEMACE), **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1998. 4v.
- _____, _____, **Meio Ambiente - Legislação Básica**. Fortaleza, SEMACE, 1990. 476p.
- _____, SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS (SRH), **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**. Fortaleza, SRH, 1992. 4v.
- _____, _____, **Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Etapa A - Diagnóstico. Relatório Técnico Final**. Lisboa/Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2000. 3v.
- CORRAL, MIGUEL TORRES, **Avances Técnicos en la Desalación de Águas**. Ambianta, Octubre, 2004.
- _____, **La Desalación de Agua de Mar y el Vertido de la Salmuera**. Ambianta, Julio-Agosto, 2004
- DAMASCENO, F.G. et al., **Tentativa de Avaliação da Participação de Peixes na Pesca Industrial de Camarão no Nordeste do Brasil**. Belém, SUDEPE/PDP,



1986. 30 p.

- DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1979. 130p.
- FRANKLIN-JR., W., **Macrofauna Bentônica da Região Entre-marés de Bancos Arenos-lamosos em um Estuário Tropical: Rio Mamanguape, Paraíba – Brasil**. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, 2000. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas).
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, **Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros**. PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 1998.
- GACIA, ESPERANÇA & BALLESTEROS, ENRIC, **El Impacto de las Plantas Desalinizadoras sobre el Medio Marino: La Salmuera en Las Comunidades Bentónicas Mediterráneas**. <http://circe.cps.unizar.es/spanish/waterweb/ponen/gacia.pdf>.
- GREEN, R.H., **Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists**. New York, John Wiley & Sons, 1979. 257 p.
- GUIJARRO, LUÍS, **Agua Dulce, Água Salada**. Madrid, 2001.
- JACOMINE, P.K.T. et alii, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Recife, SUDENE, 1973. 2v.
- ISSAC, V.J. & BRAGA, T.M.P., **Rejeição de Pescado nas Pescarias da Região Norte do Brasil**. Fortaleza, Arq. Ciên. Mar, 32, p. 39-54, 1999.
- LANA, P.C.; CAMARGO, M.G.; BROGIM, R.A. & ISAAC, V.J., **Os Bentos da Costa Brasileira – Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico (1858 - 1996)**. Rio de Janeiro, FEMAR, 1996. 432 p.
- MORAIS, J.O., **Evolução Sedimentológica da Enseada do Mucuripe**. Fortaleza, Ceará – Brasil. Fortaleza, Arq. Ciên. Mar, 21, p. 19-46, 1981.
- MOTA, S., **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292p.
- _____, **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Fortaleza, Edições UFC, 1981. 241p.



- _____, **Preservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p.
- NONATO, E. F. & AMARAL, A.C.Z., **Anelídeos Poliquetas: Chaves para Famílias e Gêneros**. São Paulo, 1979.
- NOTTINGHAM, M.C., **Monitoramento da Comunidade de Peixes e Macro-Crustáceos Demersais da Área de Influência do Sistema de Disposição Oceânica do Esgoto Sanitário de Fortaleza – SDOES**. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1997. (Monografia de Graduação, Departamento de Engenharia de Pesca).
- SÃO PAULO, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo. CETESB, 1987. 149p.
- SAN JUAN, JOSÉ ANTÔNIO MEDINA, **La Desalación en España, Situación Actual e Previsiones**. Espanha, Conferencia Internacional: El Plan Hidrológico Nacional Y La Gestion Sostenible Del Agua, 2001.
- SCHNEIDER, RENÉ PETER & TSUTIYA, MILTON TOMOYUKI, **Membranas Filtrantes – Para o Tratamento de Água, Esgoto e Água de Reuso**. São Paulo, ABES, 2001.
- SUÁREZ, MANUEL HERNÁNDEZ, **De Salado a Dulce. Canárias, em la Vanguardia Mundial de Desalación**. Ambienta, Febrero, 2005.
- _____, **Desalination in the Canary Islands, na Updated View**. Canary Islands Water Center, 2000.
- _____, **Estimacion de los Costes de Explotación de Una Desaladora de Ósmosis Inversa de 21.000 m³/d**. Canary Islands Water Center, 2001.
- TALAVERA, JOSÉ L. PEREZ & RUIZ, JOSÉ QUESADA, **Identification of the Mixing Processes in Brine Discharges Carried Out in Barranco Del Toro Beach, South of Gran Canaria (Canary Islands)**. Espanha, 2001.



11 - EQUIPE TÉCNICA

A empresa responsável pela elaboração do Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA do Projeto da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém é a VBA Consultores Ltda, empresa prestadora de serviços na área de recursos hídricos, saneamento básico e meio ambiente, com sede à Av. Padre Antônio Tomás, 2420 - 8º e 9º Andares - Aldeota, na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, cujo telefone para contato é o PABX: (85) 261-1177.

A equipe técnica engajada no referido estudo ambiental é apresentada no Quadro 11.1, sendo neste discriminado os nomes dos técnicos, formação profissional, registro profissional e assinatura dos seus componentes.

Nome	Formação Profissional	Registro Profissional	Assinatura
Joaquim Francisco Sousa Neto	Eng. Civil	CREA 3.183/D-CE	
Almir Alves Fernandes Távora Filho	Engenheiro Agrônomo	CREA 998 - D	
Kepler Borges França	Químico/Esp. Processos de Dessalinização	CRQ 01303119	
Manoel Ferreira de Oliveira	Eng. Civil /Esp. Saneamento Básico	CREA 1184/D-PI	
Naimar G.Barroso Severiano	Ambientalista / MSc Economia dos Recursos Naturais	CORECON 1.996/ 8ª R-CE	
Samuel Antônio Silva Dias	Eng. Civil/MSc Recursos Hídricos	CREA 13487/D-CE	

Ressalta-se que os estudos pertinentes ao diagnóstico da biota marinha foram desenvolvidos, em meados de 2003, por equipe técnica contratada pela VBA Consultores, no âmbito do contrato firmado com a CAGECE para elaboração do EIA/RIMA do Emissário de Esgoto Pré-Tratado da UTE – Fortaleza. O referido estudo teve como área de abrangência o ambiente marinho do Terminal Portuário do Pecém, que é onde se encontra, também, posicionado o ponto de lançamento do concentrado (salmoura) da usina de dessalinização ora em análise.

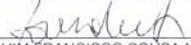


A equipe técnica engajada na elaboração do diagnóstico da biota marinha foi composta pelos seguintes técnicos: Carlos Artur Sobreira Rocha (Estatístico/PhD em Bio-estatística – CONRE 18.019), Cristina de Almeida R. Barreira (Bióloga Marinha /PhD Oceanografia Biológica - CRBio 19.031-5D) e Wilson Franklin Júnior (Biólogo Marinho/MSc Ciências Biológicas - CRBio 11.758-5D), todos professores da UFC – Universidade Federal do Ceará, vinculados ao LABOMAR – Laboratório de Ciência do Mar.

Quanto aos estudos oceanográficos relativos as medições de correntes marinhas e regime de ondas e de marés, estes foram realizados, em novembro de 2000, no âmbito do Contrato firmado entre a VBA Consultores e a CAGECE para elaboração do Projeto de Esgotamento Sanitário da Área do CIPP. O técnico engajado na execução do referido estudo foi Erasmo Pitombeira, Engenheiro Civil (CREA 2323/D-CE), também, professor da UFC – Universidade Federal do Ceará, vinculado a Escola de Engenharia da Universidade Federal do Ceará

Por ocasião da elaboração do presente Estudo de Viabilidade Ambiental foram adotados os dados dos dois estudos desenvolvidos anteriormente, sendo efetuada uma avaliação e adequação destes para as finalidades exigidas pelo EVA pelos integrantes da equipe técnica engajada na sua elaboração.

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) expedida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) pela elaboração dos estudos pertinentes ao Projeto da Usina de Dessalinização da Água do Mar do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, dentre os quais encontra-se incluso o presente estudo ambiental, encontra-se apresentada em anexo nesse Capítulo.

		CONFEA/CREA-CE Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Ceará ART - Anotação de Responsabilidade Técnica - Lei Federal No 6496/77		Nº ART 06100000031630022006	
CONTRATADO					
1 - TÍTULO DO PROFISSIONAL ENGO. CIVIL		2 - NOME DO PROFISSIONAL JOAQUIM FRANCISCO SOUSA NETO		3 - CARTEIRA CREA ORIGEM CE003163D	
4 - ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA AV PADRE ANTONIO TOMÁS 3579			5 - BAIRRO COCÓ	6 - CIDADE FORTALEZA	7 - UF CE
8 - CEP 60190020	9 - FONE (2611077)	10 - E-MAIL vba@veloxmail.com.br			
11 - EMPRESA CONTRATADA VBA - CONSULTORES LTDA				12 - REGISTRO NO CREA 13323	
13 - ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA AV. PE. ANTONIO TOMAS, 2420			14 - BAIRRO ALDEOTA		
15 - CIDADE FORTALEZA		16 - UF CE	17 - CEP 60140160	18 - FONE 32611077	
CONTRATANTE					
19 - NOME DO CONTRATANTE DA OBRA / SERVIÇO COMPANHIA DE GESTAÇÃO DOS RECURSOS HIDRICOS - COGERH				20 - CPF / CNPJ 74075938000107	
21 - ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA RUA JOSE EUCLIDES, 376				22 - BAIRRO FATIMA	
23 - CIDADE FORTALEZA		24 - UF CE	25 - CEP 60040520	26 - FONE 32611077	
DADOS DA OBRA / SERVIÇO					
27 - NOME DO PROPRIETÁRIO DA OBRA OU SERVIÇO COMPANHIA DE GESTAÇÃO DOS RECURSOS HIDRICOS - COGERH				28 - CPF / CNPJ 74075938000107	
29 - FONE 32611077				30 - ENDEREÇO DA OBRA / SERVIÇO RUA JOSE EUCLIDES, 376	
31 - BAIRRO FATIMA		32 - CIDADE FORTALEZA		33 - UF CE	34 - CEP 60040520
35 - TIPO DE ART 3-NORMAL	36 - PARTICIPAÇÃO 3-INDIVIDUAL	37 - VINCULADA A ART		37.1 - NOME DO PROFISSIONAL	
CLASSIFICAÇÃO DA ART					
	ATIVIDADE TÉCNICA	NÍVEL	DESCRIÇÃO DO TRABALHO	QUANTIDADE	UNIDADE
38	06-ESTUDO	01-ATUAÇÃO	A0406-ESTACAO DE TRATAMENTO DE	60	82-LITRO
39					
40					
41					
42					
43					
44 - RESUMO DO CONTRATO					
ELABORAÇÃO DOS ESTÚDIOS NECESSÁRIOS PARA INSTALAÇÃO DE USINA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM, NO ESTADO DO CEARÁ.					
CONTRATO Nº 046/2005/COGERH					
45 - VALOR DA OBRA R\$ 174900,00		46 - ENTIDADE DE CLASSE		47 - HONORÁRIOS R\$	48 - TAXA R\$ 456,00
Local e data		Declaro como verdadeiras as informações acima		Declaro como verdadeiras as informações acima	
FORTALEZA 8 /Fevereiro/2006		 JOAQUIM FRANCISCO SOUSA NETO		COMPANHIA DE GESTAÇÃO DOS RECURSOS HIDRICOS - COGERH	
Este documento anota perante o CREA-CE, para os efeitos legais, o contrato escrito ou verbal realizado entre as partes (Lei Federal nº 6.496/77)					
Pagável em qualquer Banco. Retorne a 1ª via desta ART ao CREA-CE juntamente com os projetos/contrato prazo 15 dias. ART é um importante instrumento de valorização profissional e fiscalização do exercício legal. Ao Encerrar as atividades e/ou contrato, informar a Baixa desta ART junto ao CREA-CE.				AUTENTICAÇÃO MECÂNICA	
[1 via do CREA-CE]- [1 via PROFISSIONAL]- [1 via CONTRATANTE]- [1 via OBRA/SERVIÇO] [Controle - 800000001661266]					

