

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO
SANITÁRIO DA ZONA NORTE E ETE
JAGUARIBE
NATAL / RIO GRANDE DO NORTE**

**RELATÓRIO DE IMPACTO
AMBIENTAL**

Natal - RN
Junho/2015



SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO EMPREENDIMENTO	5
2. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)	5
3. LOCALIZAÇÃO, OBJETIVO E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DA ETE JAGUARIBE	5
4. ÁREA DE INFLUÊNCIA.....	17
5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA	21
6. ESTUDO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DO CORPO RECEPTOR	80
7. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	84
8. MEDIDAS MITIGADORAS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	88
9. PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	92
10. CONCLUSÕES	97
11. EQUIPE TÉCNICA	97
12. REFERENCIAS	101
VOCABULÁRIO.....	111

APRESENTAÇÃO

Este Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Norte de Natal/RN constituído pela Estação de Tratamento de Esgotos – ETE JAGUARIBE – foi elaborado para divulgar a todos os interessados um resumo dos estudos técnicos incluídos no Estudo de Impacto Ambiental – EIA deste empreendimento, para ampla divulgação dos resultados e transparência sobre o projeto.

O RIMA apresenta as principais características da ETE JAGUARIBE e do seu processo de planejamento, implantação e operação que possibilitarão verificar os possíveis impactos ambientais. O EIA e o RIMA também apresentam os programas que serão desenvolvidos para cuidar dos ecossistemas locais.

A ETE JAGUARIBE será instalada na zona norte do município de Natal e foi desenvolvida pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) e o EIA/RIMA pela Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte – FUNCERN, por meio dos Núcleos de Estudos em Saneamento Básico (NESB) e Núcleo de Pesquisa de Análise de Águas, Efluentes e Estudos Costeiros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN.

O RIMA também foi elaborado para atender ao processo Nº. 2010-039683/TEC/LP-0185 emitido pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte- IDEMA, órgão responsável pelo licenciamento ambiental neste Estado e que analisa os estudos ambientais.

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO EMPREENDIMENTO

EMPREENDEDOR

Nome e/ou Razão Social: Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN
CNPJ: 08334.38/0001-35 (Sociedade de Economia Mista Estadual)
Escritório Central: Avenida Senador Salgado Filho, 1555 – Tirol, CEP 59015-000.
Telefone: (84) 3232.4100
Local: Natal/RN

EMPREENDIMENTO

Nome: Estação de Tratamento de Esgoto JAGUARIBE.
Tipo de Empreendimento: Sistema de Esgotamento Sanitário
Localização: O sistema será compreendido pela estação de tratamento ETE JAGUARIBE que ficará localizada no Bairro da Redinha, em uma área de 6,7 ha situada entre o Rio Jaguaribe e o cruzamento das Ruas Presidente Itamar e Construtor Severino Bezerrada, Redinha, Zona Norte de Natal, coordenadas UTM central 253697,813E e 9.362.770,393N metros (DATUM SAD69 – ZONA 25S), e pela rede de esgotamento que atenderá 13 Bacias: AN, BN, CN, DN, EN, FH, GN, HN, IN, JN, KN, LN e QN conforme Plano Diretor de Esgotamento Sanitário(PDES) de 2004.

2. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)

Nome e/ou Razão Social: Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte.
Nome Fantasia: FUNCERN
CNPJ: 02.852.277/0001-78
Telefone: (84) 4005 2636/ 3215 2731 / 3215 2730.
Escritório Central: Av. Senador Salgado Filho, 1559 – Tirol - Natal/RN.
CEP: 59.015-000
Contato: Eng. Jairo José dos Santos
Contato para assunto relativo ao EIA/RIMA: Jean Leite Tavares / Maria Wagna de Araújo Dantas

3. LOCALIZAÇÃO, OBJETIVO E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DA ETE JAGUARIBE

✓ Objetivos

As cidades brasileiras, ao longo das duas últimas décadas, vêm se reconfigurando e trazendo para as pequenas e médias cidades mudanças bastante profundas nas suas estruturas. O estado do Rio Grande do Norte chegou em 2010 a uma população de 3.168.027 habitantes. Em meados de 2000 experimentou um incremento populacional na ordem de 1,4 milhões de pessoas. A população residente na área metropolitana do Estado tem variação positiva, 40,2% em 2000 e 42,30% em 2010 (IBGE, 2010).

Para acompanhar o crescimento das cidades são necessárias construções de infraestruturas relativas a coleta e tratamento de esgotos. Tais obras são de fundamental importância para a qualidade do meio ambiente e, conseqüentemente, para a qualidade de vida e saúde da população. De forma geral, é possível afirmar que as obras de engenharia sanitária estão entre as obras de infraestrutura mais importantes para uma determinada localidade, pois tem influência

direta sobre toda a população. Os resultados da implantação das obras de saneamento coletivo podem ser medidos através de vários indicadores, como: a redução na mortalidade infantil, o aumento na expectativa de vida, e a diminuição de casos de doenças de veiculação hídrica.

Como na maioria das cidades brasileiras, o índice de cobertura por rede de esgotamento sanitário em Natal ainda é muito baixo. De acordo com o PDES (2004), Natal contava, no ano 2000, apenas, com 25% dos seus domicílios atendidos por rede coletora de esgotos sanitários, enquanto que 45% dos domicílios utilizavam a fossa séptica como sistema de coleta e disposição final de esgotos. O restante da população conta com sistemas sanitariamente inadequados.

A região Leste apresenta a melhor situação, com mais de 70% dos domicílios ligados à rede geral, seguida da Oeste com 41,35%. Por outro lado, a Zona Norte da cidade apresenta percentual de domicílios ligados à rede de esgotamento inferior à média da cidade com apenas 3,89%, além de apresentar o maior índice de esgotamento sanitário por sistemas inadequados (36,51%). A Tabela a seguir destaca os índices de coberturas de coleta de esgotos nas quatro zonas administrativas de Natal.

Tabela 1- Percentual de domicílios atendidos por sistemas de esgoto sanitário nas regiões administrativas do município de Natal.

Região Administrativa	Domicílios com esgotamento sanitário			
	%	Rede Geral ou Pluvial	Fossa	Séptica
Norte	98,67	3,89	59,60	36,51
Sul	99,70	6,25	88,41	5,34
Leste	99,07	71,34	12,87	15,79
Oeste	98,31	41,35	16,40	42,25
Total	98,88	25,75	46,95	27,30

Fonte: PDES (2004)

A implantação da rede coletora de esgotos sanitários, o transporte dos esgotos e o tratamento na ETE representam um avanço significativo na infraestrutura de saneamento básico do município. Todo o sistema engloba diversas zonas de ocupação (Zonas homogêneas de ocupação – ZH) identificadas e delimitadas de acordo com as definições e restrições do Plano Diretor e da legislação de uso e ocupação do solo do município. As Zonas de interesse para o sistema de coleta, transporte e tratamento de esgotos podem ser resumidas no Quadro 3.3 de acordo com a CAERN (2012).

Quadro 1 - Zoneamento para o sistema de esgotamento sanitário de Natal

Zona	Características
<u>Zona Residencial Popular (ZRP)</u> ZRP/SGA-01, ZRP/SGA-02, ZRP-03, ZRP-04, ZRP-05, ZRP-06, ZRP-07	Baixo padrão construtivo, Predominantemente residencial, Lotes médios de 200 m ² , Construções horizontais, Área de cerca de 5.000 ha (25% da área de projeto)
<u>Zonas de Proteção Ambiental (ZPA)</u> ZPA-01: Zona de Proteção Ambiental do ecossistema de Lagoas e Dunas ao longo do Rio Doce ZPA/SGA-02: Zona de Proteção Ambiental situada no município de São Gonçalo do Amarante	Espaços territoriais incompatíveis com os usos urbanos (<i>área non aedificandi</i>) Área de cerca de 2.000 ha (< 10% da área total de projeto). Tem seu território drenado pelo Rio Jaguaribe e abrange parte dos bairros Salinas, Redinha, Lagoa Azul e Pajuçara Área de 284,31 ha (1,41% da área total de projeto)

A construção da estação de Tratamento de Efluentes (ETE Jaguaribe) e emissário de lançamento de efluentes irá atender as bacias AN, BN, CN, DN, EN, FH, GN, HN, IN, JN, KN, LN e QN da Zona Norte de Natal, obedecendo aos critérios técnicos e ambientais exigidos para esse tipo de empreendimento. Todo o sistema da ETE Jaguaribe engloba diversas Zonas homogêneas de ocupação (ZH) identificadas e delimitadas de acordo com as definições e restrições do Plano Diretor e da legislação de uso e ocupação do solo do município.

A construção da **ETE Jaguaribe** trará:

- ✓ Melhoria das condições sanitárias locais e consequentemente melhoria da saúde da população em função da eliminação de lançamentos de esgotos domésticos a céu aberto na Zona Norte de Natal.
- ✓ Eliminação dos aspectos estéticos e visuais desagradáveis (odores agressivos) e melhoria das condições ambientais da área, bem como dos problemas de ordem econômico -social decorrentes do lançamento de esgotos domésticos nas ruas ou sem tratamento.
- ✓ Redução das cargas poluidoras através de esgoto sanitário no rio Potengi, proteção da saúde pública e preservação do meio ambiente.
- ✓ Disposição adequada dos esgotos tratados e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento.

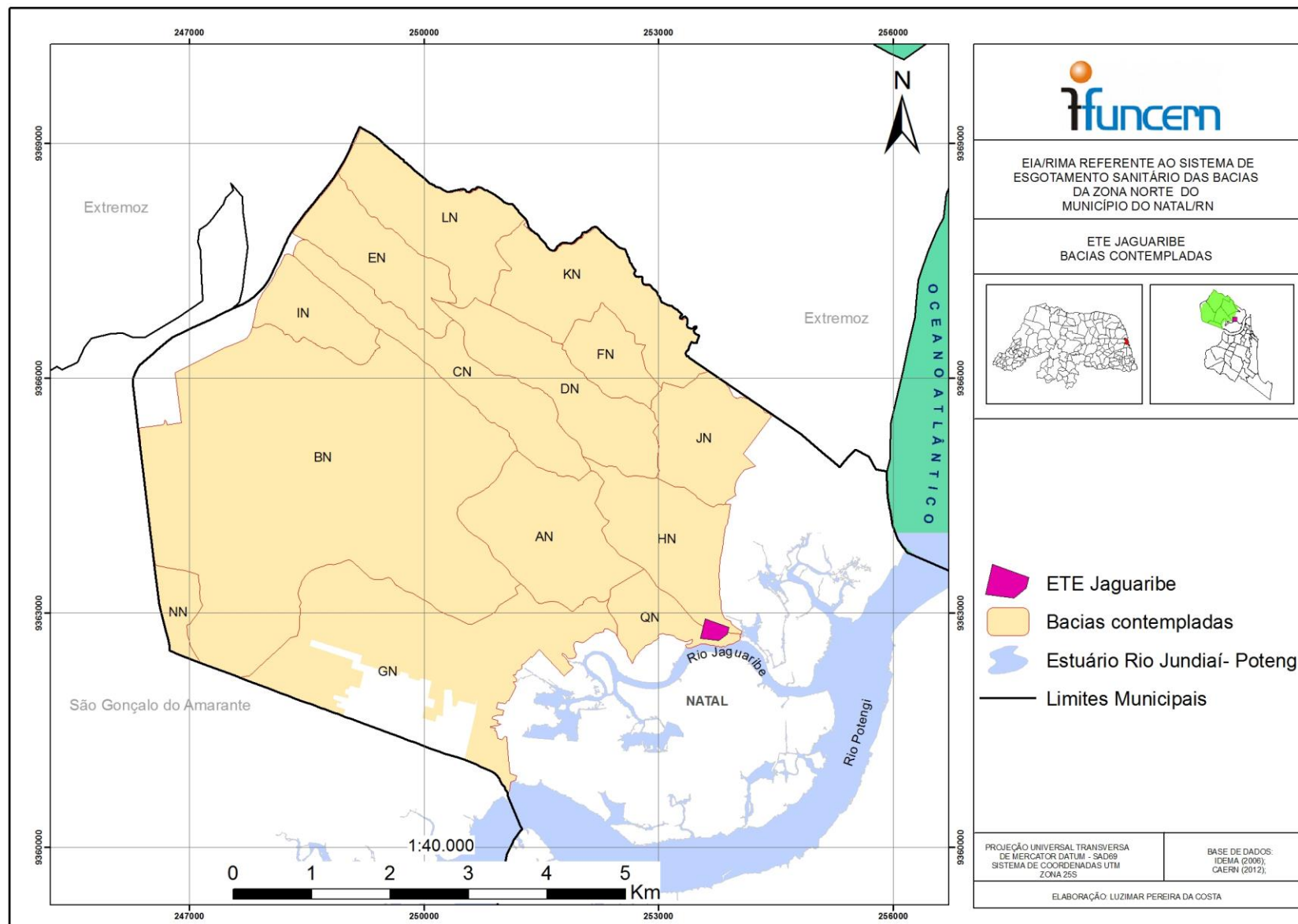


Figura 1 - ETE Jaguaribe: Bacias contempladas

✓ Localização

A estação de tratamento ETE Jaguaribe ficará localizada no Bairro da Redinha, em uma área de 6,7 há, e está situada entre o Rio Jaguaribe e o cruzamento das Ruas Presidente Itamar e Construtor Severino Bezerra, Zona Norte de Natal. As coordenadas geográficas centrais são 253697,813E e 93622770,393N metros (UTM DATUM SAD69 – ZONA 25S). O principal acesso à área ocorre por meio de uma estrada carroçável a partir da Rua Siqueira Campos. Destaca-se que o Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Norte atenderá uma área de ocupação urbana consolidada, mas que sofre com a falta de infraestrutura de saneamento básico. A Estação de Tratamento de Efluentes denominada ETE Jaguaribe será instalada em uma área de mata secundária já antropizada mas também conta com uma faixa de mangue em sua parte próxima ao riacho Jaguaribe. A área do entorno da ETE é caracterizada pelo predomínio de fragmentos de vegetação, manguezais devastados, viveiros de camarão e moradias.

O mapa a seguir apresenta a localização do empreendimento, destacando, as zonas ou bairros da Zona Norte beneficiados pelo empreendimento.

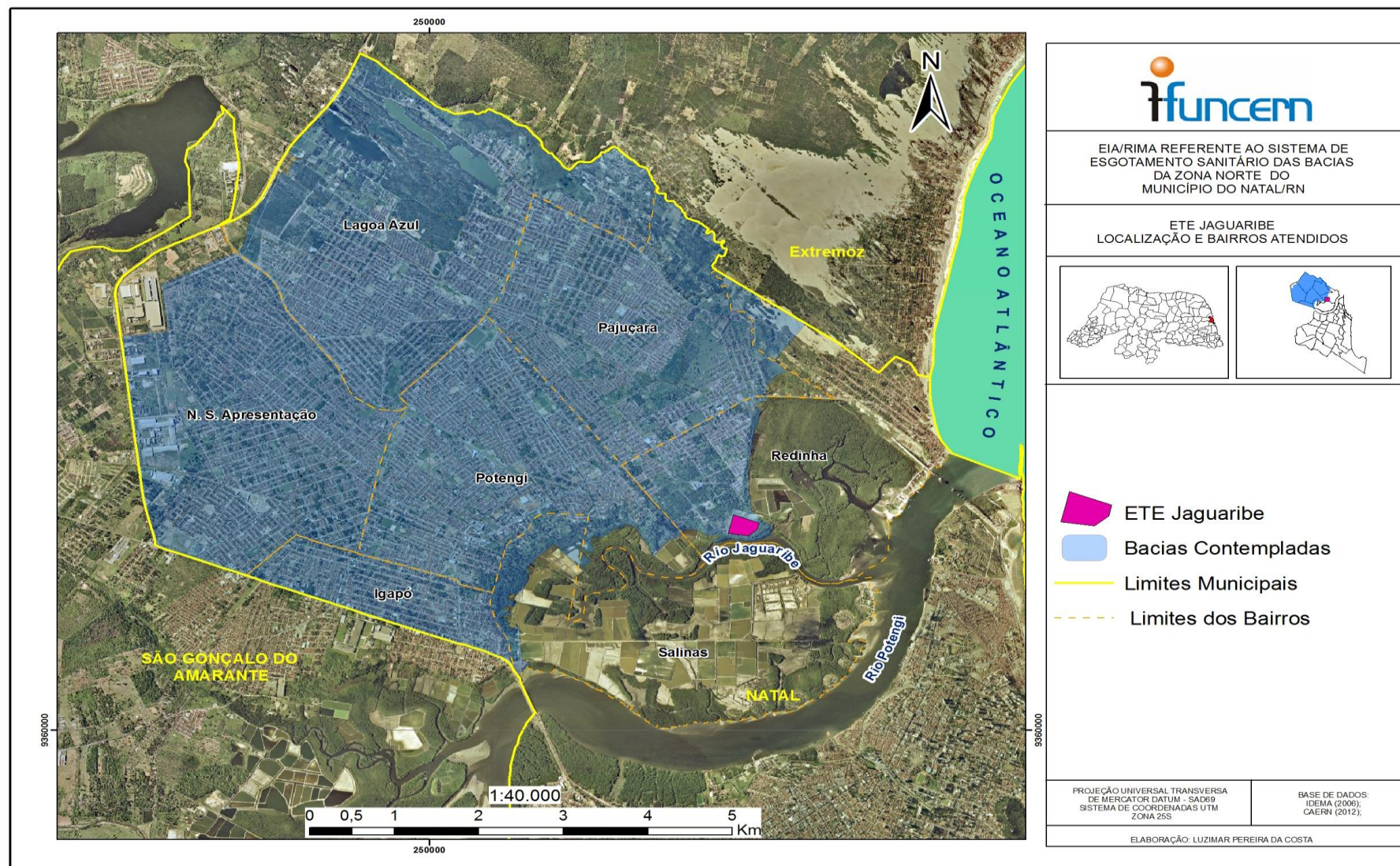


Figura 2- Localização da ETE Jaguaribe e bairros atendidos

❖ Caracterização Técnica do Empreendimento.