CREA-CE
Recebido em

09 / 02 / 2006





12 - GLOSSÁRIO

Aqüicultura – exploração e desenvolvimento de técnicas de criação de organismos aquáticos, principalmente marinhos (peixes, crustáceos, moluscos, etc.).

Aqüífero – rocha cuja permeabilidade permite a retenção de água, dando origem a águas subterrâneas ou freáticas; aqüífero confinado – aqüífero limitado em cima por uma formação impermeável; aqüífero livre – aqüífero limitado acima por uma superfície livre.

Área non aedificandi – área que deve ser mantida desimpedida e livre de qualquer construção, ressalvadas as exceções regulamentares.

Assoreamento – processo de acumulação excessiva de sedimentos e/ou detritos transportados por via hídrica, em locais onde a deposição do material é mais rápida do que a capacidade de remoção natural pelos agentes de seu transporte.

Aterro sanitário – disposição planejada de resíduos sólidos no solo, utilizando técnicas de engenharia de modo a não causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Autodepuração – capacidade que um curso ou manancial d'água tem de depurar as cargas poluidoras aportantes.

Avaliação de impacto ambiental – instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), cujo objetivo consiste na identificação, avaliação e descrição das possíveis conseqüências sobre o meio ambiente decorrentes da implantação de um projeto de desenvolvimento.

Bacia hidrográfica – área total de drenagem que alimenta uma determinada rede hidrográfica.

Barlavento - lado da duna do qual sopra o vento. Corresponde ao lado montante, cuja inclinação é geralmente menor do que o lado jusante, que apresenta ângulos superiores a 25 °.

Batimetria – ato de medição ou informações derivadas das medidas de profundidades da água em oceanos, mares e lagos.

Biocenose – unidade ecológica natural das plantas e animais, isto é, organismos que vivem juntos em estado de dependência mútua.

Bioma – comunidade principal de plantas e animais associada a uma zona de vida ou região com condições ambientais, principalmente climáticas, estáveis.

Biota – termo coletivo para se referir as vidas animal e vegetal de uma região.

Calado – (1) Distância vertical entre a superfície da água em que a embarcação flutua e a face inferior de sua quilha. (2) Profundidade mínima de água necessária para a embarcação flutuar.

Classes de água – tipos de água com relação aos níveis de qualidade que esta deve possuir para atender aos seus usos preponderantes (abastecimento doméstico, recreação, irrigação, piscicultura, navegação, proteção ambiental, etc.), com vistas ao enquadramento dos cursos d'água, de acordo com a Resolução CONAMA n° 020/86.

Cobertura vegetal – termo usado para designar os tipos ou formas de vegetação natural ou planejada que recobrem uma determinada área.

Compactação do solo – redução da porosidade de um solo, tornando-o mais duro, resistente e impermeável.

Comunidade algológica – comunidade de animais e vegetais (macroalgas) marinhos associada ao substrato rochoso.

Comunidade bentônica – comunidades orgânicas de animais e vegetais que vivem na superfície do fundo ou dentro de sedimentos do fundo do mar ou de qualquer corpo de água estacionário.

Comunidade nectônica – comunidade de animais aquáticos que nadam livremente, mesmo contra a corrente, podendo ser marinhos ou fluviais. Entre alguns animais nectônicos tem-se os peixes, camarões, etc.).

Contingente obreiro – operários contratados para a implementação de obras de engenharia.

Corpo receptor – curso ou manancial d’água onde são lançados os efluentes dos sistemas de esgotamento sanitário.

Correntes marinhas – massa de água do mar que segue uma determinada direção e percorre trechos do oceano.

Corrente de deriva litorânea – corrente essencialmente paralela à costa, que atua na plataforma interna, gerada por frentes de ondas que incidem mais ou menos obliquamente à linha da costa.

Correntógrafo – Vide correntômetro.

Correntômetro – instrumento que serve para medir o sentido e a velocidade das correntes marinhas. Quando este equipamento é munido de um registrador gráfico tem-se o correntógrafo.

Curso d’água de caráter intermitente – cursos d’água que se caracterizam por apresentar vazões nulas durante o período de estiagem.

Decapeamento – remoção da camada de solo fértil, após o desmatamento de uma área para posterior exploração mineral.

Dispersão – ato ou efeito de dissipar, desfazer.

Doença de veiculação hídrica – doença propagada através da água.

Ecossistemas – sistema aberto que inclui todos os fatores físicos e biológicos do ambiente de uma determinada área e suas interações, resultando numa diversidade biótica com estrutura trófica claramente definida e na troca de energia e matéria entre estes fatores.

Efluente pré-tratado – esgoto submetido a um tratamento pré-liminar para redução do seu potencial poluidor.

Emissário – parte do sistema de esgotamento que se destina a conduzir o efluente até o ponto de lançamento no corpo receptor.

Endemismo – presença de espécies da fauna ou da flora que tem ocorrência restrita a uma região geográfica limitada e usualmente bem definida.

Enquadramento do corpo receptor – Veja classes de água.

Erosão – processo de desagregação e carreamento das partículas do solo tornando-o pouco produtivo.

Escoramento - pranchas de madeira ou metálicas utilizadas para fixação de taludes de valas e evitar problemas de desmoronamentos.

Espigão – estrutura de proteção costeira, baixa ou estreita, construída de blocos de rocha, concreto ou madeira, em geral aproximadamente perpendicular à linha praial, destinada a retenção dos materiais de deriva litorânea ou retardar a erosão praial.

Estação elevatória - estação de bombeamento.

Estratificação vertical do corpo d'água – gradiente vertical bem definido de salinidade ou temperatura encontrado nos oceanos e mares.

Expurgos – material não aproveitável retirado das áreas de empréstimos, os quais são destinados as áreas de bota-foras.

Êxodo – migração.

Fatores biogeofísicos – elementos que compõem os meios abiótico e biótico.

Fluvial – de, ou relativo a rio.

Gabião – espécie de colchão formado pelo envolvimento de pedras numa tela aramada usado para a estabilização ou proteção de encostas e controle de processos erosivos.

Habitat – local físico ou lugar onde um organismo vive e onde obtém alimento, abrigo e condições de reprodução.

Impacto halino – variação no nível de salinidade da água do mar decorrente do aporte de líquidos com salinidade superior ou inferior a do sistema marinho.

Lavra – atividade minerária (extração de material terroso, pétreo, granular, de ouro, etc.)

Lagoa de estabilização – parte de um sistema de esgotamento sanitário destinada ao tratamento dos efluentes.

Linha da costa – linha que forma o limite entre a terra e a água em uma região costeira.

Mata ciliar – vegetação florestal que margeia córregos e rios.

Maré de quadratura – maré com amplitude 10 a 30% menor do que a média da maré local, que ocorre a cada duas semanas, quando a lua estiver em quadratura com o sol, isto é, durante os quartos crescente e minguante.

Maré de sígizia – marés cujas amplitudes correspondem aos valores mais altos e mais baixos em relação ao nível médio do mar local, que se produzem, respectivamente, durante a lua cheia e a lua nova.

Meio abiótico – conjunto de fatores físico-químicos que compõem o meio ambiente (geologia, relevo, solo, recursos hídricos, clima).

Meio biótico – compreende a flora e a fauna de uma região.

Meio antrópico – refere-se às comunidades humanas e aos fatores econômicos, sociais e culturais que regem sua organização.

Meio hidráulico receptor – Veja corpo receptor.

Molhe – Veja espigão.

Monitoramento ambiental – coleta, para um propósito pré-determinado, de medições ou observações sistemáticas e intercomparáveis, numa série espaço-temporal, de qualquer variável ou atributo ambiental, que forneça uma visão sinóptica ou uma amostra representativa do meio ambiente.

Ônus – encargo ou obrigação.

Outorga do direito de uso da água – confere ao usuário o direito de uso de determinada vazão ou volume d'água, de uma fonte específica, para um certo uso, por um período definido, em condições inalienáveis e intransferíveis.

Peçonhento – que tem peçonha (veneno).

Pier – molhe especialmente destinado a servir de cais acostável.

Plantel – rebanho.

Pluvial – relativo à chuva.

Recolonização – reconstituição de um ecossistema pelas espécies das comunidades circunvizinhas.

Reservas ecológicas – áreas definidas pelo Código Florestal (Lei nº 4.771/65), onde as florestas e demais formas de vegetação natural devem ser preservadas (mangues, faixas de proteção de cursos e mananciais hídricos, paleodunas, etc.)

Morfologia – relativo ao relevo, topografia do terreno.

Solapamento – ruptura; desbarrancamento; desmoronamento.

Taludes – superfície inclinada de uma escavação, de um aterro; escarpa, rampa.

Termelétrica – usina de geração de energia térmica utilizando gás natural.

Terminal portuário – terminal marítimo, porto.

Terraplenagem – movimentos de terra (escavações, cortes e aterros) executados durante a implantação de obras de engenharia.

Tubovia – dutos para o transporte de derivados de petróleo.

Unidade de conservação – porções do território nacional, incluindo as águas territoriais, com características naturais de relevante valor, de domínio público ou propriedade privada, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos e limites definidos e sob regimes especiais de administração, às quais aplicam-se garantias adequadas de proteção (parques nacionais, reservas biológicas, áreas de proteção ambiental, estações ecológicas, etc.).





**ANEXO I - MONITORAMENTO DAS ÁGUAS OCEÂNICAS NA ÁREA DO
TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM**

RELATÓRIO

MONITORAMENTO DAS ÁGUAS OCEANICAS NA ÁREA DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECEM

(Consolidação Anual)

Fortaleza
Setembro/2005

Apresentação

O presente relatório corresponde à consolidação anual dos resultados dos trabalhos de monitoramento das condições das águas oceânicas da região marítima do Terminal Portuário do Pecém. Este documento é um dos produtos previstos no contrato celebrado entre o IEPRO – Instituto de Estudos e Projetos / UECE e a CEARÁPORTOS, empresa administradora do Terminal Portuário do Pecém.

Os trabalhos de coleta de amostras foram executados a bordo de um barco tipo lancha com propulsão, nos dias 22 de setembro de 2004 (equinócio de primavera), 21 de dezembro de 2004 (solstício de verão), 19 de março de 2005 (equinócio de outono) e 21 de junho de 2005 (solstício de inverno). Os mesmos deram subsídios para o monitoramento das águas oceânicas nas proximidades do Terminal.

As coletas de amostras de água e as observações de campo in situ, foram realizadas em pontos pré-determinados, sendo levantadas as informações em seis estações, na campanha de 22/09/04, e sete estações nas demais campanhas, a três profundidades distintas (superfície, 5 metros e 10 metros), conforme previsto no EIA/RIMA do empreendimento. As coletas realizadas em campo envolveram amostras de água, para análise laboratorial, visando detectar o nível relativo de poluição do ambiente marítimo na área investigada, assim como a presença de material em suspensão, óleos, graxas e outras informações importantes ao conhecimento do segmento de mar em estudo. As observações in situ, forneceram dados sobre vários indicadores de poluição ambiental, sendo os trabalhos desenvolvidos por uma equipe multidisciplinar, envolvendo pesquisadores e técnicos do IEPRO/UECE.

2. Descrição Físico-Geográfica da área

2.1. Área geográfica

A área monitorada localiza-se no litoral oeste do Ceará, a aproximadamente 60 km de Fortaleza, na Ponta do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante. O polígono de estudo possui seis estações oceanográficas localizadas a oeste da linha de construção do quebra mar off shore do Terminal Portuário do Pecém, e uma a leste. As condições de vento, correntes e ondas, que atuam na região marítima do Pecém, de uma maneira geral se deslocam para oeste, tendo-se assim a tendência de uma movimentação de qualquer corpo estranho lançado nas águas, de se deslocarem também para oeste. Tal referência orientou a tomada de pontos de coleta na situação geográfica do terminal off shore. As posições geográficas das estações de coleta de amostras na área de pesquisa, foram determinadas utilizando-se um receptor GPS. As coordenadas das estações selecionadas, totalizando sete pontos amostrais, foram determinadas em UTM, e apresentadas abaixo.

Estação	Localização	Coordenadas em UTM	
		X (leste)	Y (norte)
01	A 0,5 km a NW da ponta do Pecém	520.416	9.608.932
02	A 1,0 km a NW da Ponta do Pecém	520.068	9.609.274
03	A 0,5 km sobre a ponta do Pecém	520.776	9.609.090
04	A 1,0 km sobre a ponta do Pecém	520.776	9.609.580
05	A 0,5 km a NE da ponta do Pecém	521.136	9.608.932
06	A 1,0 km a NE da ponta do Pecém	521.482	9.609.274
07	A 2,0 km a E da ponta do Pecém	522.811	9.608.567

Para cada ponto foram retiradas três amostras, à superfície e às profundidades de 5 e 10 metros. Os pontos de coleta estão apresentados na planta a seguir.

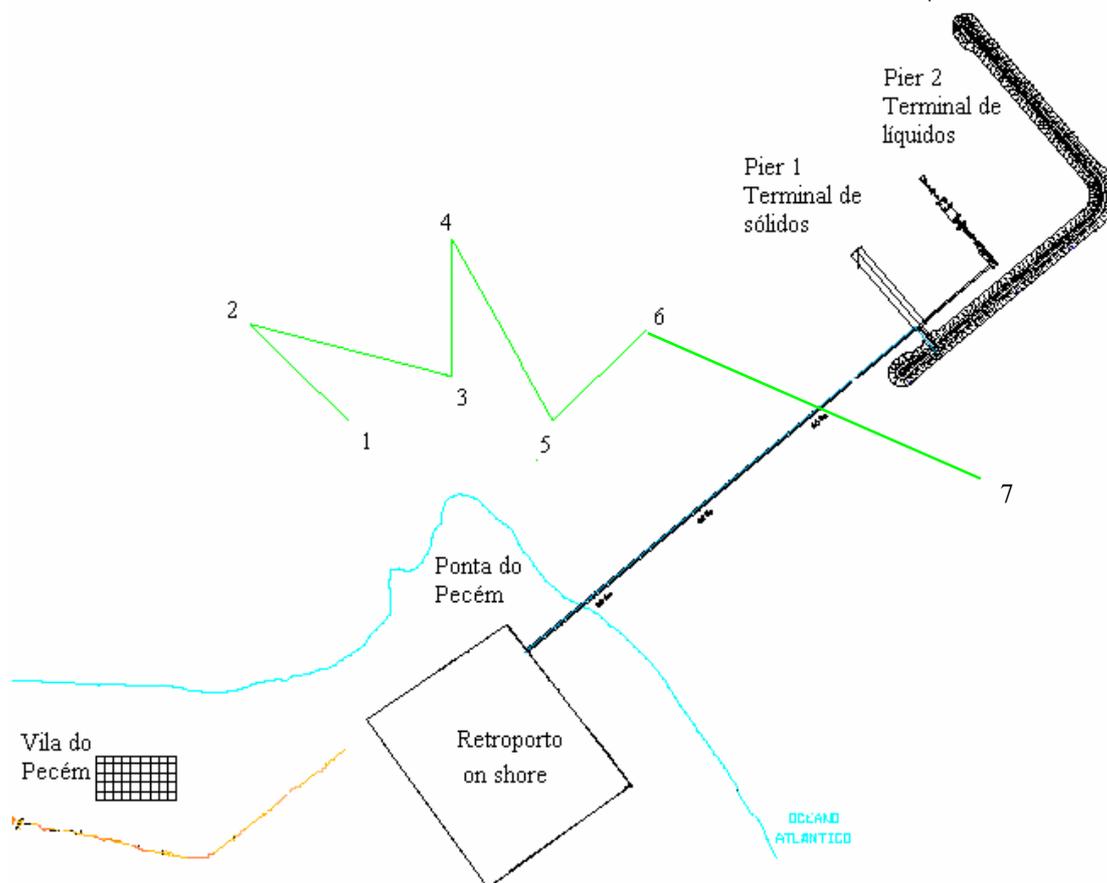


Figura 2 - Planta de localização dos pontos de estudo

2.2. Profundidades da área monitorada

As profundidades no polígono de estudo variam de 05 a 16 metros, referenciados ao Registro de Nível da DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.

3. Parâmetros físicos

3.1. Aspectos físicos gerais da área marítima do Pecém

A área marítima do Pecém apresenta regimes de ondas, correntes e marés semelhantes à toda costa do estado do Ceará. Além de ter uma costa arenosa e sujeita à ação dos ventos, e portanto com um grande movimento de sedimentos, temos ainda um processo de transporte litorâneo de sedimentos. O sistema de ventos atuante sobre a região marítima da costa do Ceará, notadamente os ventos alísios de nordeste, geram um regime de ondas que notoriamente se propaga sempre chegando à linha de costa de uma maneira oblíqua. Estes regimes de ondas influenciam no comportamento da hidrodinâmica da região, de modo a induzir o movimento das águas para o equador.

3.2. Marés

3.2.1. Correntes

Campanhas de campo efetivadas na área marítima do Pecém têm demonstrado que as correntes atuantes na área possuem velocidades de deslocamento com maior ocorrência entre 0,16 e 0,24 metros por segundo e suas direções de caminamento estão entre 265 e 330 graus com o norte verdadeiro.

3.2.2. Ondas

Por dispor de um registrador de ondas instalado na área marítima do Pecém, tem-se “on line”, ao longo das 24 horas diárias, informações sobre as condições de mar, conhecendo-se a altura, a direção e o período das ondas que se propagam naquele segmento de mar. Para a costa do Pecém e do Ceará como um todo, temos uma distribuição temporal das alturas das ondas, dos seus períodos e de suas

direções de propagação. Neste contexto é que encontramos o ataque de ondas curtas e altas, denominadas Sea, na época entre abril e outubro e a incidência de ondas tipo Swell, longas e baixas, no espaço de tempo entre outubro e fevereiro. As ondas tipo Sea, vem preferencialmente de direções NE e as ondas tipo Swell aparecem das direções mais ao norte.

3.2.3. Ventos

Os últimos levantamentos dos ventos, na área marítima do Pecém, para mais de um ano completo de levantamentos, portanto cobrindo todas as estações do ano e todas as condições meteorológicas possíveis, apresentou uma distribuição de velocidades e de direções bem definida e distribuída temporalmente, com predominância de direções Oeste / Sudoeste.

4. Coleta de dados

As amostragens foram realizadas a bordo de um barco tipo lancha com propulsão, e aparelho de localização tipo GPS. Os dados da embarcação encontram-se a seguir.