O sistema de esgotamento da Zona Norte:

O sistema de esgotamento da Zona Norte compreende as bacias AN, BN, CN, DN, EN, FN, GN, HN, IN, JN, KN, LN e QN da Zona Norte de Natal. A única bacia da Zona Norte que não contribuirá para o sistema da ETE Jaguaribe será a KN que tem seus efluentes tratados na ETE-Redinha. Nesse conjunto de bacias estão incluídos os bairros Jardim Lola, Amarante, Golandim, ressaltando-se que parte dos esgotos que serão tratados na ETE Jaguaribe também é proveniente dos municípios de São Gonçalo do Amarante e Extremoz.

O sistema de tratamento proposto é o mesmo utilizado na ETE do Sistema Central, já implantado e inaugurado pela Caern no bairro do Baldo, e em fase de pré-operação. Constitui-se de um tratamento em nível terciário, composto por reatores UASB, câmaras anóxicas, tanques de aeração com biodiscos, decantadores secundários e desinfecção UV, além das unidades de desidratação mecanizada de lodo, queima de biogás e remoção de odores. O efluente tratado será lançado próximo à área da ETE, no Rio Jaguaribe.



Figura 3 - Vista aérea da ETE Central no Baldo.

✓ **Análise da legislação pertinente**

As definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente foram regulamentadas pela Resolução CONAMA N° 01/86, de 23 de janeiro de 1986, sendo também estabelecidos os critérios para a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental - EIA, de Relatórios de Impacto Ambiental - RIMA.

Dentre as políticas ambientais pertinentes a projetos de esgotamento sanitário e meio ambiente, destacam-se os seguintes dispositivos legais:

LEGISLAÇÃO FEDERAL

- LEI N°. 3.924, DE 26 DE JULHO DE 1961 - Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.
- LEI N°. 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965 (ALTERADA PELA LEI N°. 7.803, DE 18/07/89 E PELA MEDIDA PROVISÓRIA N°. 2.166-67, DE 24/08/00) - Institui o Código Florestal.
- LEI N°. 5.197, DE 03 DE JANEIRO DE 1967 - Dispõe sobre a proteção à fauna.
- LEI N°. 6.513, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1977 - Dispõe sobre a criação de Áreas Especiais e de locais de Interesse Turístico; sobre o inventário com finalidades turísticas dos bens de valor cultural e natural; acrescenta o inciso ao artigo 2° da Lei N°. 4.132, de 10 de setembro de 1962; altera a redação e acrescenta dispositivo à Lei N°. 4.771, de 29 DE JUNHO DE 1965; e dá outras providências.
- LEI N°. 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979 - Dispõe sobre o parcelamento do uso do solo urbano.
- LEI N°. 6.902, DE 27 DE ABRIL DE 1981 - Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências (alterada pela Lei N°. 7.804, de 18 de julho de 1989).
- LEI N°. 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981, alterada pelas Leis n° 7.804/89 e 8.028/90 e regulamentada pelo Decreto N°. 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. Institui o licenciamento ambiental.
- LEI N°. 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 dá outras providências.
- LEI N°. 7.661, DE 16 DE MAIO DE 1988 - Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, e dá outras providências.
- LEI N°. 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 N°. 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
- LEI N°. 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000 - Regulamenta o Art. 225, parágrafo 1°, 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 N°. 4.340, de 22/08/02).
- LEI N°. 11.445 DE 05 DE JANEIRO DE 2007 - Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.

- LEI N°. 12.651 de 25 DE MAIO DE 2012 - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- DECRETO N°. 84.426, DE 24 DE JANEIRO DE 1980 - Dispõe sobre erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo.
- DECRETO N°. 88.351, DE 01 DE JUNHO DE 1983 - Regulamenta a Lei N°. 6938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente.
- DECRETO N°. 89.336, DE 31 DE JANEIRO DE 1984 - Dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências.
- DECRETO-LEI N°. 95.733, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1988 - Que destina 1,0% do orçamento dos projetos para implantação das medidas de proteção ambiental.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 004, DE 18 DE SETEMBRO DE 1985 (ALTERADA PELA LEI N° 7.803/89) - Define critérios, normas e procedimentos gerais para a caracterização e estabelecimento de reservas ecológicas.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 001, DE 23 DE JANEIRO DE 1986 (MODIFICADA NO SEU ARTIGO 2° PELA RESOLUCAO CONAMA N°. 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 N°. 006, DE 24 DE JANEIRO DE 1986 - Institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 011, DE 18 DE MARÇO DE 1986 - Altera e acrescenta incisos na Resolução CONAMA N°. 001/86 que torna obrigatória a elaboração de estudos de impacto ambiental para determinados tipos de empreendimentos.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 009, DE 03 DE DEZEMBRO DE 1987 - Regulamenta a questão das audiências públicas.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 005, DE 15 DE JUNHO DE 1988 - Exige o estabelecimento de processo licenciatório para as obras de saneamento básico.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 010, DE 14 DE DEZEMBRO DE 1988 – Estabelece normas e procedimentos para os territórios das Áreas de Proteção Ambiental - APA e dá outras providências.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 013, DE 06 DE DEZEMBRO DE 1990 – estabelece normas referentes ao entorno das unidades de conservação.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 015, DE 06 DE DEZEMBRO DE 1990 – Estabelece normas referentes ao entorno das unidades de conservação.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 237, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1997 - Revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 274, DE 29 DE NOVEMBRO DE 2000 - Revisa os critérios de balneabilidade em Águas Costeiras.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 281, DE 12 DE JULHO DE 2001 - Dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Área de Preservação Permanente, e dá outras providências.

- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 307, DE 05 DE JUNHO DE 2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 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.
- RESOLUÇÃO CONAMA N°. 396, DE 03 DE ABRIL DE 2008 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- PORTARIA GM/MINTER N°. 536, DE 7 DE DEZEMBRO DE 1976 – Estabelece normas para a qualificação das águas interiores ou marinhas destinadas à balneabilidade.
- PORTARIA MINTER N°. 124, DE 20 DE AGOSTO DE 1980 - Baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica.
- PORTARIA N° 07, DE 01 DE DEZEMBRO DE 1988 - da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional: estabelece os procedimentos necessários para pesquisa e escavações em sítios arqueológicos.
- PORTARIA INTERMINISTERIAL N°. 917, DE 06 DE JUNHO DE 1982 - Dispõe sobre a mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo.
- PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE N°. 1.469, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2000 - Aprova o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- PORTARIA DO INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL N°. 230, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2002. Institui os procedimentos necessários para a obtenção das licenças ambientais em urgência ou não, referentes à apreciação e ao acompanhamento das pesquisas arqueológicas no Brasil.
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 430/2011 - Dispõe especificamente sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes complementando e alterando a Resolução CONAMA N°357/2005.
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 382/2006 - Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para pontes fixas.
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 01/1990 - Estabelece critérios e padrões para a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais.
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 02/1990 – Institui o Programa Nacional de Educação e Controle de Poluição Sonora – Silêncio.

LEGISLAÇÃO ESTADUAL

O sistema de controle ambiental no Rio Grande do Norte é integrado pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, à qual se encontra vinculado o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - IDEMA.

A Política Estadual do Meio Ambiente é preconizada pela Lei n°. 5.147, de 30 de setembro de 1982, regulamentada pelo Decreto n°. 8.600, de 03 de março de 1983, que dispõe ainda sobre o sistema estadual de controle e preservação do meio ambiente. Os dispositivos legais, em nível estadual, pertinentes a projetos de saneamento básico e ao meio ambiente são:

- LEI N°. 5.147, DE 30 DE SETEMBRO DE 1982 - Regulamentada pelo Decreto n°. 8.600, de 03 de março de 1983, que dispõe ainda sobre o sistema estadual de controle e preservação do meio ambiente.

- LEI N°. 6.621, DE 12 DE JULHO DE 1994 - Dispõe sobre o controle da poluição sonora e condicionantes do meio ambiente no Estado do Rio Grande do Norte e dá outras providências.
- LEI N°. 6.769, DE 11 DE MAIO DE 1995 - Dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Rio Grande do Norte e dá outras providências.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 139, DE 26 DE JANEIRO DE 1996 - Altera a Lei Complementar n°. 129, de 02/02/95 e dá outras providências. Institui como órgão ambiental do Estado o IDEC - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 140, DE 26 DE JANEIRO DE 1996 - Regulamentada pelo Decreto n°. 13.799, de 17/02/98 e alterada pela Lei Complementar N°. 148, de 26/12/96: regulamenta os artigos 150 e 154 da Constituição Estadual e dá outras providências.
- LEI N°. 6.908, DE 01 DE JULHO DE 1996 - REGULAMENTADA PELO DECRETO N° 13.283/97 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos - SIGERH e dá outras providências.
- LEI N°. 6.950, DE 20 DE AGOSTO DE 1996 - Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.
- DECRETO N°. 8.718, DE SETEMBRO DE 1983 - Cria a CMA - Coordenadoria do Meio Ambiente no âmbito do IDEC e dá outras providências.
- DECRETO N°. 9.100, DE 22 DE OUTUBRO DE 1984 - Enquadra cursos e reservatórios d'água do Estado na classificação estabelecida na Portaria n°. 15, de 15 de janeiro de 1976 do Ministério do Interior e dá outras providências.
- DECRETO N°. 10.582, DE 06 DE MARÇO DE 1990 - Cria o sistema de controle ambiental e sanitário do litoral e dá outras providências.
- DECRETO N°. 13.799, DE 17 DE FEVEREIRO DE 1998 - Aprova o regulamento do IDEC - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte
- DECRETO N°. 13.798, DE 17 DE FEVEREIRO DE 1998 - Aprova o regulamento da Lei Complementar n°. 140/96, que dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual de Controle e Preservação do Meio Ambiente e dá outras providências.
- DECRETO ESTADUAL N°. 8.426, DE 14 DE NOVEMBRO DE 2003 - Proíbe o lançamento de efluentes sanitários no rio Pitimbu.
- LEI COMPLEMENTAR N° 380, de 26/12/2008 - Altera a Lei Complementar Estadual nº 272, de 03 de março de 2004, modifica o nome do Instituto de Defesa do Meio Ambiente do RN e dá outras providências.
- LEI COMPLEMENTAR N° 336, de 12/12/2006 - Altera a Lei Complementar Estadual nº 272, de 03 de março de 2004 e dá outras providências;
- LEI N° 8.485, de 20/02/2004 - Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico, institui o Sistema Integrado de Gestão do Esgotamento Sanitário e dá outras providências.
- LEI COMPLEMENTAR nº 272, de 03/03/2004 - Dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual do Meio Ambiente.

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

As principais legislações municipais são:

- LEI N°. 3.175, DE 29 DE FEVEREIRO DE 1969 - Dispõe sobre o uso e ocupação do solo no município de Natal e dá outras providências.
- LEI N°. 4.100, DE 19 DE JUNHO DE 1992 - Dispõe sobre o Código do Meio Ambiente do Município de Natal, definindo a Política Municipal de Meio Ambiente, seus sistemas e instrumentos de gestão.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 07, DE 05 DE AGOSTO DE 1994 - Aprova o Plano Diretor Urbano de Natal (antigo).
- LEI N°. 4.547/94 - Dispõe sobre o uso do solo, limites e prescrições urbanísticas da Zona Especial de Interesse Turístico - ZET 2, criada pela Lei n°. 3.175/84, que altera os seus limites.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 020/99 - Extingue a ECO-NATAL (criada pela Lei nº 4.459/98) e cria a Secretaria Especial de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal - SEMURB.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 055 DE 27 DE JANEIRO DE 2004 – Estabelece o novo Código de Obras.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 4.748/96 DE 30 DE ABRIL DE 1996 – Estabelece o Código de Limpeza Urbana.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 5.191 DE 16 DE MAIO DE 2000 – Ordena a preservação e o tombamento do patrimônio histórico municipal.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 082 DE 21 DE JUNHO DE 2007 – Estabelece o Plano Diretor vigente.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 4.885, DE 07 DE OUTUBRO DE 1997 - Estabelece os critérios para os Relatórios de Impacto sobre o Tráfego Urbano – modificada pela Lei nº 8.227.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 4.619, DE 29 DE ABRIL DE 1995 - Estabelece os critérios para elaboração dos Relatórios de Impacto de Vizinhança.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 3.942, DE 09 DE JULHO DE 1990 - Estabelece o zoneamento especial de preservação histórica.
- LEI COMPLEMENTAR N°. 4069, DE 21 DE MAIO DE 1992 – Regulamenta a zona especial portuária.
- DECRETO N°. 7237, DE 22 DE NOVEMBRO DE 1977 – Estabelece Como De Utilidade Pública Bens Situados Na Área De Dunas, Adjacente Ao Oceano Atlântico, No Município Do Natal.
- LEIS N°. 4.664 (31/07/1995), N°. 6.789 (14/07/1995), N°. 5.273 (20/06/2000), N°. 4.912 (10/12/1997) e N°. 5.565 (21/06/2004) – Estabelecem as Zonas de Proteção Ambiental do município do Natal.
- LEIS N°. 3.607 (18/11/1987), N°. 4.547 (30/06/1994) e N°. 3.639 (10/12/1987) – Estabelecem as Zonas Especiais de Interesse Turístico.
- LEI nº 5.346, de 28/12/2001 cria a Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município do Natal – ARSBAN e dá outras providências.

A base legal para a análise da legislação relacionada ao presente projeto se baseia, dentre outros entes normativos, na Lei nº.11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, nos dispositivos de controle de licenciamento ambiental de obras de saneamento (Resolução CONAMA nº. 05, de 15 de junho de 1988) e nos que estabelecem as condições do corpo receptor e dos padrões de lançamento de efluentes (Resoluções CONAMA nº. 357 e 430 respectivamente).

A Resolução CONAMA nº. 05/88 estabelece que as obras de saneamento (incluindo os sistemas de esgotamento sanitário) estão sujeitas a licenciamento ambiental em que os critérios e parâmetros deverão ser previamente estabelecidos pelo órgão ambiental.

A área onde se pretende instalar a Estação de Tratamento de Efluentes Jaguaribe está inserida na Zona de Proteção Ambiental 8 do município do Natal, também conhecida como Zona de Proteção Ambiental Ecossistema Manguezal e Estuário Potengi/Jundiaí. Foi definida inicialmente no Plano Diretor de Natal de 1994 e delimitada geograficamente no Plano Diretor de Natal de 2007 quando foi dividida em dois setores denominadas A e B. A ZPA 8 ainda não foi regulamentada, daí a necessidade de complementar a análise da legalidade da instalação da ETE de acordo com normas de abrangência estadual e federal.

De acordo com a Lei nº. 12.651/2012 é possível o uso alternativo de áreas de preservação permanente (APP) para implantação de infraestrutura de utilidade pública tais como as estruturas de saneamento básico (letra b do inciso VIII do Art. 3º), e de interesse social (letra e do inciso IX do Art. 3º) e para a captação e transporte de água e de efluentes tratados. Destaca-se ainda que a área destinada à implantação da futura ETE não apresenta características de ecossistema de manguezal, exceto na sua porção topográfica mais baixa, que será pouco afetada pela implantação física das unidades da ETE.

O órgão ambiental do Rio Grande do Norte, IDEMA, adota como referência as condições e padrões de lançamento de efluentes estabelecidos na Resolução CONAMA nº. 357/05. Conforme essa Resolução, os efluentes somente poderão ser lançados nos corpos d'água após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostas nessa resolução e em outras normas aplicáveis.

Para esse estudo, também foi analisada a compatibilização do projeto proposto com a legislação ambiental vigente. Destaca-se a necessidade de compatibilizar a locação das obras com as faixas de proteção dos cursos e mananciais d'água, conforme reza o Código Florestal e a Resolução CONAMA nº 004/85, bem como as normas preconizadas pela Lei do Uso e Ocupação do Solo e o Código de Obras e Posturas do município de Natal. Foi também averiguada a compatibilidade dos tratamentos propostos, com o que reza a Resolução CONAMA nº. 357/05 e a Resolução CONAMA nº. 430/11.

4. ÁREA DE INFLUÊNCIA

Área de Influência é todo espaço exposto às ações do empreendimento direta ou indiretamente, desde as primeiras obras até o momento de funcionamento da ETE. Delimita-se a área de influência dos impactos ambientais relacionados ao projeto da rede de esgotamento sanitário da zona norte e da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) Jaguaribe, como o território no qual incidirão os impactos diretos e indiretos resultantes da instalação da referida ETE. Os impactos aqui referidos ocorrem nos meios físico, biótico e socioeconômico e a complexidade da delimitação desse referido território indica a possibilidade de se referir a "áreas de influência", de acordo com o meio a ser estudado. O conhecimento dessas áreas de influência é fundamental

para que se possa localizar e analisar os possíveis impactos – positivos e negativos – decorrentes tanto das execuções dos Projetos como de suas operacionalidades.

A delimitação destas áreas ocorre a partir das características e a abrangência do empreendimento, e com a diversidade e especificidade dos ambientes afetados, compreendendo os locais e áreas sujeitas aos efeitos diretos e imediatos da fase de obras e fase de operação, e os locais e áreas cujos efeitos serão sentidos a curto, médio e longo prazo.

Área de Influência Direta

É a área geográfica diretamente afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento/projeto e corresponde ao espaço territorial contíguo e ampliado da ADA. Os efeitos poderão ser positivos ou negativos e devem compensados ou potencializados (se positivos) pelo empreendedor. Refere-se ao perímetro onde será instalada a Estação de Tratamento de Efluentes, as faixas contíguas à mesma, necessárias para a execução das obras, em um raio de 500m e todo o estuário e áreas ribeirinhas do rio Potengi em uma faixa de 500m a partir da cota de maré de sizígia. Incluindo uma faixa de 50 metros com centro no eixo central da rede de coleta, conforme demonstrado na figura 04.

Área de Influência Indireta

É a porção do território que sofre interferência secundária e é considerado menos significativo que na área de influência direta. Refere-se aos impactos socioeconômicos ocorridos através do empreendimento, inclui-se portanto a área que refere-se às bacias de esgotamento que contribuem para o estuário do Rio Potengi, envolvendo parte dos municípios de Natal, Parnamirim, Extremoz, São Gonçalo do Amarante e Macaíba e que estão delimitados na figura 05.

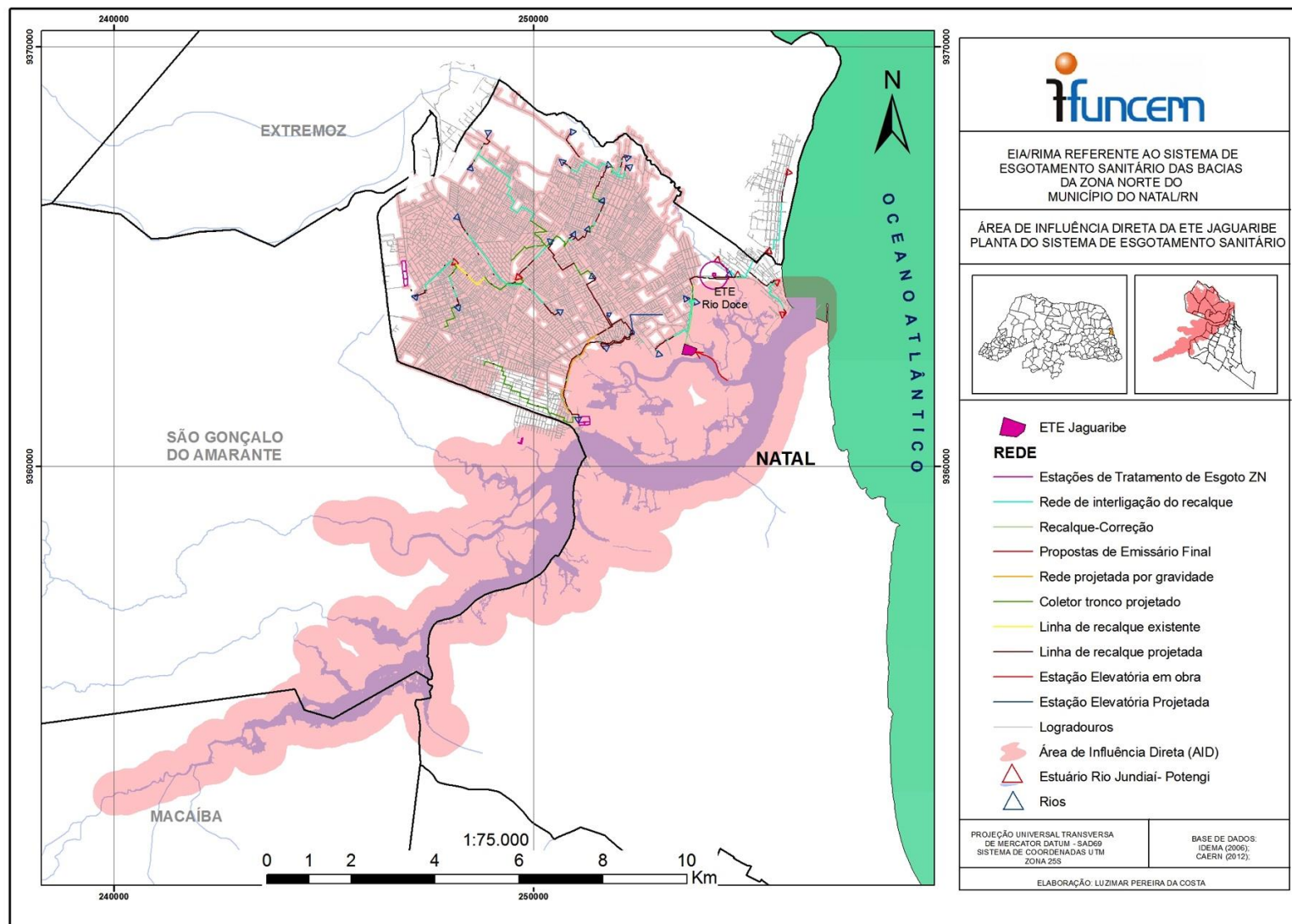


Figura 4 – Delimitação da Área de Influência Direta da ETE Jaguaribe, incluindo a área da futura ETE Jundiá – Guarapes (1:75.000)

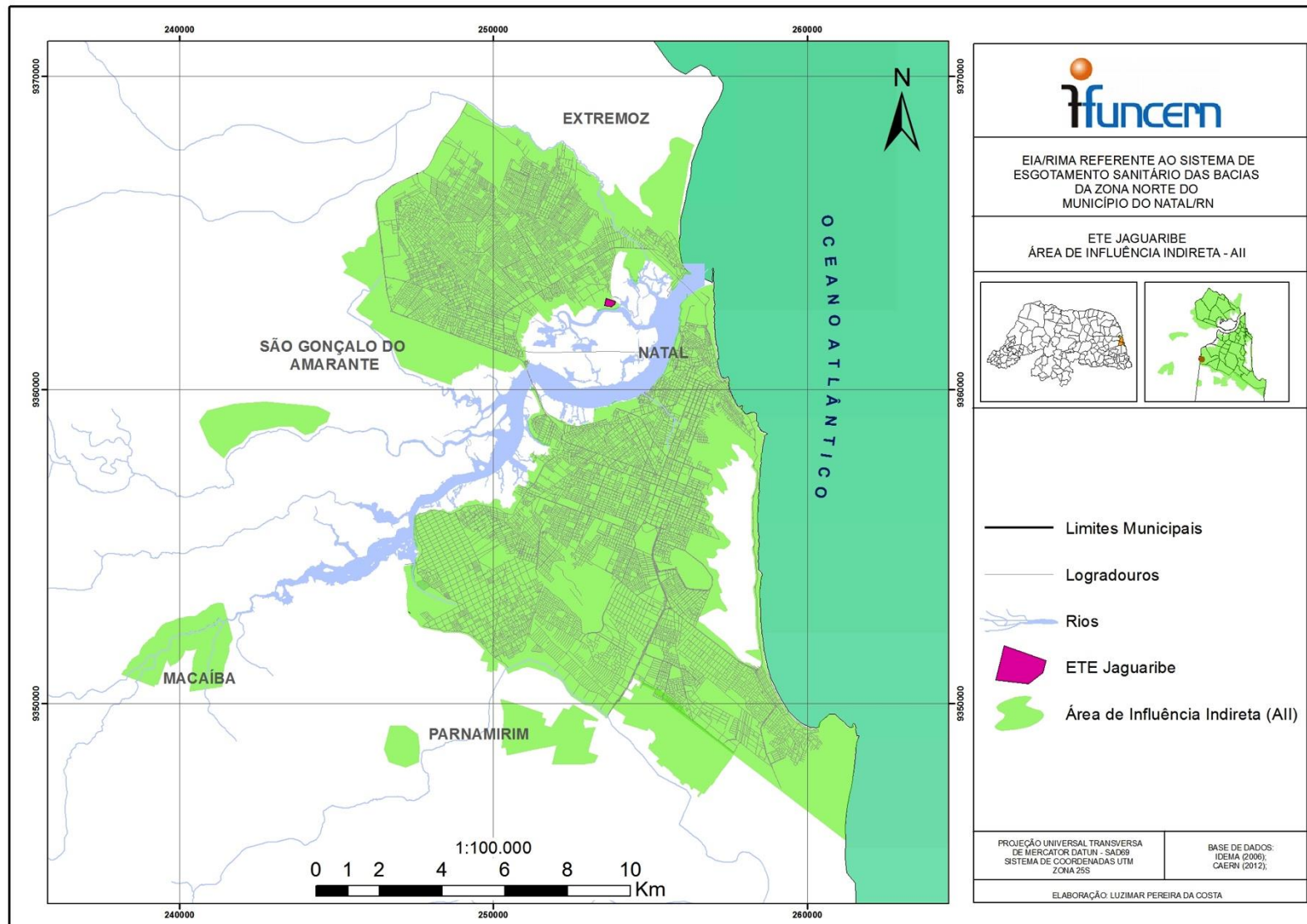


Figura 5 - Delimitação da Área de Influência Indireta da ETE Jaguaribe, incluindo a área de Influência Direta (1:100.000).

5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

❖ Meio Físico

✓ Clima e condições meteorológicas

Características climáticas regionais

A região Nordeste do Brasil, situa-se no clima semiárido que apresenta variações temporais e espaciais da precipitação pluviométrica e elevadas temperaturas ao longo do ano. Apesar de a variação térmica ser significativa, em torno de 6°(seis graus), a temperatura permanece elevada durante todo o ano, com média anual em torno de 26°C. Outra característica dessa região é a alta taxa de evaporação que chega a uma média de 2049 mm.

O clima no Nordeste brasileiro é fortemente influenciado pela presença da zona de convergência intertropical (ZCIT) que é uma zona de baixa pressão atmosférica, com chuvas e trovoadas intensas, originada pela convergência dos ventos alísios dos dois hemisférios, que normalmente migra sazonalmente de sua posição mais ao norte até posições mais ao sul, durante o verão austral. Quando a ZCIT está mais ao norte, situação mais comumente verificada nos meses de agosto a outubro, os ventos alísios de sudeste são mais intensos, ocorrendo uma progressiva diminuição da intensidade desses ventos à medida que a ZCIT migra em direção ao Equador, alcançando os valores mínimos anuais durante os meses de março e abril. Esse movimento da ZCIT influencia o padrão de circulação oceânica e de correntes costeiras (Molinari & Johns, 1994).

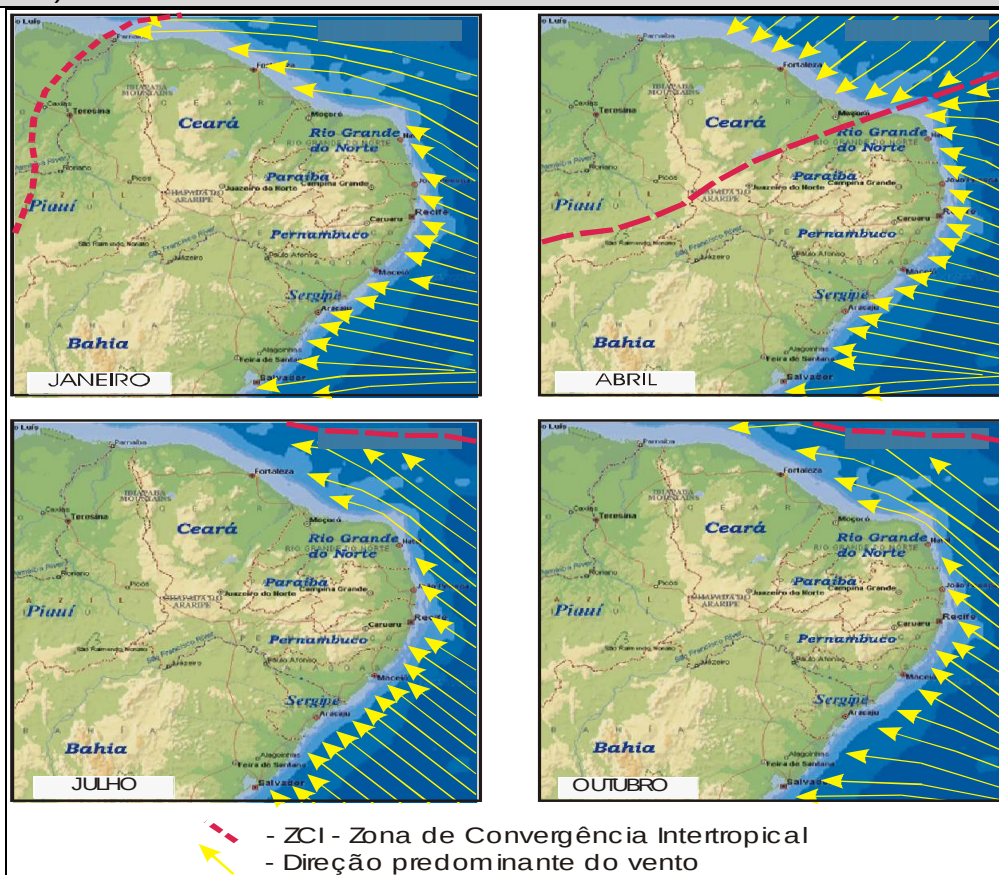


Figura 6 - Ilustração das diferentes posições ocupadas pela ZCIT durante o ano e padrão dos ventos sobre a costa do Nordeste brasileiro

Fonte: Modificado de Martin et al., 1998

Características climáticas locais

O clima dominante ao longo do litoral oriental norte-rio-grandense é classificado como do tipo As(Köppen). É um clima tropical chuvoso quente e com verão seco. Uma caracterização mais detalhada foi realizada neste trabalho, com base nos dados colhidos junto às estações meteorológicas do CATRE/DPV, da UFRN e de uma Estação Portátil instalada no DOL/UFRN. (Vianello & Alves, 1991)

✓ Os Ventos

Os ventos da região Nordeste brasileira são chamados de ventos alísios e são provenientes dos dois hemisférios terrestres, eles convergem para uma região de baixa latitude no entorno da linha do equador são persistentes e intensos durante todo o ano, quase sempre as brisas apenas contribuem para mudar um pouco a direção e a velocidade desses.

Os ventos no Litoral Oriental do Rio Grande do Norte sopram, predominantemente de Sudeste, durante 211 dias por ano, em média. Já os ventos de Leste, predominam 102 dias do ano, e os ventos de Sul, 37 dias. Durante todos os meses do ano predominam os ventos de sudeste, seguidos pelos ventos de sul, que são mais frequentes de abril a julho, e os ventos de leste, de outubro a março. A velocidade média anual dos ventos no Litoral Oriental, em Natal é de 4,3 m/s, com as maiores médias mensais de agosto a novembro, e as menores médias em março e abril. As velocidades médias diárias máximas são elevadas ao longo de todo o ano, com oscilações entre 8,3 e 10,3 m/s. (SEMURB, 2006)

Os ventos na área estudada são provenientes do quadrante SE, seguidos pelos ventos de E, de S e de NE (Dados da estação do CATRE/DPV). além das variações mensais na velocidade média dos ventos, existem outras variações sazonais em escala de tempo maior. Verificou-se, inicialmente, um período no qual a velocidade média dos ventos situou-se essencialmente entre 2,0 e 4,0 m/s (de 1971 a 1978), passando a um período de oscilações mais fortes, com velocidades médias variando entre 4,0 e 6,7 m/s (de 1979 a 1983), posteriormente decaindo para 2,0 a 3,0 m/s (de 1984 a 1985), e seguindo-se um período mais longo e de maior regularidade, com velocidades médias oscilando principalmente entre 3,0 e 5,5 m/s (de 1986 a 2001).

Dados mais recentes, colhidos da estação da UFRN no período de janeiro de 2000 a setembro de 2012, mostram uma velocidade média dos ventos variando de 3,2 e 5,1 m/s (de 2000 a 2003), com oscilação de 3,3 a 6 m/s (de 2004 a 2007), seguindo-se um período com variações entre 2,1 e 5,5 m/s (de 2008 a 2012).