Título de Inscrição No. 0002441/2003

Nome da Embarcação: Pecém-II

No. de Inscrição: 161-006101-2

Data de Inscrição: 11/12/2002

Tipo: Lancha com Propulsão

Tripulação:

- João Manoel Carneiro
- Francisco Alberto Queiroz

As coletas de amostras e as medições “in situ” foram realizadas a boreste (estibordo) do barco, utilizando-se os equipamentos:

- Garrafa de Van Dorn
- pH-Metro de Campo
- Oxímetro de Campo

Considerando-se a necessidade de preservar as amostras coletadas em condições adequadas, até começarem as análises em laboratório, as amostras de água em volumes foram acondicionadas em garrafas plásticas opacas e em garrafas de vidro esterilizadas, conservadas em gelo, sendo mantidas a uma temperatura ideal.

Vale ainda ressaltar que o envio das amostras ao laboratório, foi imediata, e os procedimentos laboratoriais iniciaram-se na mesma data da coleta.

5. Metodologia de observação dos parâmetros

5.1. Salinidade

A salinidade foi determinada “in situ”, através do uso de um termosalinômetro.

5.2. Temperatura

A temperatura da água do mar foi medida “in situ” com o auxílio de um termômetro de precisão, calibrado na véspera da coleta.

5.3. Oxigênio dissolvido

O teor em oxigênio dissolvido na água foi determinado “in situ” com o auxílio de um oxímetro de campo.

5.4. Potencial Hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi realizado “in situ” utilizando-se um potenciômetro de campo.

5.5. Turbidez

A turbidez foi analisada em laboratório, com o uso de um nefelômetro.

5.6. Óleos e graxas

Foi realizada a constatação visual se a área em estudo apresentava manchas e foram coletadas amostras de água superficial que foram analisadas em laboratório, com os teores determinados através do método de Soxhlet;

5.7. Coliformes fecais

Foram coletadas amostras de água e levadas ao laboratório onde foram analisadas e determinadas a sua quantidade, em Número Mais Provável (NMP) por 100 mL.

6. Consolidação dos Resultados

Os resultados obtidos nas campanhas de campo do semestre são os seguintes, classificados por ponto e profundidade, respectivamente:

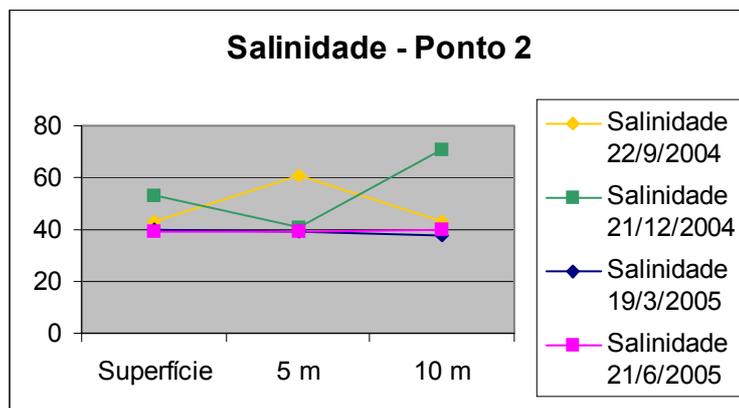
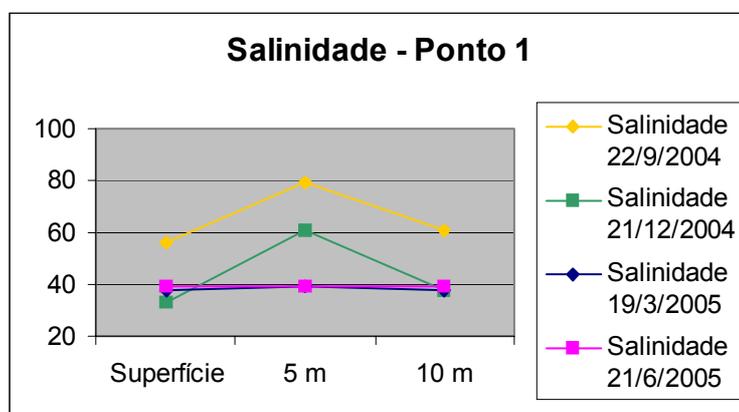
Ponto	Profundidade	Salinidade		Temperatura		O2 Dissolvido		pH		Turbidez		Óleos e Graxas		Coliformes Fecais	
		19/3/2005	21/6/2005	19/3/2005	21/6/2005	19/3/2005	21/6/2005	19/3/2005	21/6/2005	19/3/2005	21/6/2005	19/3/2005	21/6/2005	19/3/2005	21/6/2005
1	Superfície	38	39	28,0	27,5	5,1	7,1	7,70	7,8	4,9	2,4	Ausentes	Ausentes	300	10
	5 m	39	39	28,5	28,0	5,0	7,0	7,80	7,8	5,1	2,3	-	-	500	20
	10 m	38	39	28,0	28,0	5,0	7,0	7,70	7,9	5,0	2,5	-	-	500	20
2	Superfície	40	39	27,5	28,5	5,0	6,9	7,60	7,9	5,1	2,6	Ausentes	Ausentes	300	10
	5 m	39	39	27,5	28,5	5,1	6,9	7,70	7,9	5,2	2,8	-	-	300	20
	10 m	38	40	27,5	28,0	5,2	7,0	7,70	7,9	4,9	2,7	-	-	500	10
3	Superfície	39	38	27,0	27,5	5,1	7,4	7,60	7,7	5,3	2,3	Ausentes	Ausentes	120	20
	5 m	40	39	28,0	28,0	5,2	7,3	7,70	7,7	5,2	2,4	-	-	120	10
	10 m	39	39	27,5	28,0	5,2	7,2	7,60	7,8	5,3	2,3	-	-	220	10
4	Superfície	39	39	28,0	28,5	5,0	6,8	7,70	7,8	4,9	2,4	Ausentes	Ausentes	80	Ausentes
	5 m	40	39	28,0	28,0	5,1	6,9	7,70	7,8	5,0	2,4	-	-	220	10
	10 m	39	38	28,5	27,5	5,0	6,9	7,70	7,8	4,9	2,4	-	-	300	10
5	Superfície	36	40	27,5	28,0	4,9	6,5	7,70	7,8	4,1	2,3	Ausentes	Ausentes	220	10
	5 m	38	39	28,0	28,0	5,0	6,6	7,70	7,9	4,1	2,4	-	-	220	Ausentes
	10 m	39	39	28,0	27,5	5,0	6,5	7,70	7,8	4,2	2,3	-	-	300	10
6	Superfície	39	40	28,0	28,5	5,2	7,1	7,60	7,8	4,3	2,5	Ausentes	Ausentes	120	10
	5 m	40	40	28,5	28,0	5,1	7,2	7,60	7,8	4,1	2,4	-	-	80	10
	10 m	41	39	27,5	28,0	5,1	7,1	7,70	7,9	4,1	2,5	-	-	80	Ausentes
7	Superfície	39	38	28,0	27,5	5,2	6,6	7,50	7,9	4,0	2,2	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
	5 m	40	37	27,5	27,0	5,1	6,7	7,70	8	4,1	2,3	-	-	Ausentes	Ausentes
	10 m	39	38	27,0	27,0	5,2	6,7	7,70	7,9	4,2	2,3	-	-	Ausentes	Ausentes

Tabela 1 - Quadro de Resultados das Campanhas de Campo Realizadas em 19/03/2005 e 21/06/2005

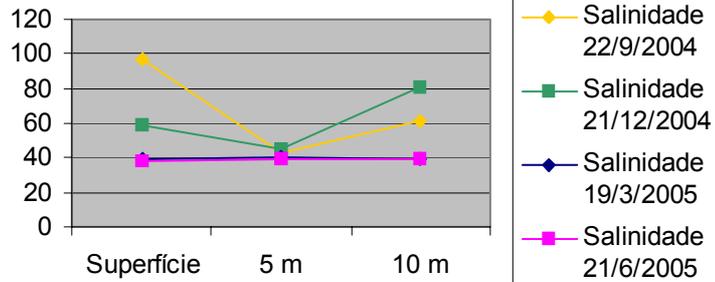
6.1. Consolidação Anual

Os gráficos de acompanhamento dos parâmetros, para cada um dos pontos monitorados, para todas as campanhas de campo realizadas no ano, encontram-se a seguir.

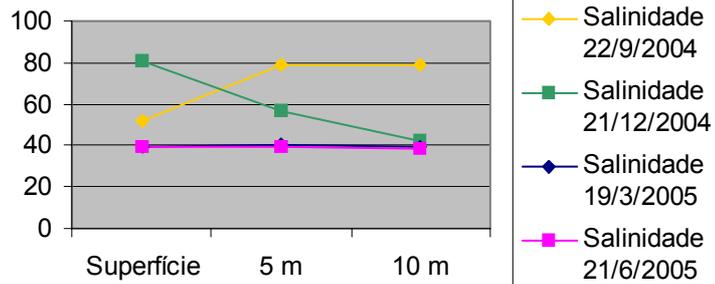
6.1.1. Salinidade



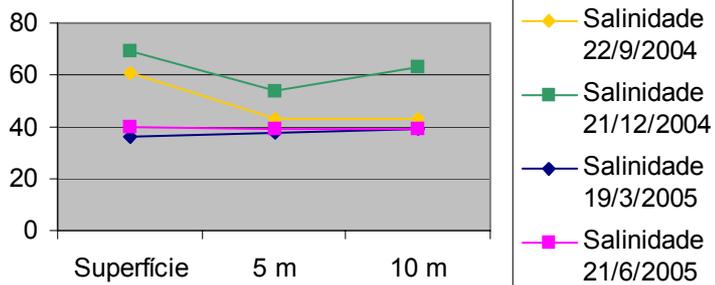
Salinidade - Ponto 3

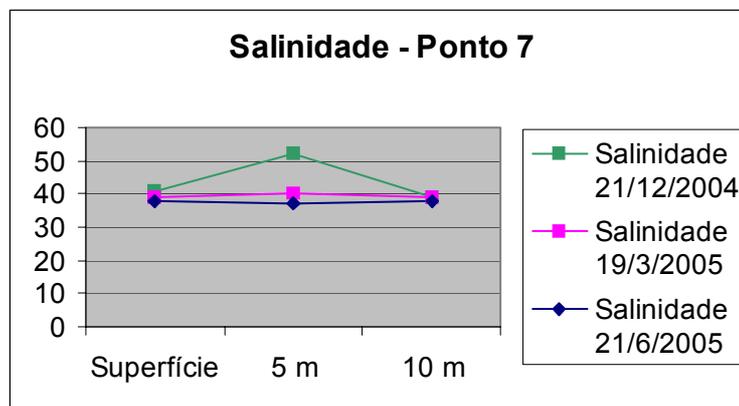
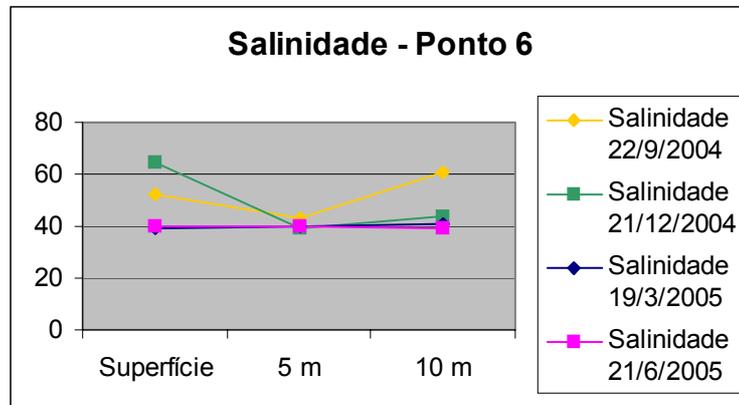