O gráfico de frequência mensal de incidência dos ventos , elaborado com base nos dados fornecidos pela estação do DOL/UFRN (instalada nas proximidades da praia de Barreira Roxa), apresenta as quatro principais direções de vento encontradas no litoral oriental potiguar, evidenciando o domínio dos ventos de SE no período novembro-fevereiro, seguidos pelos ventos de E, com ligeiro domínio em maio e domínio absoluto nos meses de setembro e outubro. Os ventos de NE dominam no mês de abril, e os ventos de S se apresentam como secundários durante todo o ano.

Os valores para a velocidade média anual do vento encontrados nas diferentes estações foram de 3,8 m/s (CATRE/DPV), 4,3m/s (UFRN) e 5,8 (DOL/UFRN). As diferenças encontradas nos valores de velocidade são explicadas essencialmente pelas variações na morfologia do terreno e pela presença de obras civis e outras construções de origem antrópica nas proximidades das estações. Apesar de representar a menor série de dados disponível, com informações referentes a um período de apenas 1 ano, os dados de vento fornecidos pela estação do DOL/UFRN são considerados aqueles que melhor representam os valores reais para o período, uma vez que essa estação se encontrava estacionada muito próxima da linha de costa.

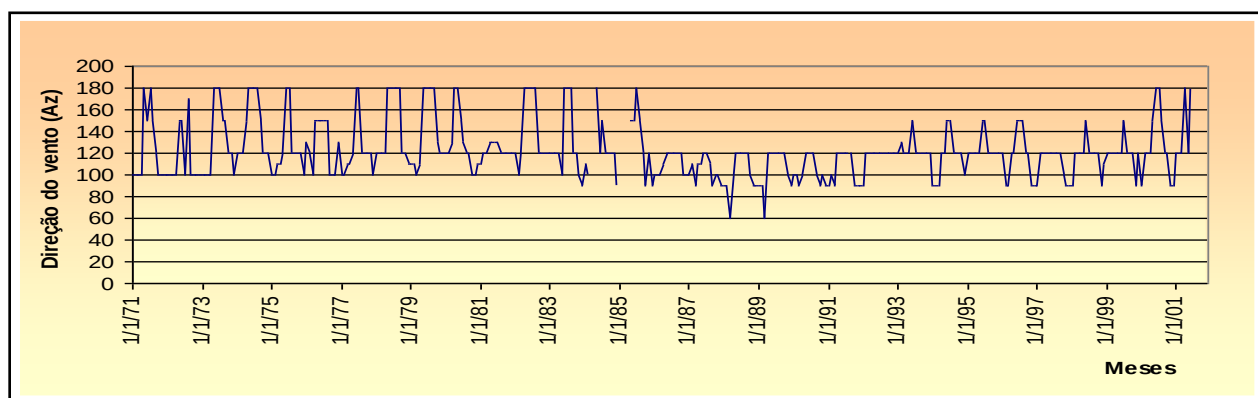


Figura 7 - Comportamento das médias mensais dos ventos atuantes na costa oriental do Rio Grande do Norte, durante o período de 1971 a 2000: direção dominante.

Fonte: Estação Meteorológica do CATRE/DPV).

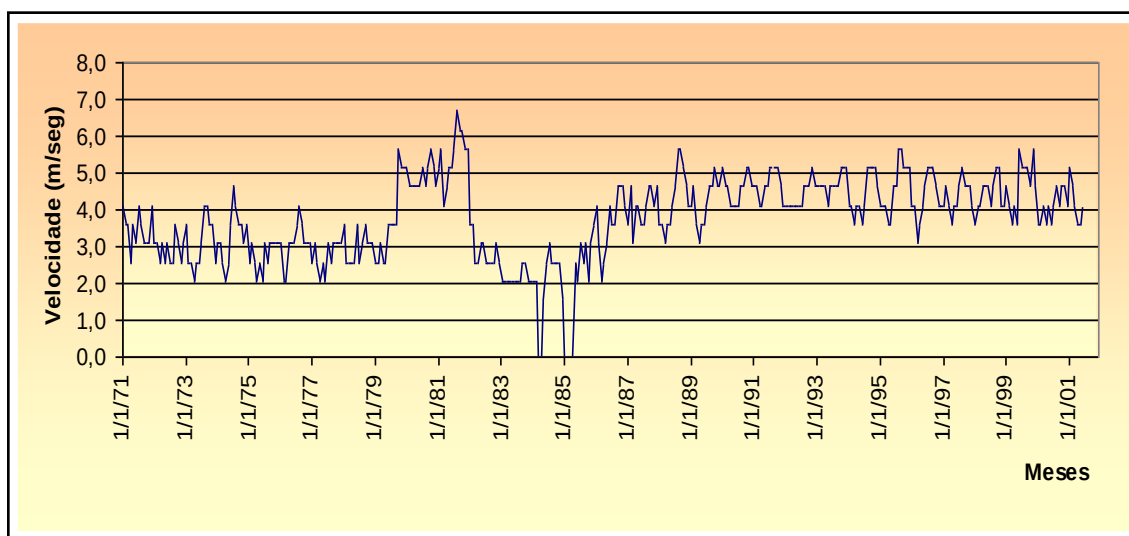


Figura 8 - Comportamento das médias mensais dos ventos atuantes na costa oriental do Rio Grande do Norte, durante o período de 1971 a 2000: velocidade.

Fonte dos dados: Estação Meteorológica do CATRE/DPV).

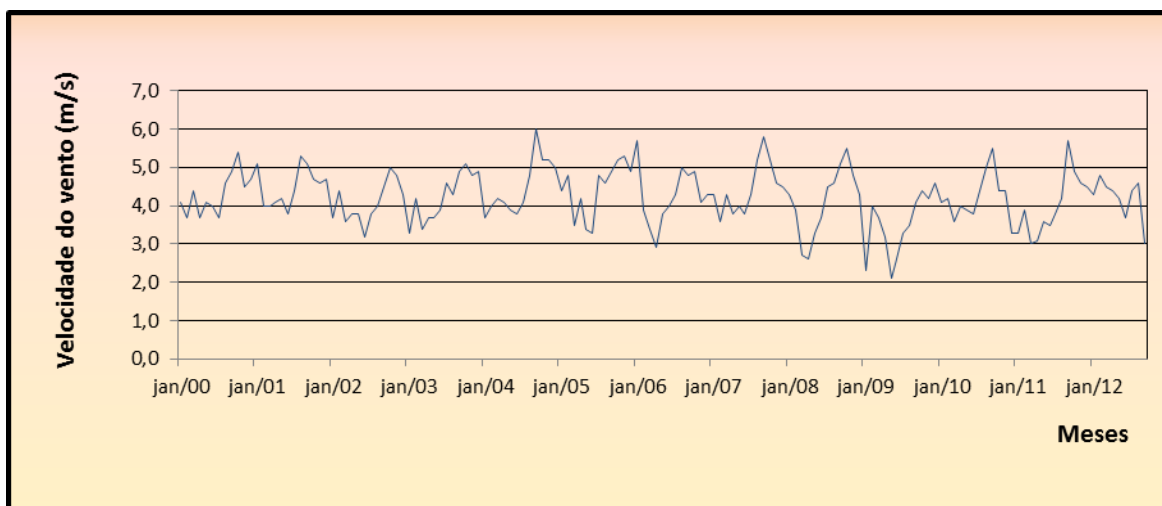


Figura 9 - Comportamento das médias mensais dos ventos atuantes na costa oriental do Rio Grande do Norte no período de 2000 a 2012. Fonte: Estação Meteorológica da UFRN.

✓ A temperatura do ar

Para definição da temperatura do ar no litoral oriental potiguar, foram usados os dados referentes ao período compreendido entre os anos de 1971 a 2000. Foram determinadas médias mensais variando entre 24,7 e 27,4 °C e uma média anual de 26,3 °C, com as médias mensais mais baixas encontradas foram durante os meses de junho a setembro (24,7 a 25,7 °C) e as mais altas durante os meses de dezembro a março (27,2 a 27,3 °C). Dados referentes ao período de 2000 a 2012, coletados junto à estação da UFRN, mostram variações mensais semelhantes àsquelas encontradas na série de dados dos anos anteriores, com um perceptível aumento nas médias mensais e anuais. (CATRE/DPOV e UFRN).

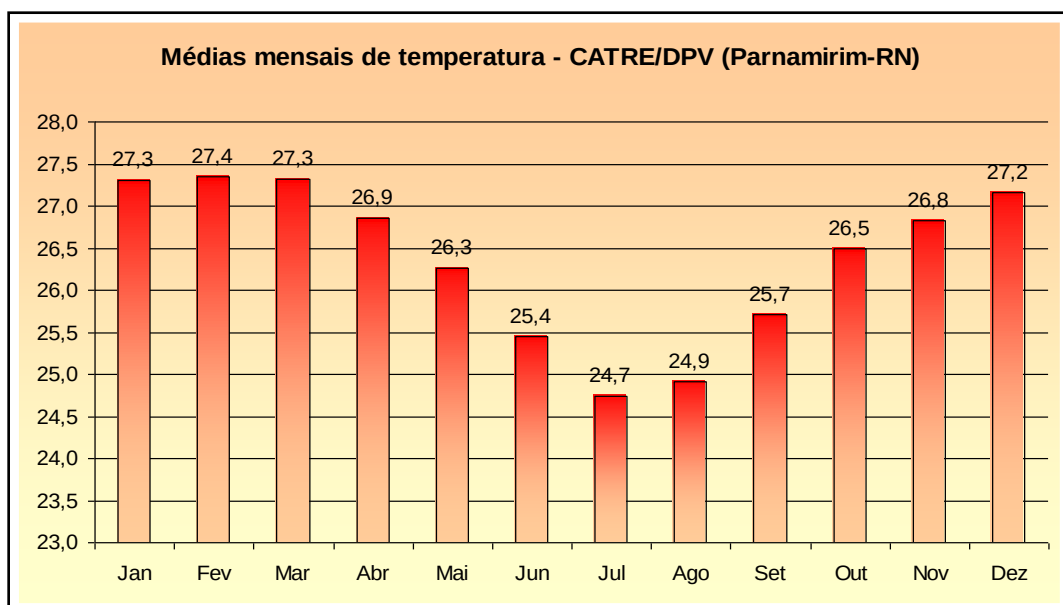


Figura 10 - Comportamento das médias mensais de temperatura, com base na série de dados de 1971 a 2000. Fonte dos dados: CATRE/DPV

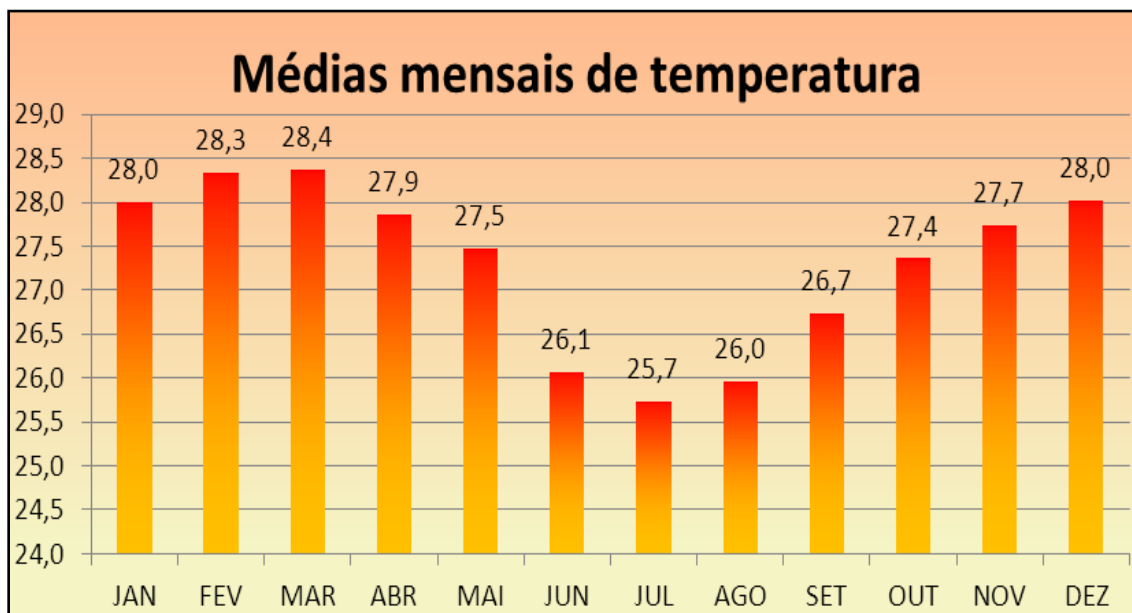


Figura 11 - Comportamento das médias mensais da temperatura, com base na série de dados de 2000 a 2012. Fonte de dados: UFRN

✓ A precipitação pluviométrica, a umidade relativa e a insolação.

Em função da proximidade geográfica entre as estações meteorológicas e as dificuldades em se dispor, em uma única estação meteorológica, de séries significativas de dados referentes à precipitação pluviométrica, umidade e insolação, cada um desses parâmetros climáticos foi obtido daquela estação que disponibilizou a maior e mais representativa série de dados.

O modelo de incidência de chuva, ao longo do Estado do Rio Grande do Norte, revela um acréscimo significativo dos índices de precipitação no sentido do interior para o litoral, com índices médios que, normalmente, variam, aproximadamente, de 500 a 750 mm, no interior, para 1000 a 2000 mm, na região litorânea oriental do Estado.

Os dados fornecidos pela Estação Meteorológica do CATRE/DPV, para o período de 1971 a 2000, mostraram uma precipitação média para o período de 1.466, mm, destacando-se a precipitação máxima de 2.658 mm, verificada no ano de 2000 e a mínima de 783 mm, ocorrida no ano de 1981. Registros pluviométricos do período de 1911 a 1985, efetuados pelo posto de observação de São José de Mipibú, confirmam a irregularidade da precipitação na região, ora identificando-se uma sequência de anos com precipitações acima da média, ora com concentrações de anos mais secos, com precipitações bem abaixo da média regional, destacando sobremaneira o ano de 1974, quando foi registrado o índice recorde de 3.890 mm. Dados mais recentes, obtidos da Estação Meteorológica da UFRN/DOL, no período de 2000 a 2012, confirmam os dados fornecidos por outras estações meteorológicas, com registros de grandes precipitações pluviométricas nos anos de 2000, 2001, 2003, 2005, 2007 e 2008, com destaque para o ano de 2005 com precipitação anual superior aos 2.500mm.

Na região litorânea oriental norte-rio-grandense, a estação chuvosa se concentra principalmente no período que vai de fevereiro a julho, quando os totais mensais, em média, variam entre 120 e 230 mm, tendo os meses de agosto a janeiro como os mais secos, com médias da precipitação total mensal comumente abaixo de 80 mm (Figura 5.9). Essas chuvas estão quase sempre relacionadas à posição da ZCIT.

Os registros revelam uma umidade relativa média variando entre 77% (CATRE/DPV) e 79,6% (UFRN), com suaves oscilações nos valores associadas diretamente às variações de precipitação ocorridas. A existência de grande quantidade de radiação solar incidente associada à nebulosidade define a insolação média mensal da região. Veja os gráficos a seguir:

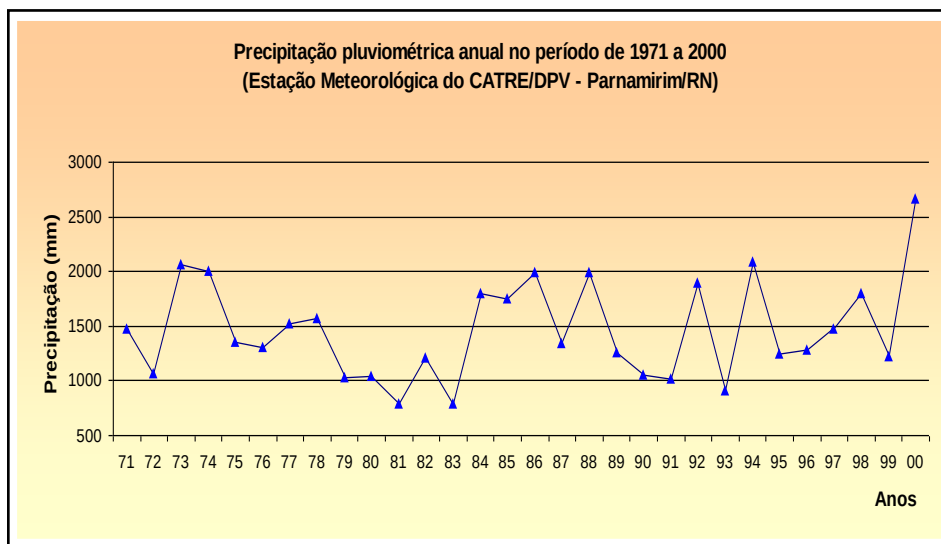


Figura 12 - Distribuição da precipitação pluviométrica anual no período de 1971 a 2000, segundo dados da Estação Meteorológica do CATRE/DPV – Parnamirim-RN.

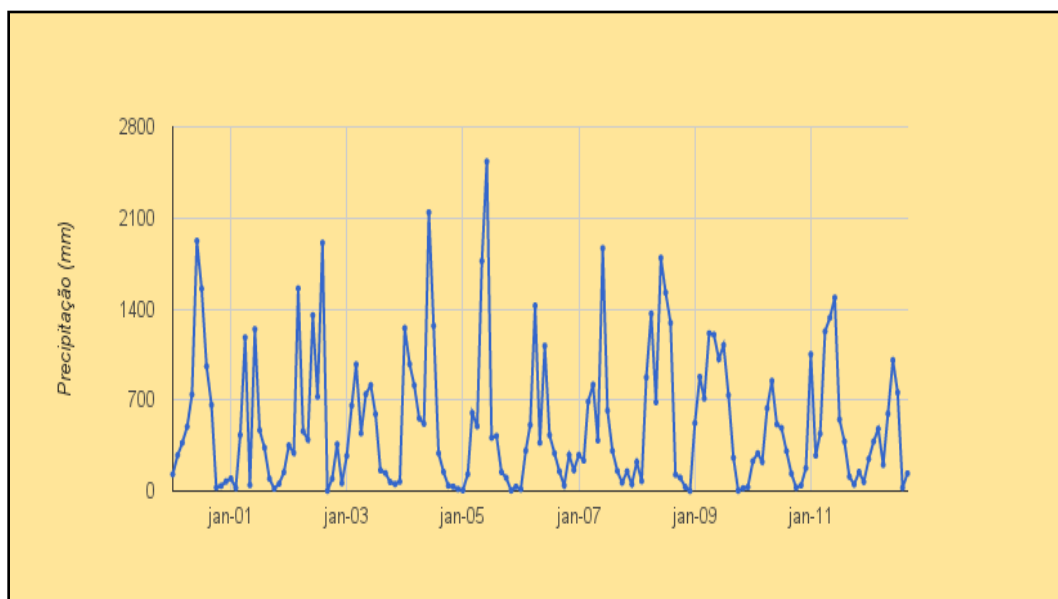


Figura 13 - Distribuição da precipitação anual no período de 2000 a 2012, segundo dados da Estação Meteorológica da UFRN/DOL-Natal, RN.

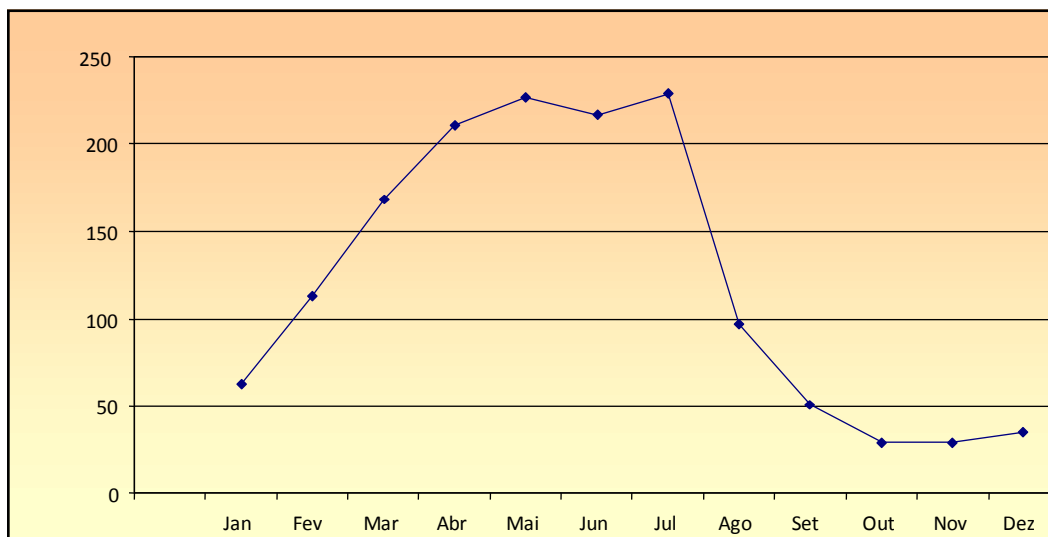


Figura 14 - Distribuição das médias mensais da precipitação pluviométrica para o período 1971 - 2000, no litoral oriental do Rio Grande do Norte. (Fonte dos dados: CATRE/DPV).

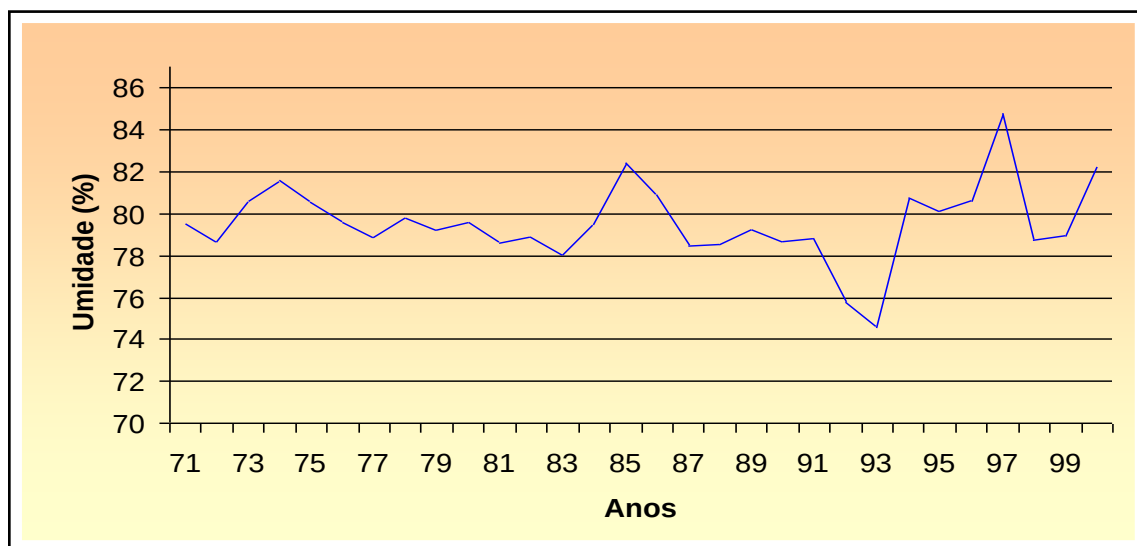


Figura 15 - Comportamento da umidade relativa média mensal do ar para o período 1971 - 2000, no litoral oriental do Rio Grande do Norte. (Fonte dos dados: CATRE/DPV).

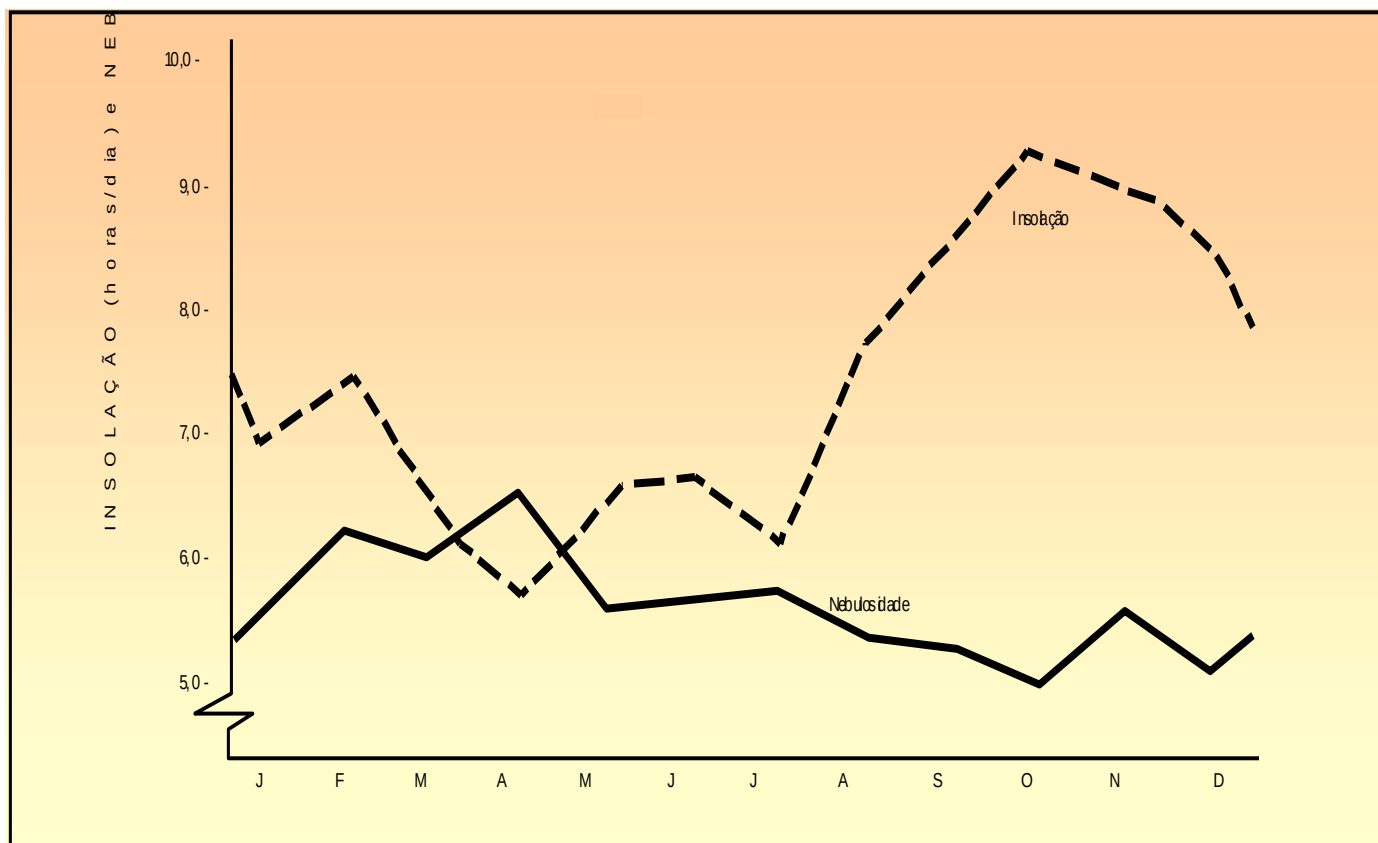


Figura 16- Gráfico mostrando a comparação da insolação média mensal com a nebulosidade média diária mensal, no litoral oriental do Rio Grande do Norte. Elaborado a partir de dados da Estação Meteorológica da UFRN, para o período 1984 - 1995.
(Fonte: GEOCONSULT/ TECNOAMBIENTE, 2000)

✓ Ondas e marés

As frentes frias geradas na costa Sul do Brasil sofrem uma redução na frequência e energia ao migrarem para o norte, geralmente não atingindo ou chegando muito atenuadas à região Nordeste. As ondas geradas no hemisfério norte, por sua vez, atingem fracamente a costa oriental norte-rio-grandense. Dominam nas proximidades da área de interesse as ondas geradas pelo cinturão de ventos alísios, com rara incidência de tormentas de grande magnitude. Essa região é carente de medições de ondas de longa duração.

Registros da Estação Ondográfica Leste-Reis Magos, obtidos durante os anos de 1977 a 1979, mostraram que as ondas estão concentradas em apenas três direções (SE, E, e NE), sobressaindo as ondas de SE como aquelas mais frequentes e de maior energia (Tabela 5.1). Utilizando-se a esbeltez para definir o tipo de onda, definida pela relação H_o/L_o e usando os limites $H_o/L_o > 0,015$ para sea e $H_o/L_o < 0,011$ para swell, observa-se que as ondas do tipo sea, formadas por influência dos campos de ventos locais, são amplamente dominantes (69,11% do total), seguidas pelas ondas do tipo swell (11,67% do total) formadas em regiões mais afastadas da costa e de ondas não classificadas através da metodologia aplicada (19,22% do total), HIDROCONSULT (1979) (Tabela 5.1). São também observadas alternâncias nas condições energéticas ao longo do ano, com um período de menor energia de dezembro a maio, com alturas entre 0,4 e 2,8 m, e um outro, de maior energia, entre junho e novembro, com alturas que chegam a atingir os 4,0 m (Tabela 5.2). São também observadas alternâncias nas condições energéticas ao longo do ano, com um período de menor energia de dezembro a maio, com alturas entre 0,4 e 2,8 m, e um outro, de maior energia, entre junho e novembro, com alturas que chegam a atingir os 4,0 m.

Registros de marés para a região abrangida no presente estudo são raros, limitando-se, apenas, à região de Natal e, ainda assim, restritos à área do estuário do rio Potengi. Estudos realizados pela HIDROCONSULT (1979), através de uma rede com quatro postos maregráficos instalados nesse estuário, no período de 1977 a 1978 (referido ao zero hidrográfico do antigo Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis - DNPVN), mostraram que o nível máximo variou de 2,85 a 2,95 m; com nível médio de 1,4 m e com um nível mínimo entre -0,05 e -0,25 m, identificando a maré local como do tipo mesomaré de regime semidiurno, com periodicidade em torno de 12h42min.

Tabela 2 - Tipos de onda com base na esbeltez

Direção da crista de onda (°Az)	Esbeltez (H_o/L_o)	Frequência (%)	Classificação
>25	0,05	0,35	SEA
25 a 35	0,04	8,92	SEA
35 a 50	0,0286	16,83	SEA
50 a 75	0,02	43,01	SEA
75 a 100	0,0133	19,22	INDEFINIDA
100 a 150	0,01	9,2	SWELL
150 a 200	0,0067	1,84	SWELL
<200	0,005	0,63	SWELL

(Fonte dos dados: Estação Ondográfica Leste-Reis Magos – período de 1977 a 1979 – HIDROCONSULT, 1979)

Tabela 3- Limites de variação das alturas máximas das ondas (m)

Direção	Mar - Mai	Jun - Ago	Set - Nov	Dez - Fev
NE	0,6 – 1,6	2,4 – 2,6	–	–
E	0,4 – 2,8	0,6 – 3,6	0,8 – 4,2	0,8 – 2,8
ESE	0,8 – 2,8	0,8 – 3,2	1,2 – 4,0	0,8 – 2,8

(Fonte dos dados: Estação Ondográfica Leste-Reis Magos – período de 1977 a 1979 – HIDROCONSULT, 1979)

✓ Geologia

Geologia Regional

A geologia regional é constituída essencialmente por um embasamento pré-cambriano, representado por terrenos cristalinos antigos denominados de Complexo Gnáissico-Migmatítico, também referido como Complexos Caicó, São Vicente e Presidente Juscelino, nos quais ocorrem diversos tipos de rochas granitóides intrusivas, além de faixas de rochas metassedimentares dobradas. Sobre esse embasamento, têm-se coberturas sedimentares cretácicas, não dobradas, representadas pelas rochas da Bacia, a Formação Barreiras, além de sedimentos inconsolidados de idade tércio-quadernária.

Em estudos mais recentes subdividem a Bacia Potiguar em três grandes grupos: Grupo Areia Branca, de conteúdo predominantemente clástico, ambiente flúvio-deltáico, progradante a lacustre e com intercalações turbidíticas na sua base, e sistemas flúvio-deltáicos, lagunares e neríticos no seu topo, constituída pelas Formações Pendência, Pescada e Alagamar; Grupo Apodi, com clásticos basais depositados em sistemas de leques aluviais e fluviais, na base, e aumento do conteúdo carbonático em direção ao topo, definindo sistemas deposicionais de planícies de marés, representado pelas Formações Açú, Jandaíra, Ponta do Mel e Quebradas; e o Grupo Agulha, com clásticos carbonáticos, sistemas deposicionais incluindo talude, plataforma carbonática e leques costeiros, composto pelas formações Ubarana, Guamaré e Tibau. (Fonte: Araripe & Feijó, 1994)

- A Bacia Potiguar se apresenta como uma extensa faixa de direção aproximadamente E-W, com uma extensão em torno de 250 km na direção E-W e uma largura máxima aflorante de 100 km, na direção N-S, definindo uma área emersa com cerca de 22.000 km² e submersa com cerca de 25.000 km² (Fortes, 1987).
- A Bacia Pernambuco-Paraíba, por sua vez, é uma bacia costeira que se estende entre as bacias Sergipe-Alagoas e Potiguar, mais precisamente entre o limite interestadual Pernambuco-Alagoas e a cidade de Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte (Mabesoone *et al.*, 1991), sendo também denominada de Bacia do Saliente Oriental Nordestino (Cordani *et al.*, 1984). Essa bacia é constituída essencialmente por uma sequência clástica inferior, onde dominam arenitos correlacionáveis àqueles da Formação Açú (Bacia Potiguar) e uma sequência carbonática superior, com litotipos correlacionáveis aos calcários da Formação Jandaíra (Bacia Potiguar).
- A Formação Barreiras se encontra representada por largas exposições bordejando toda a região costeira do Estado do Rio Grande do Norte, sendo composta por arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, avermelhados, com intercalações silticas, argilosas e caulínicas, depositados em ambiente aluvial. Os sedimentos quadernários mais jovens são representados por paleodunas, dunas recentes,

aluviões recentes e depósitos de planícies de marés, estuarinos, lagunares e lacustrinos.