Salinidade - Ponto 4

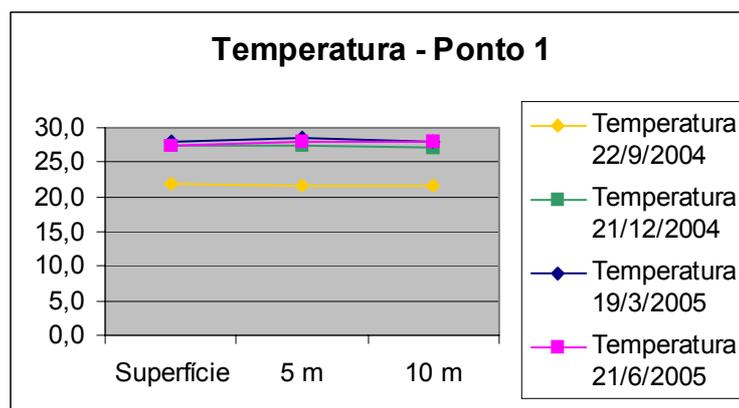


Salinidade - Ponto 5

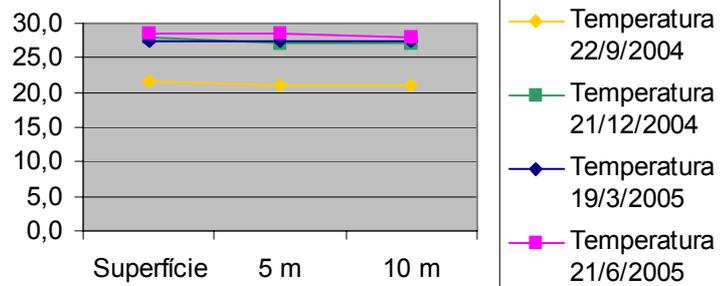




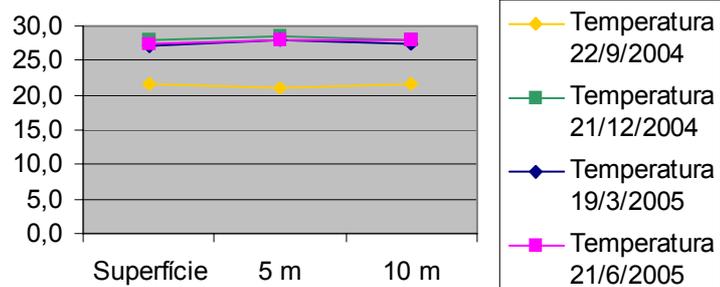
6.1.2. Temperatura



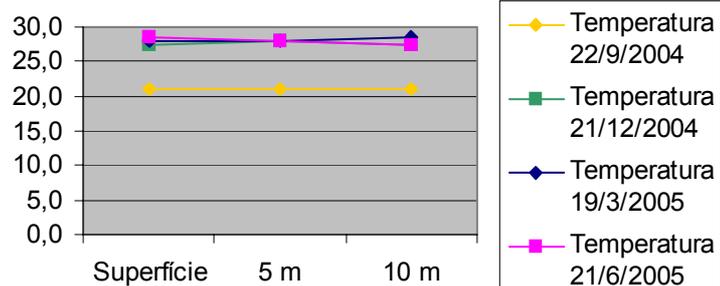
Temperatura - Ponto 2



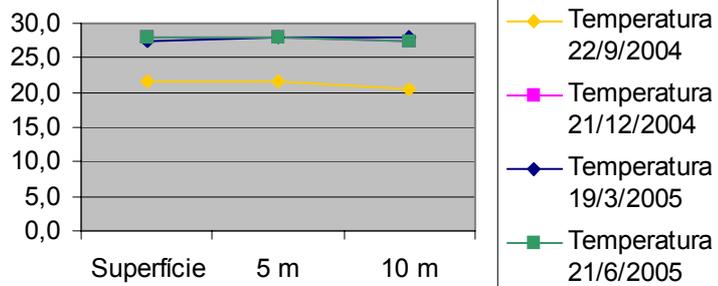
Temperatura - Ponto 3



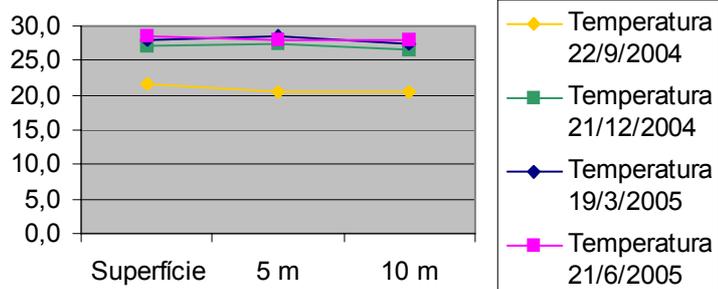
Temperatura - Ponto 4



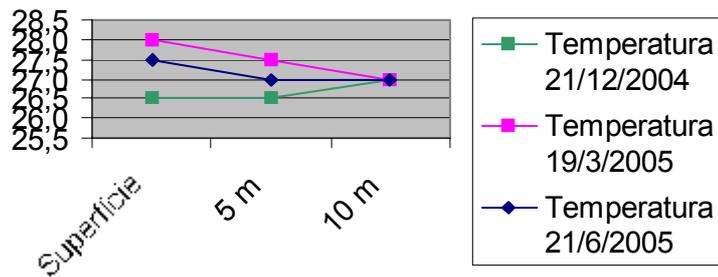
Temperatura - Ponto 5



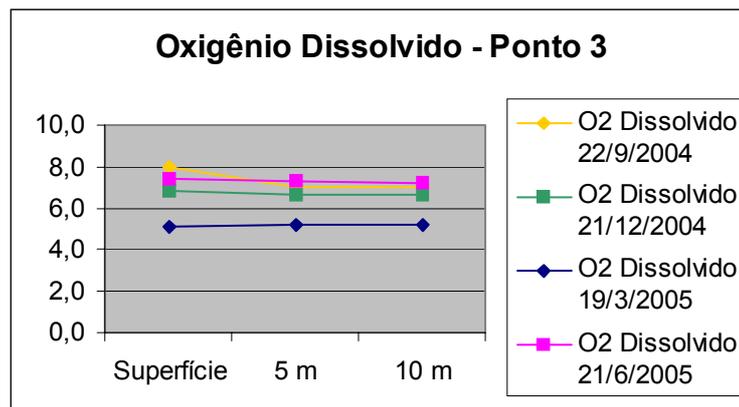
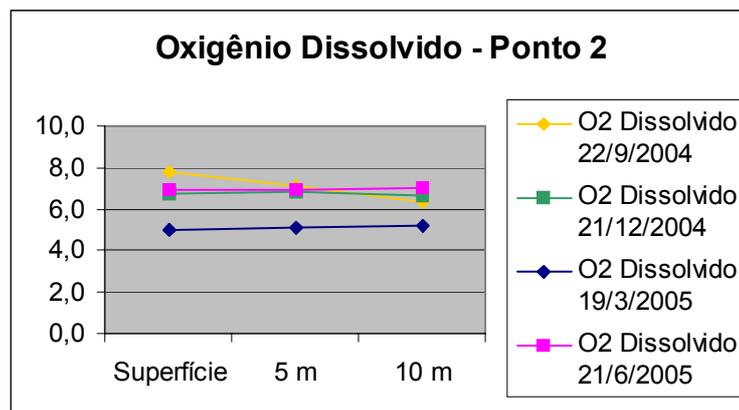
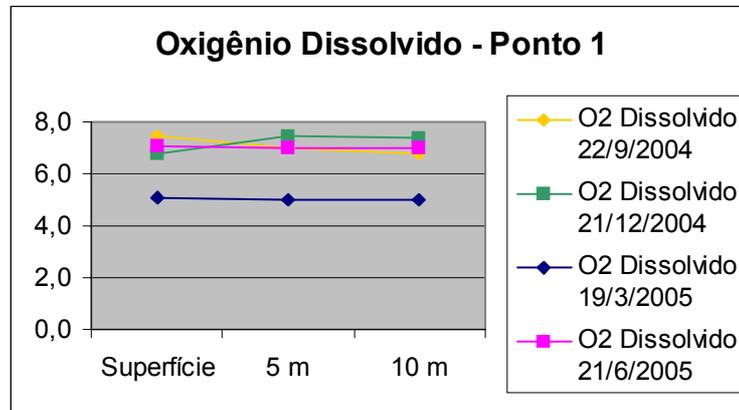
Temperatura - Ponto 6