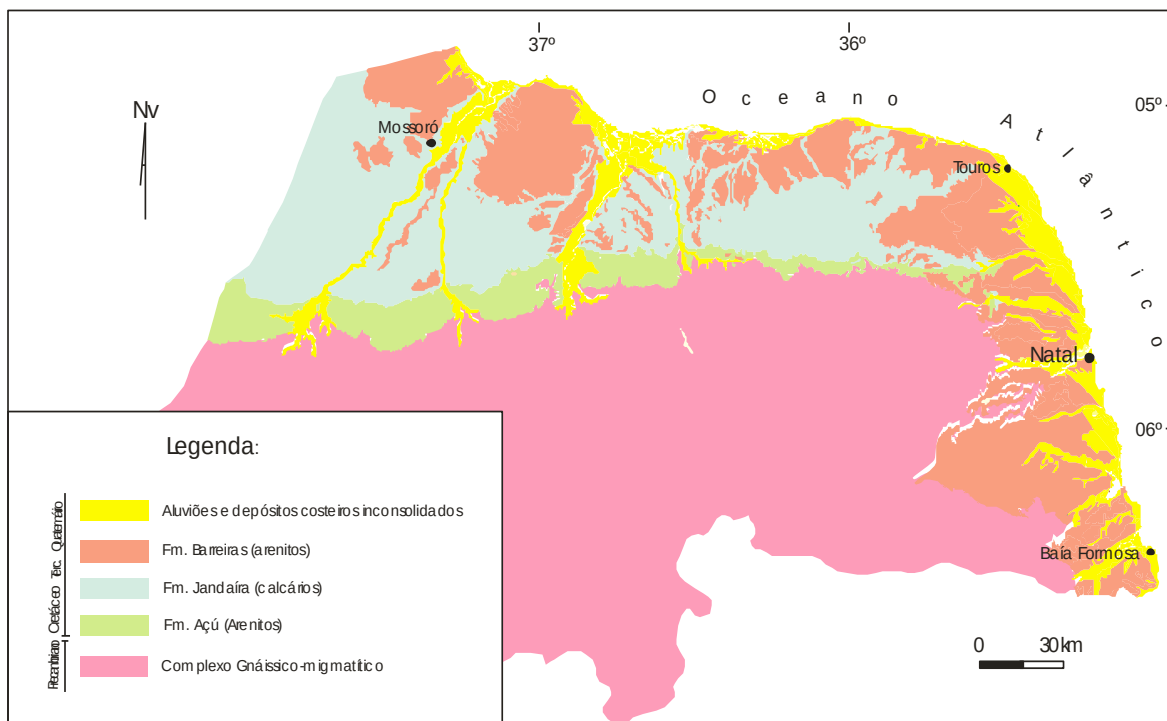


Figura 17 - Mapa geológico simplificado do Estado do Rio Grande do Norte.
(Modificado de DNPM/UFRN/PETROBRÁS/SINTEC-RN, 1998)

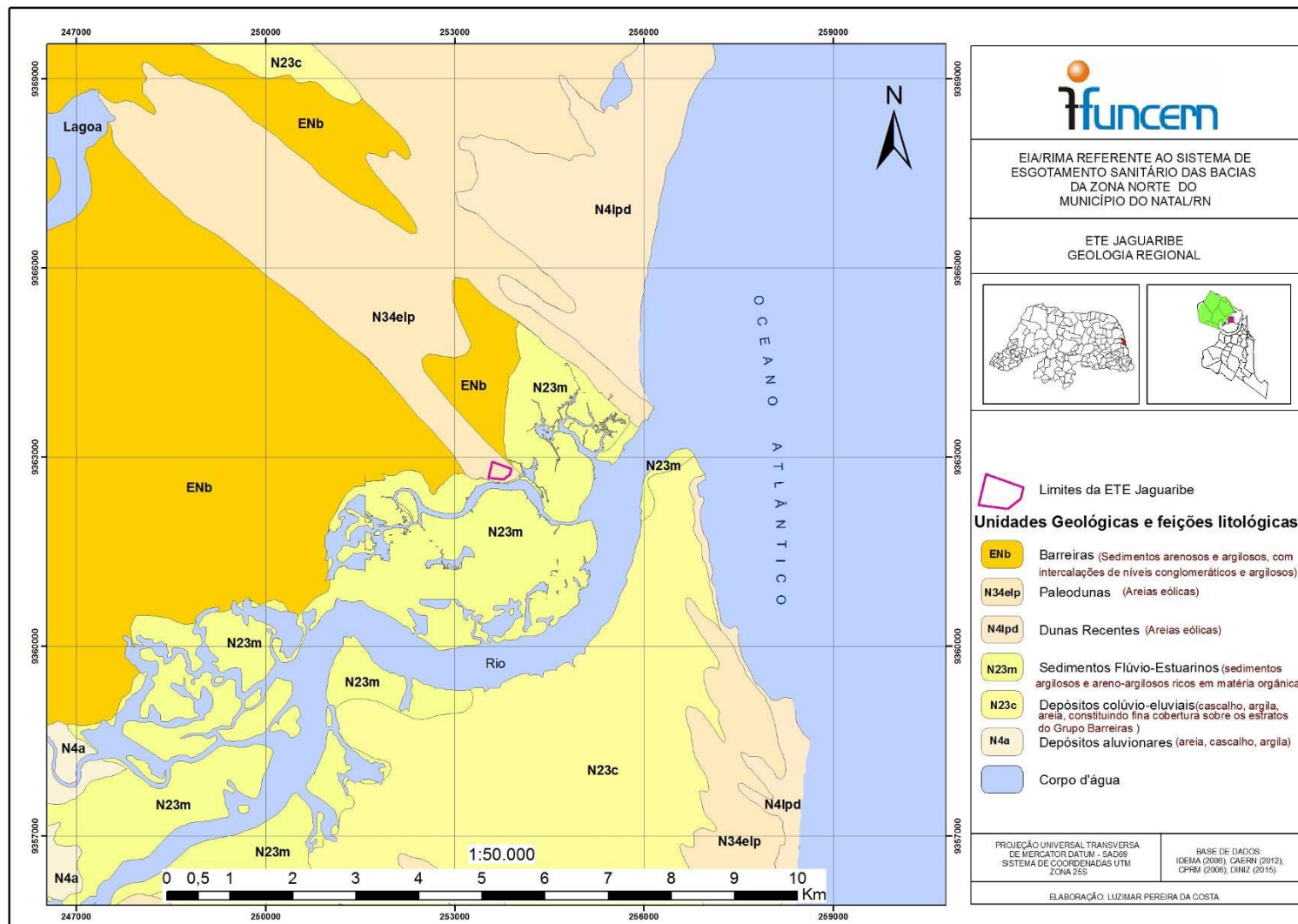


Figura 18- Mapa geológico regional da área de instalação da ETE Jaguaribe e Proximidades
(Mod. De ANGELIM, 2007)

Geologia Local

Na área, dominam os depósitos aluvionares, de mangue e eólicos litorâneos de paleodunas.

A classificação como Formação Barreiras é atribuída a Kegel (1957), ao estudar os sedimentos costeiros do litoral potiguar. Devido às dificuldades na distinção e mapeamento das unidades litoestratigráficas encontradas no litoral oriental do Rio Grande do Norte, os sedimentos acima descritos foram agrupados em uma única unidade.

Litologicamente, a Formação Barreiras é constituída principalmente por areias quartzosas a subarcosianas, de coloração variegada (creme, vermelho, laranja, roxo, etc.), medianamente selecionados, com aspecto maciço, ocasionalmente com níveis argilosos e sílticos intercalados, sobre os quais se desenvolvem, por vezes, espodossolos com espessuras que atingem até 2 m, os quais são frequentemente conhecidos como “coberturas de areias brancas” (Alheiros & Lima Filho, 1991).

Por vezes, ocorre cimentação por óxidos de ferro, tornando os arenitos da Formação Barreiras extremamente endurecidos, com essa laterização associada à ação de águas meteóricas, as quais circulam por entre as fraturas e fissuras existentes e/ou no contato entre estratos com diferentes graus de permeabilidade, favorecendo a precipitação dos óxidos responsáveis pela cimentação laterítica dos sedimentos presentes.

As condições climáticas e de disponibilidade de sedimentos têm sido responsáveis pelo desenvolvimento de extensos depósitos eólicos ao longo da costa oriental do Rio Grande do Norte. Esses depósitos eólicos estão presentes em, praticamente, toda a extensão da linha de costa estudada, constituindo expressivos campos de dunas, sob a forma de corpos alongados orientados obliquamente à linha de costa.

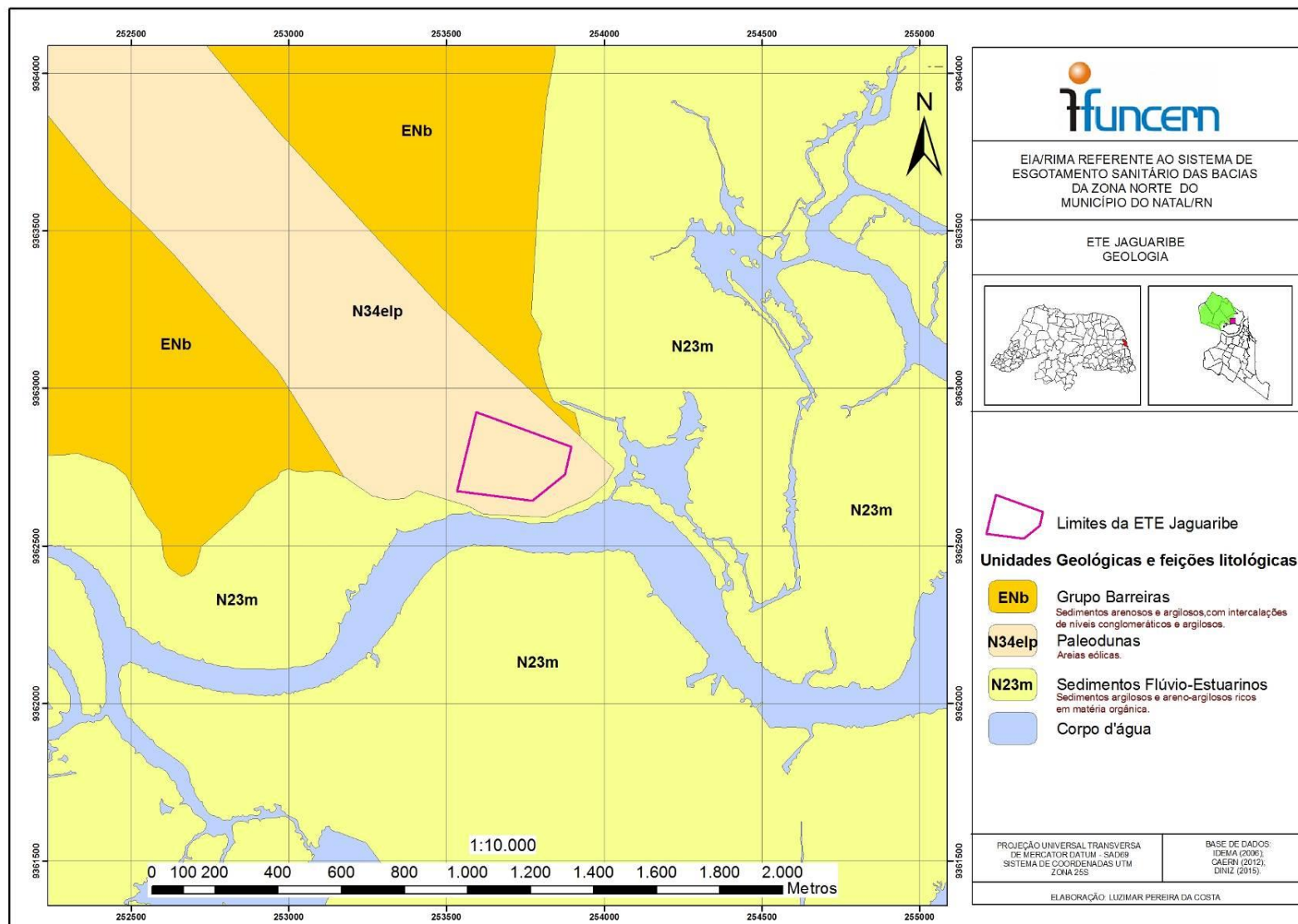


Figura 19 - Mapa Geológico de Detalhe da área destinada à instalação da ETE Jaguaribe e proximidades.



Figura 20 - Fotografia aérea oblíqua mostrando aspectos gerais dos sedimentos aluvionares, de mangue e de origem paleodunar presentes nas proximidades da área proposta para instalações da ETE Jaguaribe.

✓ Geomorfologia

A costa oriental potiguar possui três grandes unidades geomorfológicas:

- Colinas: se mostram como o resultado dos processos de alteração das rochas cristalinas, pela ação de um clima quente e úmido, resultando em um manto de intemperismo com espessura frequentemente superior aos 10 metros. Na faixa costeira oriental potiguar, esse tipo de superfície geomorfológica é observado nas regiões sublitorâneas, nas proximidades da transição entre as superfícies cristalinas e áreas sedimentares adjacentes, sendo as colinas caracteristicamente de topos largos e planos, produto de uma dissecação menos acentuada que aquela verificada nos Estados da Paraíba e Pernambuco.
- Tabuleiros Costeiros: ocupam faixas litorâneas descontínuas, geograficamente limitadas a oeste pelas áreas de colinas e a leste pelas áreas baixas. Compreendem superfícies planas a suavemente onduladas, com altitudes entre 40 e 120 m, sustentadas pelos sedimentos da Formação Barreiras. Essa superfície é cortada por uma rede de drenagem paralela a semiparalela, de direções SW-NE e NW-SE, que diseca a região em forma de mesetas. Movimentações neotectônicas ao longo das linhas de falha principais cortando o embasamento cristalino são responsáveis pelo soerguimento diferenciado de blocos, influenciando sobremaneira na formação dessa superfície geomorfológica (Mabesoone & Silva, 1991; Bezerra *et al.*, 1993; Amaral, 2000).
- Planícies baixas: constituídas pelos vales dos rios e planície costeira, incluindo as planícies marinhas e flúvio-marinhas quaternárias. Os vales dos rios são, em sua grande maioria, largos e profundos, com fundos chatos e vertentes com declividades elevadas, dissecando a região em mesetas. Os depósitos marinhos apresentam-se sob a forma de praias atuais, eventualmente, constituindo estreitos terraços, posicionados até cerca de

20 m acima do nível do mar atual (arenitos da Formação Touros). Esses depósitos marinhos também ocorrem constituindo recifes de arenitos de praia.

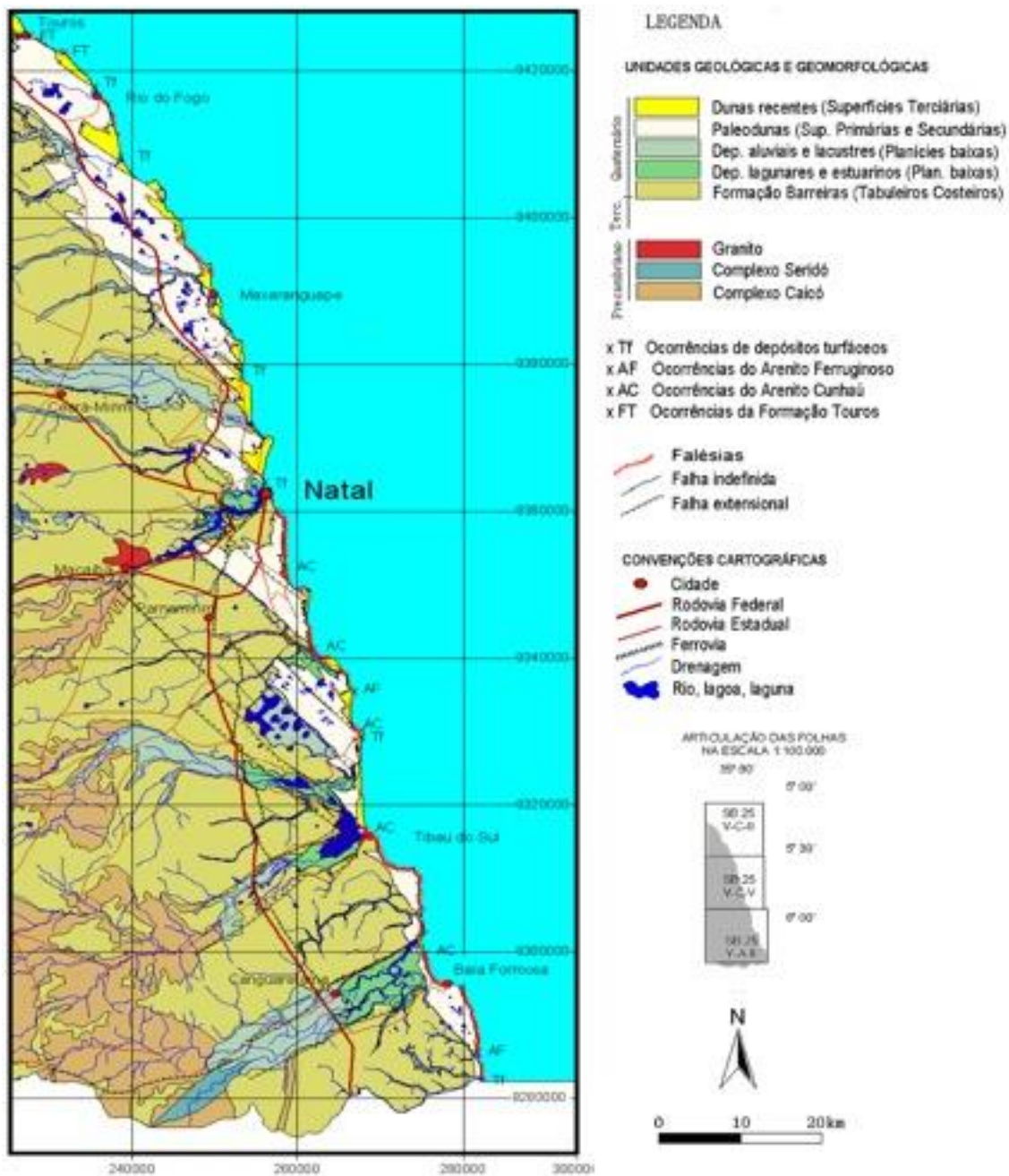


Figura 21 - Mapa geológico/geomorfológico da região litorânea oriental do Rio Grande do Norte. (Fonte: Diniz, 2002).