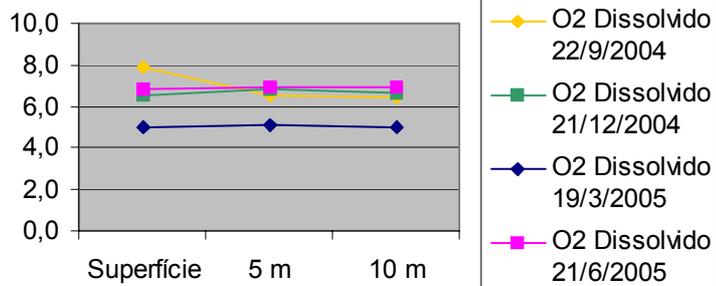
Temperatura - Ponto 7



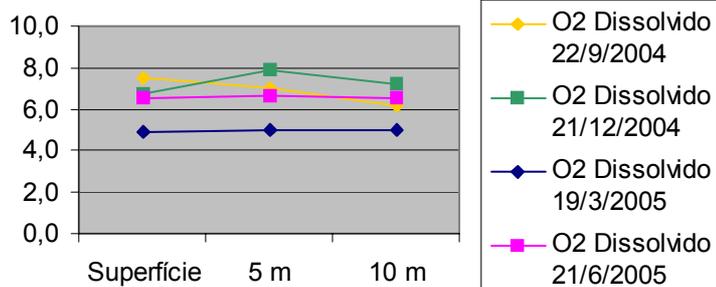
6.1.3. Oxigênio Dissolvido



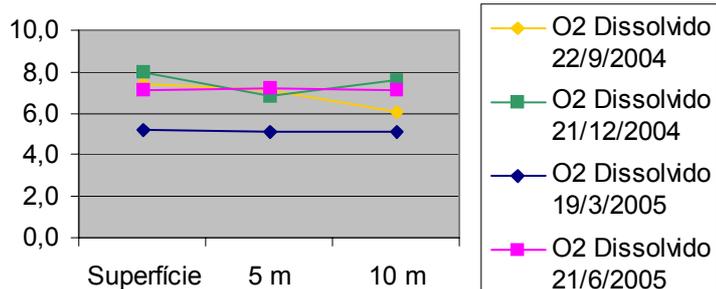
Oxigênio Dissolvido - Ponto 4

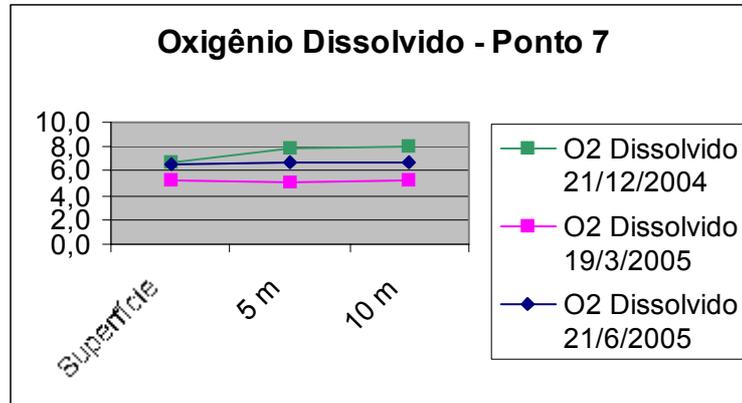


Oxigênio Dissolvido - Ponto 5

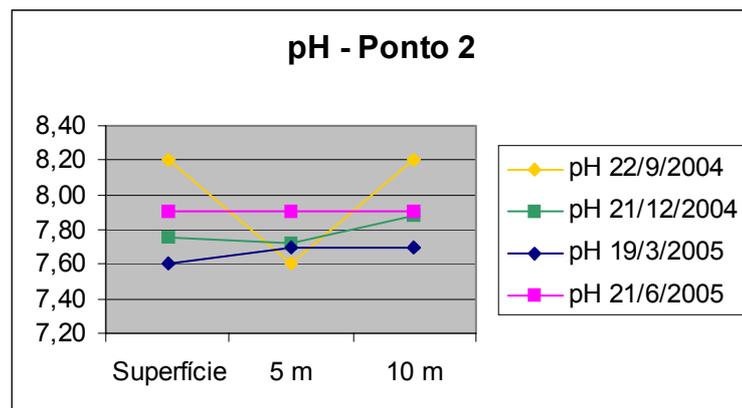
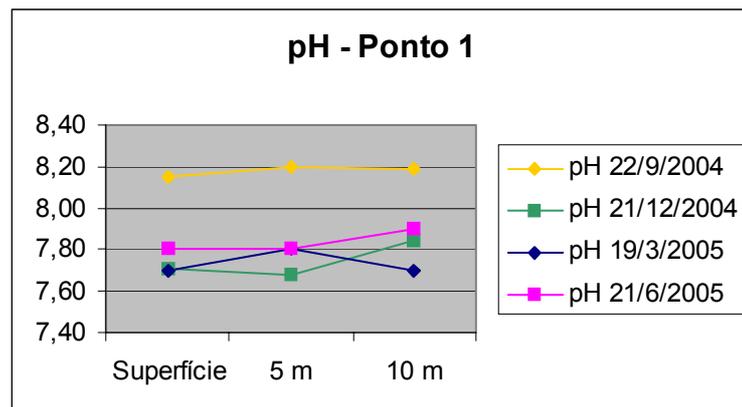


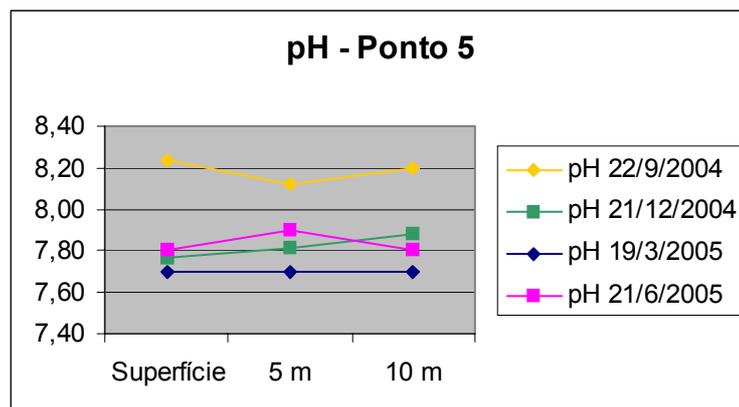
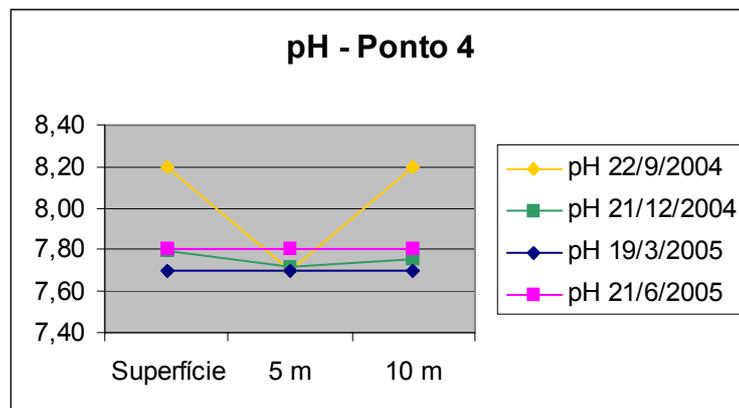
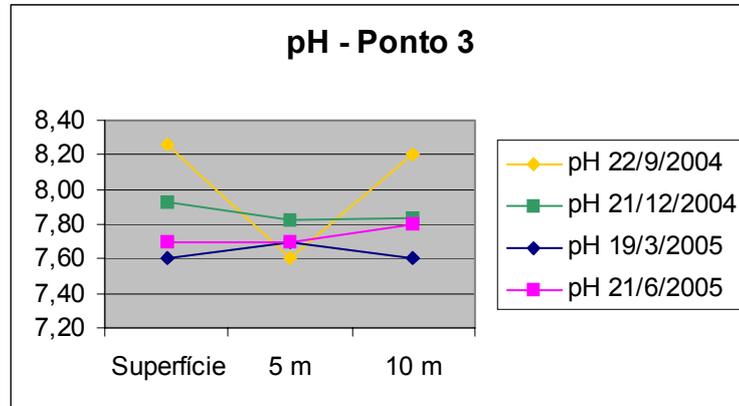
Oxigênio Dissolvido - Ponto 6

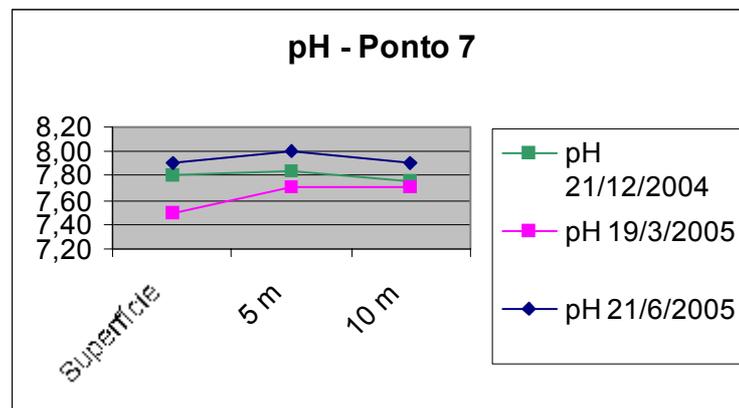
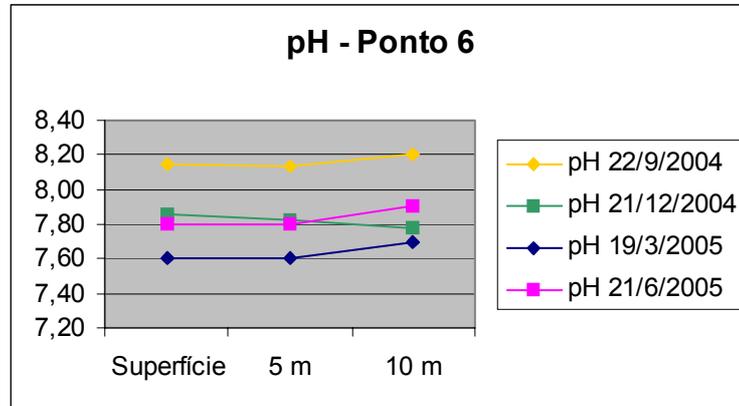




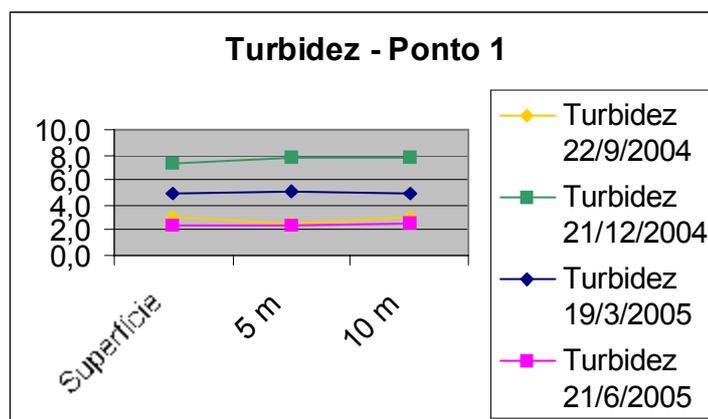
6.1.4. pH

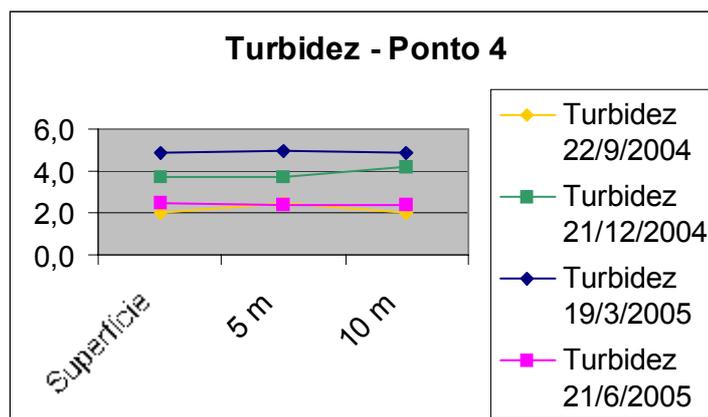
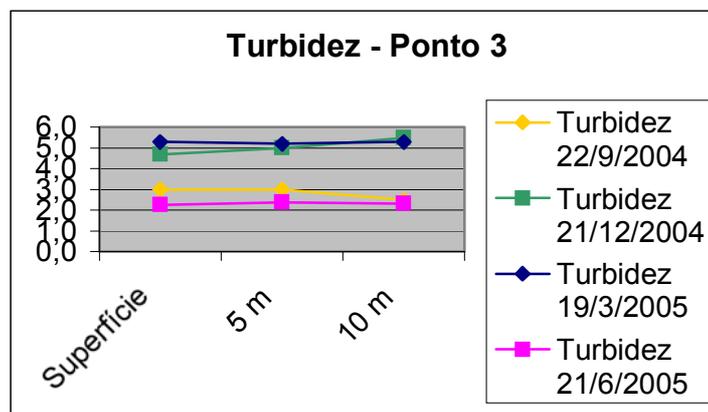
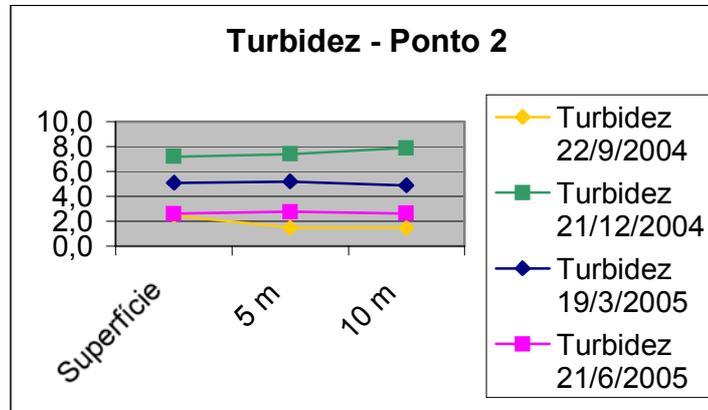


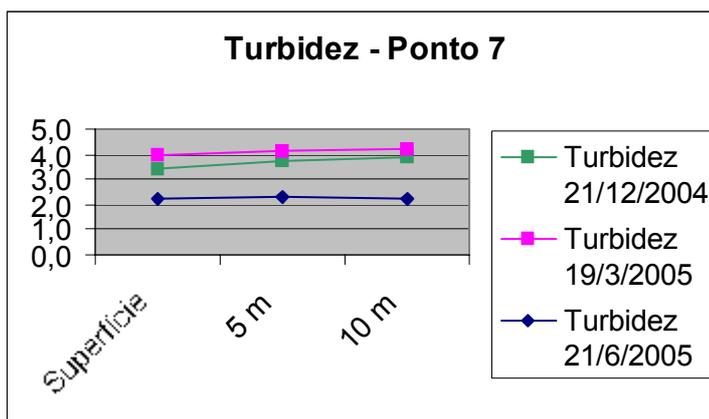
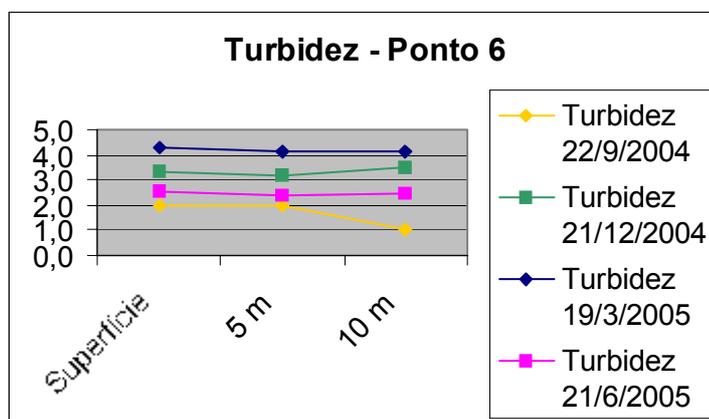
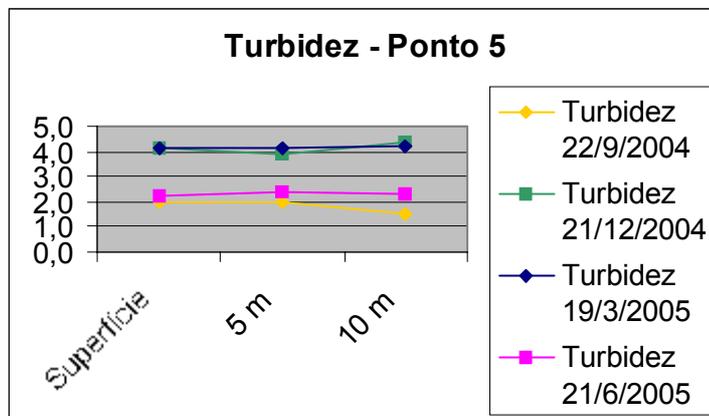




6.1.5. Turbidez







6.1.6. Óleos e Graxas

Com relação a este parâmetro, não foi encontrado em qualquer amostra teor que pudesse ser considerado como “objetável”, resultado que corroborou com a análise visual realizada *in loco*.

6.1.7. Coliformes Fecais

Em relação a este parâmetro, somente na campanha de 19/03/2005 houve alteração objetável nos resultados, apesar de os mesmos ainda terem se encontrado dentro de valores aceitáveis. Os resultados se normalizaram na campanha seguinte. Cabe ressaltar que a área monitorada pode sofrer influência de quaisquer contaminações advindas do Rio Cauípe, que também vem sendo acompanhado, mostrando-se até agora incapaz de atingir a área oceânica de influência do terminal.

7. Conclusões

Através da análise dos resultados, constata-se que os parâmetros monitorados têm uma variabilidade pequena, com alguma influência determinada pela sazonalidade (época do ano) e pelas correntes predominantes no momento da amostragem (em amostras retiradas em momento de preamar, há maior movimento de água e sedimentos à área, ao contrário do que ocorre na baixa-mar).

A pequena variabilidade pontual se dá pelo fato de a área monitorada se encontrar em região de mar aberto, favorecendo a sustentabilidade ambiental do empreendimento. A homogeneidade que se observa entre os valores destes parâmetros ambientais medidos ao longo das diversas estações, reflete a pouca mudança das condições físicas da área estudada e a hidrodinâmica ocorrente naquele segmento marítimo de fazer com que a dispersão de todos os parâmetros se desenvolvam para oeste.

Confirma-se então que, segundo a Resolução CONAMA N° 357/2005, a área em estudo pode ser enquadrada como de **Águas Salinas – Classe I , destinadas:**

- a) à recreação de contato primário,**
- b) à proteção das comunidades aquáticas; e**
- c) à aqüicultura e à atividade de pesca.**

Comprova-se que a movimentação de carga que o Terminal Portuário do Pecém vem desenvolvendo não tem provocado variações na qualidade ambiental das águas oceânicas.

8. BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Standard methods of the examination of water and wastewater. 20 ed. New York, 1998.
- AMINOT, A. et CHAUSSEPIED, M. Manuel des Analyses Chimiques en Milieu Marin. Brest, Ed. Center National pour l'Exploitation des oceans, 395 p. 1983
- COVER DESIGN et F. COSTA, A laboratory and shipboard manual of oceanographic technique.
- DUCE, R. A. et DUURSMA, E. K. Input of organic matter to the ocean. Mar Chem, 5, 329-339;
- TOMMASI, L. R. Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo. CETESB. Terragraph Artes e Informática, 354 p. 1994.