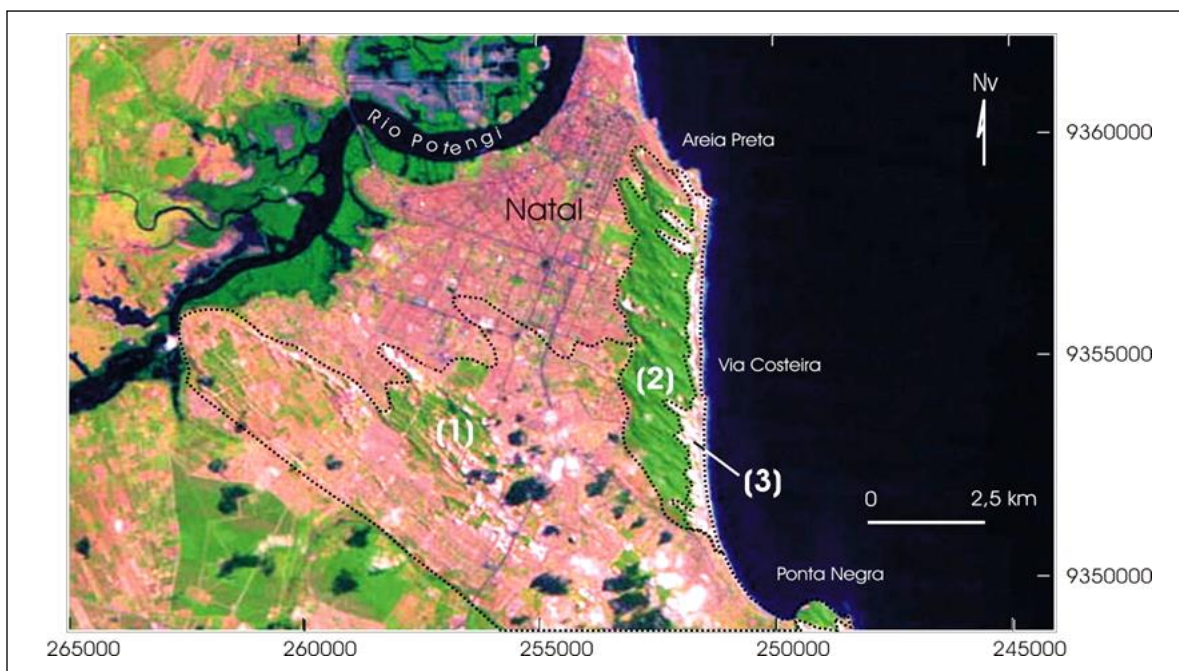


Figura 22 - Imagem de satélite da região de Natal-RN, evidenciando a presença de três superfícies geomorfológicas, decorrentes da existência de três gerações de dunas: (1) uma superfície primária, menos ondulada, com cobertura vegetal de porte e densidade média, principalmente caracterizada pela presença de dunas parabólicas, com extensos cordões que se estendem continente-a-dentro em direção ao Rio Potengi; (2) uma superfície secundária, topograficamente mais elevada e ondulada que a superfície anterior, composta por dunas desenvolvidas sobre as dunas primárias, com densa cobertura vegetal; e (3) uma superfície terciária, representada pela geração de dunas mais jovens, composta por dunas desprovidas de cobertura vegetal, móveis, dispostas em cinturões paralelos à linha de costa. (Imagem TM-Landsat, ano 1993, bandas 345). (Fonte: Diniz, 2002).

Na área proposta para as instalações da ETE Jaguaribe e proximidades, a geomorfologia predominante é da Planície Baixa.

✓ Solos

Os solos predominantes na região de Natal compreendem as Areias Quartzosas Distróficas que têm fertilidade natural muito baixa, textura arenosa, excessivamente drenada, relevo plano, profundo (IDEMA, 2008).

De acordo com o Diagnóstico para o Plano Estratégico – Natal uma metrópole em formação (RIO GRANDE DO NORTE, 2006) na Região Metropolitana de Natal, a atuação do intemperismo químico propiciou o desenvolvimento de perfis de solos mais espessos nas áreas mais úmidas (pela proximidade ao litoral) do que em outras regiões mais interiorizadas. Os solos encontrados na região são descritos por IDEMA (2008), Nunes (2009).

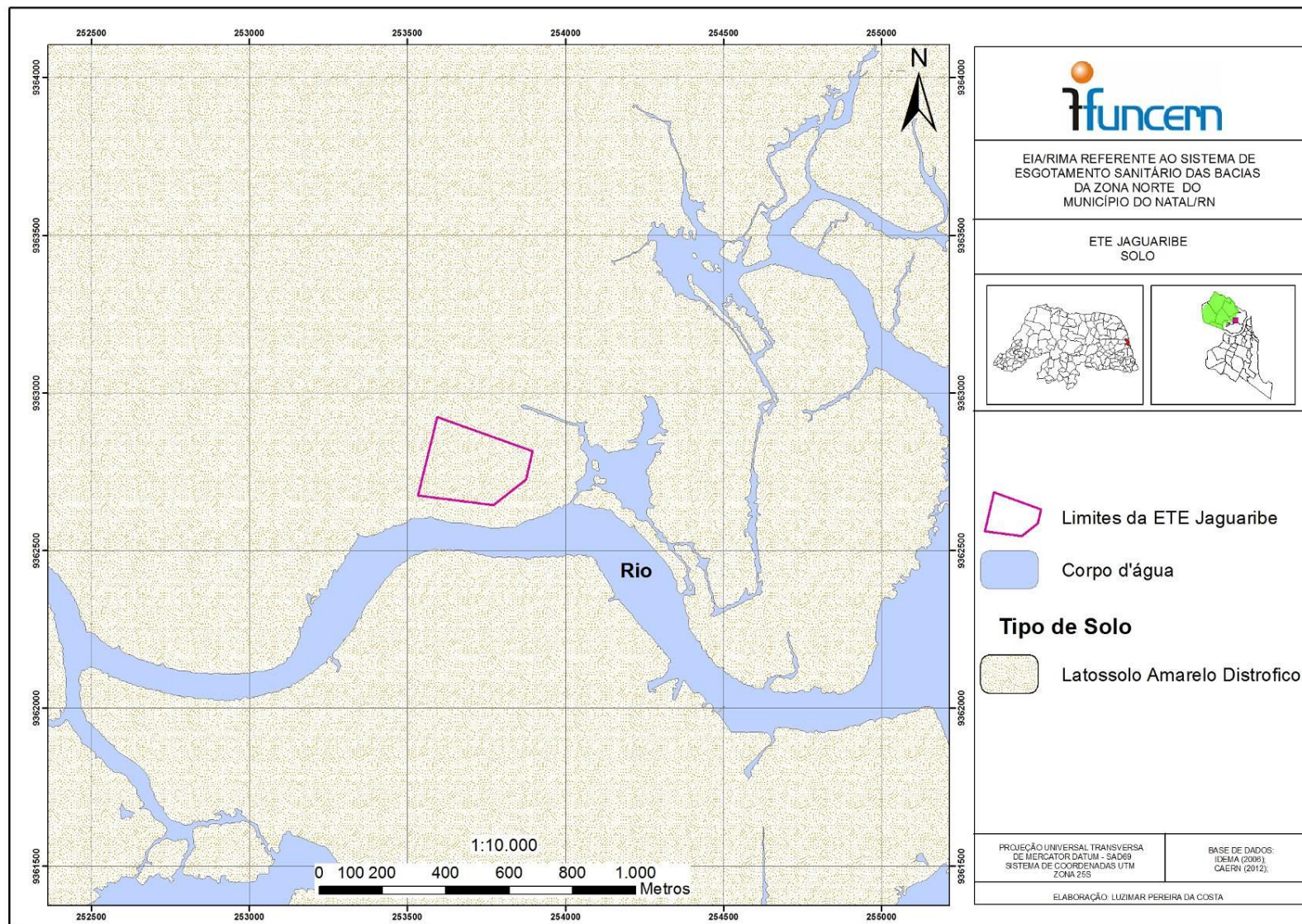
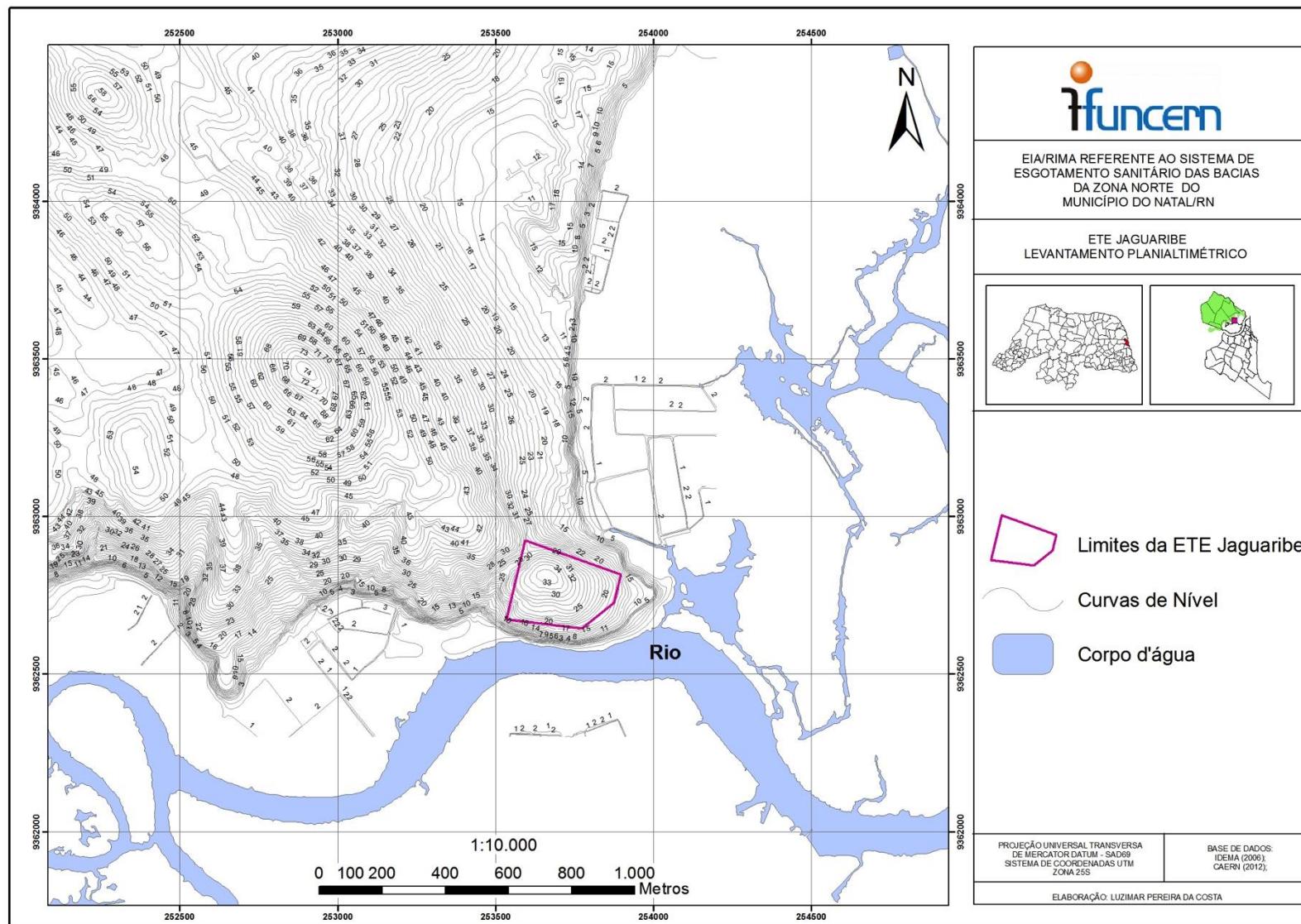


Figura 23 - Mapa de solo da ETE Jaguaribe



Figura

Mapa Planialtimétrico da ETE Jaguaribe

✓ Recursos Hídricos

■ Águas superficiais

Considerando a individualização das bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte, a bacia hidrográfica do Rio Potengi é classificada como Bacia 08, ocupando uma superfície de 4.093 km², correspondendo a aproximadamente 7,7 % do território estadual e apresenta uma orientação geral leste- oeste, obedecendo às direções estruturais do embasamento cristalino.

Quanto aos aspectos geológicos, a bacia do Rio Potengi apresenta dois compartimentos bem definidos. A porção centro-ocidental é caracterizada, integralmente, por rochas cristalinas relacionadas ao Pré-Cambriano onde os recursos hídricos subterrâneos armazenados estão restritos às fraturas e os superficiais relacionados aos trechos temporários e diversos açudes (245 açudes com destaque para o açude de Campo Grande) que acabam por garantir a regularização de alguns trechos. A porção oriental tem seu embasamento geológico constituído por sedimentos quaternários, destacando-se extensas áreas aluvionares dos rios Potengi e Jundiá, e rochas sedimentares terciário-quaternárias da Formação Barreiras.

A bacia apresenta a seguinte dominância das classes de solos, junto às respectivas áreas e percentuais de suas distribuições na superfície da bacia, conforme Tabela a seguir:

Tabela 4 - Dominância das classes de solos na bacia do rio Potengi (PERH, 1998).