ANEXO II - ANÁLISE D'ÁGUA DA LAGOA DO PECÉM

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA Nº 2876-A/06/UN-BCL

INTERESSADO - UN-BCL
 LOCAL DE COLETA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
 CIDADE - S. G. do Amarante - Distrito: PECÉM
 MANANCIAL - Lagoa do Pecém
 PONTO DE AMOSTRAGEM - Entrada Estação de Tratamento de Água do Sistema
 DATA/HORA DA COLETA - 03/05/06 às 16:50
 ENTRADA NO LABORATÓRIO - 03/05/06 às 17:50

PARÂMETROS	RESULTADOS	Resolução do CONAMA n.º 357/05 Água de Classe 2	PORTARIA 518/04/MS V.M.P.	UNIDADES	METODOLOGIA DAS ANÁLISES
Turbidez	1,7	100	5	uT	Nefelometria
Cor Aparente	10,0	75	15	uH	Comparação visual
Odor	Não Objetável	Virtualmente ausente	Não objetável		Análise Sensorial
pH	8,62	6,0 a 9,0	6,0 a 9,5		Potenciometria
Alcalinidade - Hidróxidos	Ausente	NE	NE	mg CaCO ₃ /L	Títrimetria Ácido-Base
Alcalinidade - Carbonatos	Ausente	NE	NE	mg CaCO ₃ /L	Títrimetria Ácido-Base
Alcalinidade - Bicarbonatos	42	NE	NE	mg CaCO ₃ /L	Títrimetria Ácido-Base
Dureza	88,4	NE	500	mg CaCO ₃ /L	Títrimetria com EDTA
Cálcio	7,8	NE	NE	mg Ca/L	Títrimetria com EDTA
Magnésio	11,7	NE	NE	mg Mg/L	Títrimetria com EDTA
Condutividade	1259	NE	NE	µS/cm	Condutimetria
Cloro	31,9	250	250	mg Cl/L	Títrimetria / Argentometria
Sulfato	4	250	250	mg SO ₄ ²⁻ /L	Turbidimetria
Ferro	0,7	NE	0,3	mg Fe/L	Espectrofotometria / Ortofenantrolina
Nitrato	0,8	1	1	mg N-NO ₃ ⁻ /L	Espectrofotometria / Diazotização
Nitrato	1,4	10	10	mg N-NO ₃ ⁻ /L	Espectrofotometria / Brucina
Amônia	0,1	2	1,5	mg N-NH ₃ /L	Espectrofotometria / Nesslerização
Alumínio	0,01	0,1	0,2	mg AL/L	Espectrofotometria / Eriocromo cianina

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA Nº 2876-A/06/UN-BCL	RESULTADOS	PORTARIA 518/04/MS V.M.P.	METODOLOGIA DAS ANÁLISES
Coliformes Totais	Ausência em 100mL	Ausência em 100 mL	Substrato Cromogênico
Escherichia coli	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL	Substrato Cromogênico

Legenda: V.M.P. - Valor Máximo Permitido.
 NE. - Não especificado pela Portaria 518/04/MS.
 N.D. - Não detectado.

Metodologias de análises baseadas no Standard Methods.

Obs.: Os resultados desta análise limitam-se à amostra analisada, não podendo este laudo ser reproduzido completa ou parcialmente sem a prévia autorização da CAGECE, nem utilizado para fins comerciais.

Químico Ren Gaus dos Santos Ribeiro
 CRC 10.202.824

Itapipoca, segunda-feira, 15 de maio de 2006

Visto: 
 Genilma Maia Lima
 Gerente UN BCL



ANEXO III – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Foto 1 – Área do Terminal Portuário do Pecém.



Foto 2 – Rodovia Estadual CE-422, via de acesso à área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém e do seu terminal marítimo. Vê-se, em segundo plano, as paleodunas que integram as unidades de conservação aí existentes, que não sofrerão interferências do empreendimento ora em análise.



Foto 3 – Alternativa 01 de Localização da Usina de Dessalinização: representada pelo terreno situado contíguo ao “coqueiral”, cuja área abrange terras do Governo Estadual e do Patrimônio da União.



Foto 4 - Alternativa 02 de Localização da Usina de Dessalinização: composta por um terreno pertencente ao Patrimônio da União, localizado na praia à direita da entrada da ponte de acesso aos *piers*.



Foto 5 - Alternativa 03 de Localização da Usina de Dessalinização (selecionada): representada pelo terreno pertencente ao Estado, que se encontra situado entre a área ocupada pela subestação elétrica e a estrada que liga o Porto à vila do Pecém.

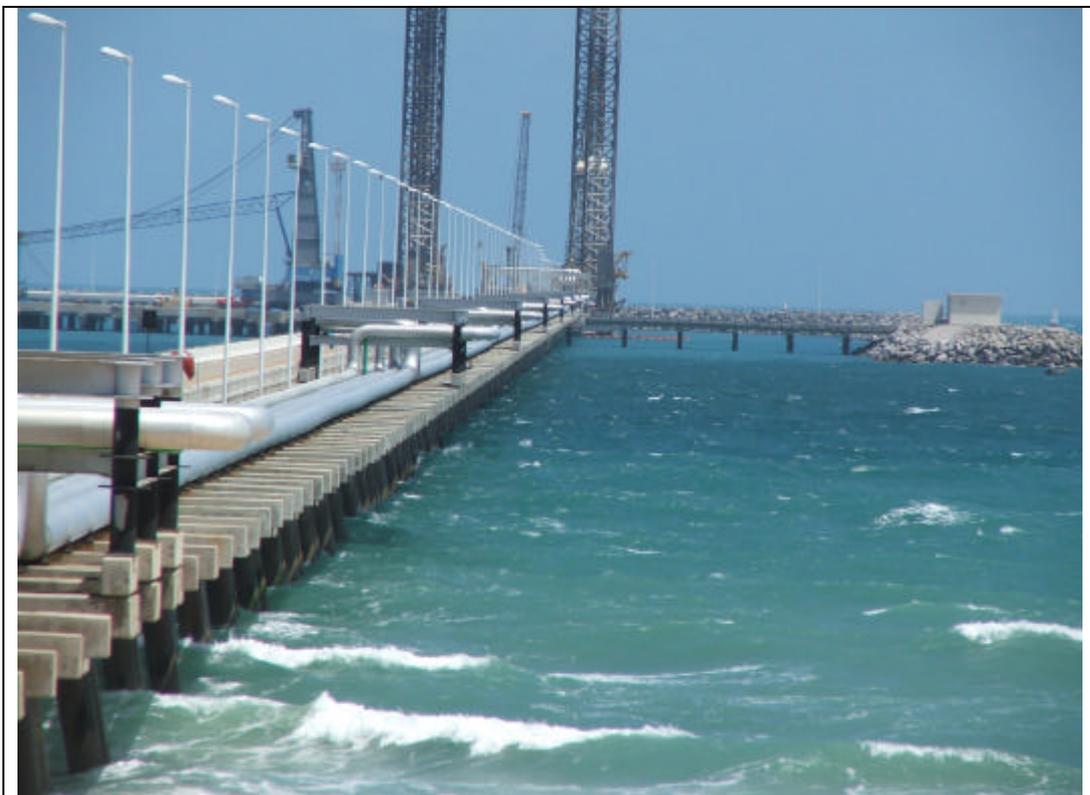


Foto 6 – Alto mar da região do Terminal Portuário do Pecém, que servirá de fonte hídrica para a Usina de Dessalinização a ser instalada na área do CIPP. (corresponde a foto)



Foto 7 – Lagoa do Pecém, atual fonte hídrica do sistema de abastecimento de água da Vila do Pecém.



Foto 8 – Trecho onde as tubulações das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado se desenvolvem margeando o pátio do Terminal Portuário do Pecém.



Foto 9 – Balneário do Terminal Portuário do Pecém, que terá sua área margeada pelo traçado das adutoras de água salgada e de disposição do concentrado.



Foto 10 – Ponte de acesso aos *piers* do Terminal Portuário do Pecém.

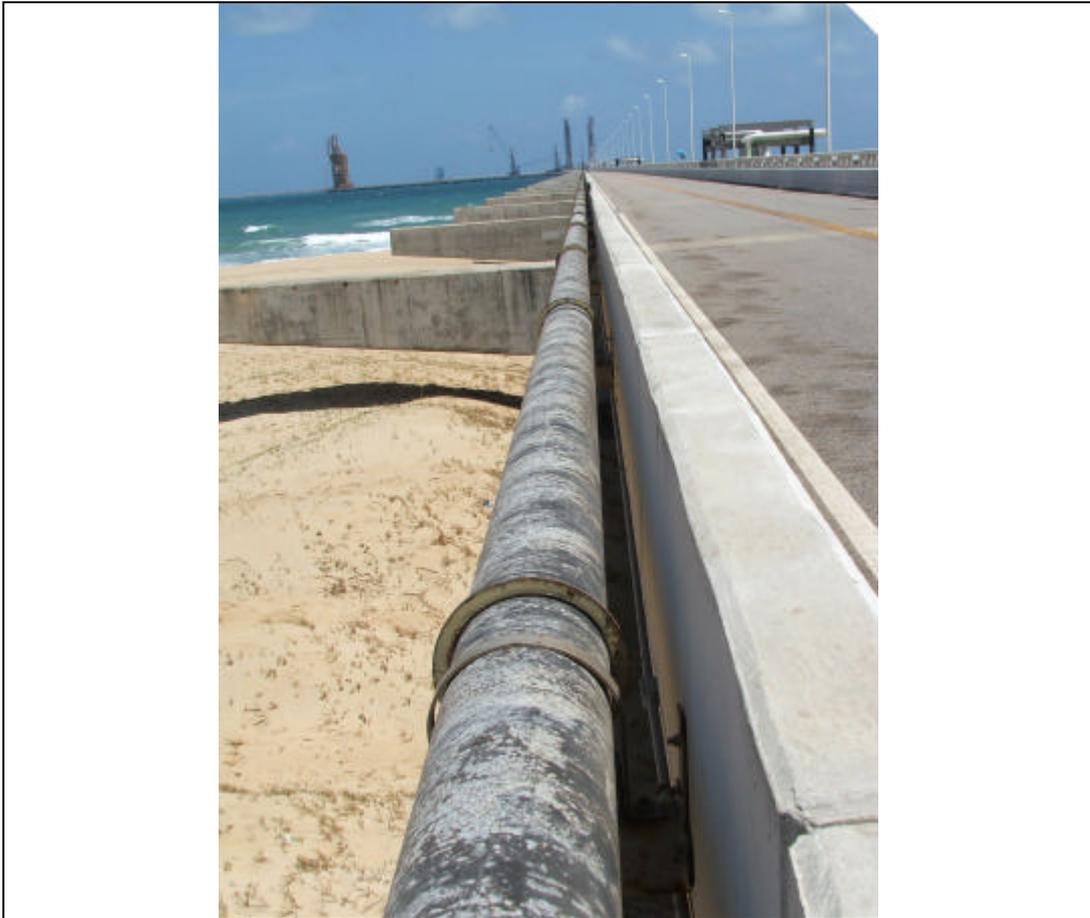


Foto 11 - Tubulação do Emissário da Termelétrica, onde serão ancoradas as adutoras de alimentação e de disposição do concentrado da Usina de Dessalinização.



Foto 12 – Vista parcial dos *piers* do Terminal Portuário do Pecém.