Classes de Solos	Área	
	km ²	%
Solos Litólicos Eutróficos	931,4	22,9
Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	900,7	22,0
Latossolo Amarelo Distrófico	698,2	17,0
Bruno Não Cálcico	499,3	12,2
Planossolo Solódico	479,6	11,7
Solos Aluviais Eutróficos	329,1	8,0
Solos Indiscriminados de Mangue	61,5	1,5
Areias Quartzosas Marinhas Distróficas	9,1	0,2
Lagoas/Açudes	184,1	4,5
Total	4.093,0	100,0

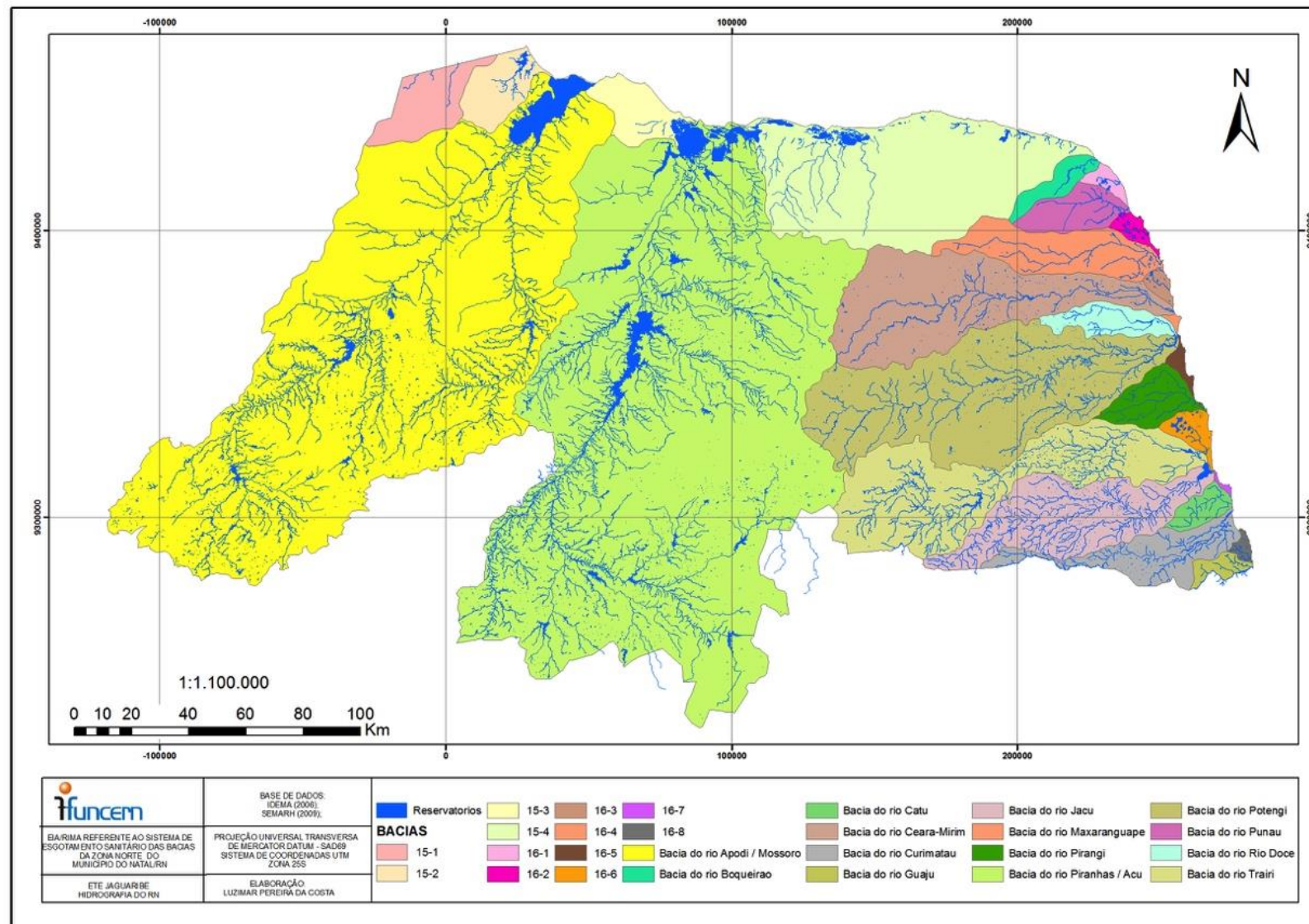


Figura 25- Sistemas hidrográficos do Rio Grande do Norte.
Fonte: SEMARH, 2012.

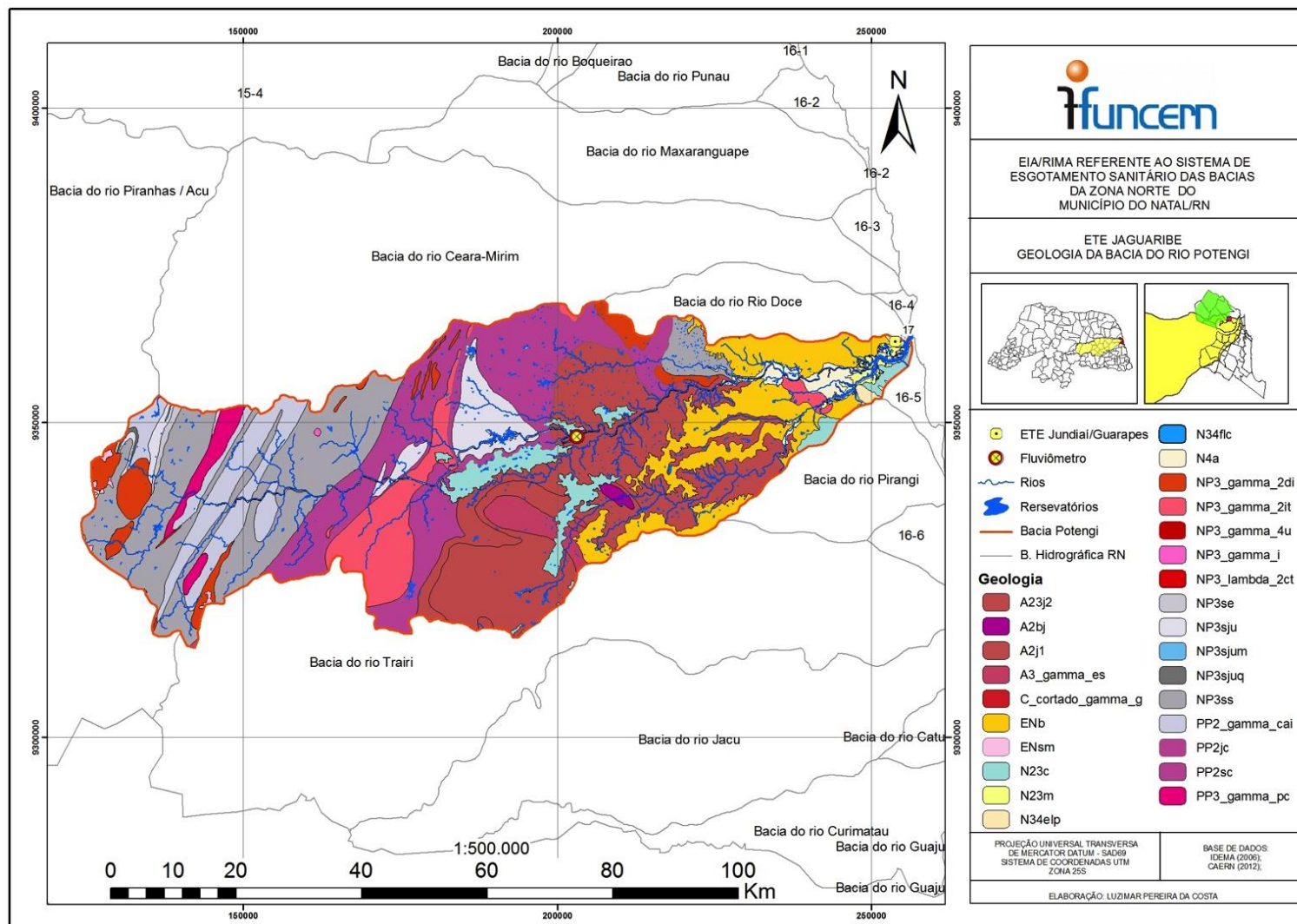


Figura 26 – Mapa geológico da bacia do rio Potengi (Adaptado do PERH, 1998)

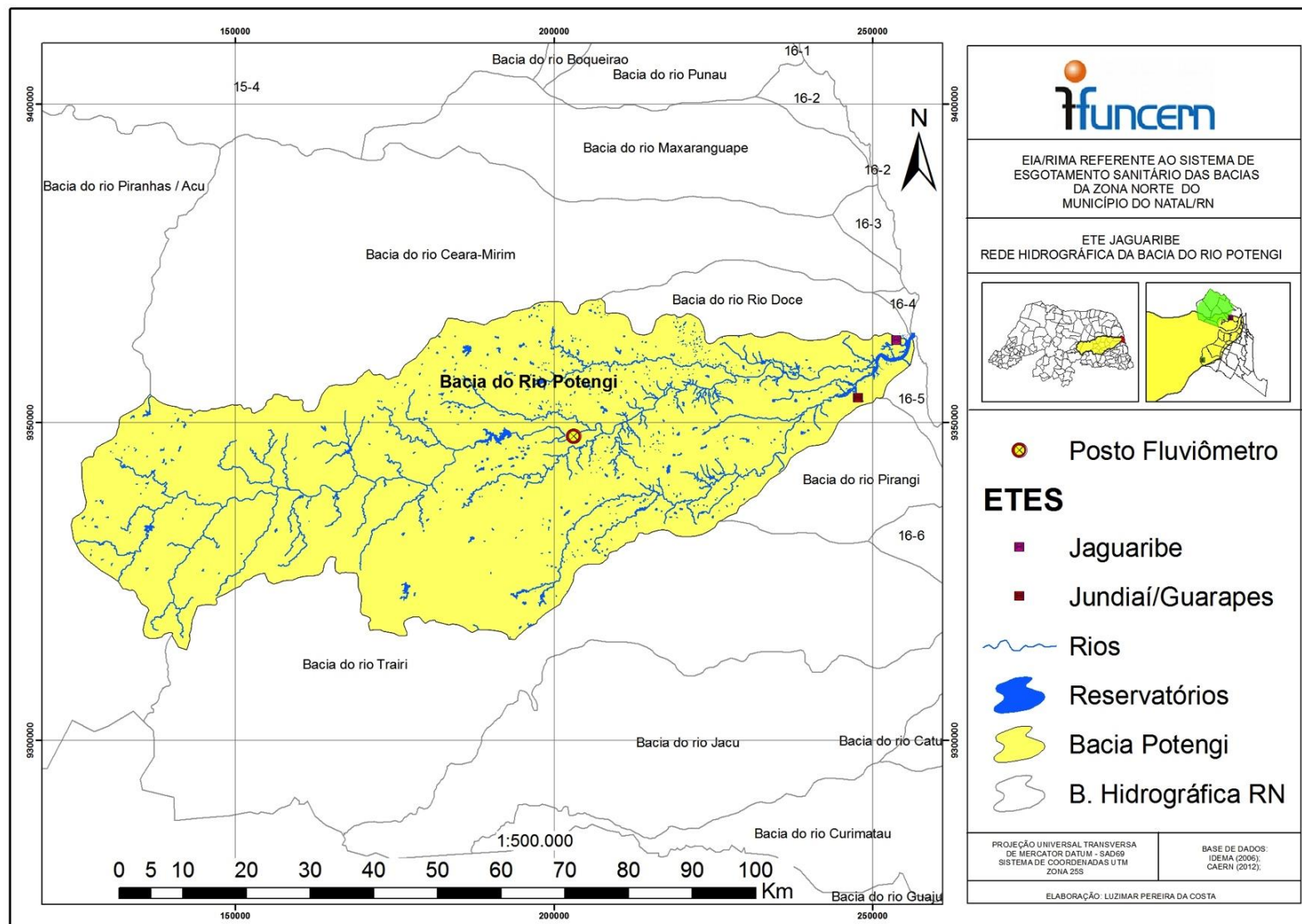


Figura 27

– Rede hidrográfica da bacia do rio Potengi e localização das proposições das ETE Jundiá-Guarapes e Jaguaribe no seu baixo curso. No médio curso do rio principal localiza-se a estação fluvimétrica denominada de “Posto Telha” (Adaptado do PERH, 1998).

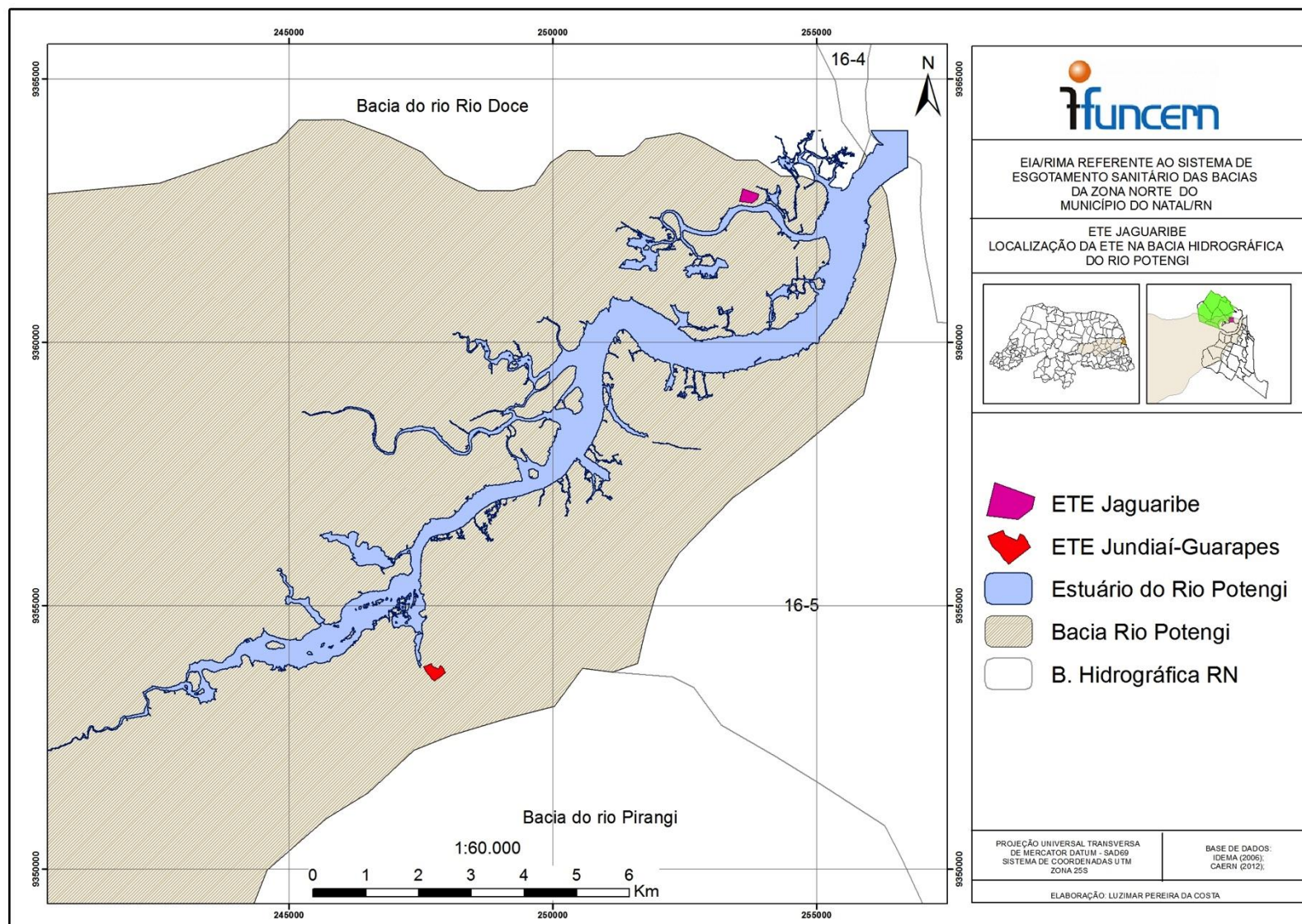


Figura 28– Localização detalhada das ETE Jaguaribe, na foz do rio Potengi e a ETE Jundiá-Guarapes.

Na bacia do rio Potengi existe, em operação, uma estação meteorológica operada pelo INEMET e cerca de 10 postos pluviométricos, que, na grande maioria, são operados pela EMPARN. A rede fluviométrica constitui-se de, apenas, um posto operado pelo DNAEE (Posto Telha, município de São Pedro – médio curso do rio Potengi), o qual serviu de base para a aplicação de um modelo chuva-deflúvio a fim de determinar a disponibilidade hídrica do trecho fluvial de montante relacionado ao respectivo posto (Figura 35). Desse modo, com base nas séries naturais de longo período (1936-1989), o quadro 3 apresenta o deflúvio médio no posto fluviométrico da bacia do rio Potengi (Posto Telha).

Quadro 2 – Deflúvio médio no posto fluviométrico da bacia do rio Potengi (posto Telha) (PERH, 1998)

Rio	Posto	Área de Drenagem	Vazão Média	
		(km ²)	(m ³ /s)	(l/s/km ²)
Potengi	Telha	2.403	2,61	1,09

■ Águas Subterrâneas

A qualidade das águas subterrâneas na grande Natal, apresenta as seguintes características:

- ⇒ Zona Sul - fluxo subterrâneo construído com as cargas hidráulicas no período de estiagem (março – abril de 1980) com um importante divisor hidrogeológico (curva de nível máxima de 30 m) na porção oeste de Natal de direção NE-SW com inflexão para SE nas imediações do San Vale indo na direção ao bairro de Pirangi.
- ⇒ Zona Norte - a sua porção central revelou uma zona de recarga no conjunto Alvorada, Parque dos Coqueiros e Distrito Industrial, cujos fluxos subterrâneos irradiam-se em direção aos rios doce e Potengi. (IPT,1981)
- ⇒ Frente costeira (setor oriental)- Descarga para o mar.
- ⇒ Frente Potengi (setor ocidental) escoando para o rio Potengi.
- ⇒ Frente Pitimbu (setor sul) com fluxo em direção ao rio Pitimbu, totalizando, com base na lei de Darcy, um fluxo subterrâneo da ordem de $70,0 \times 10^6$ m³/ano.

Nota-se, portanto, que as localidades das ETE's Jundiaí-Guarapes e Jaguaribe estão em zonas de descarga do sistema de água subterrânea regional da grande Natal, cujos fluxos subterrâneos são direcionados para o rio Jundiaí no setor onde se localiza a proposta da ETE Jundiaí-Guarapes (Zona Oeste do Natal). Já no caso da ETE Jaguaribe (Zona Norte do Natal), os fluxos subterrâneos se movimentam em direção à "gamboa" Jaguaribe pertencente à calha principal do rio Potengi.

Perfis Litológicos dos Poços da ETE Guarapes

Durante a execução dos poços para instalação dos piezômetros foram obtidos os perfis litológicos. Os três poços perfurados para a instalação de três piezômetros do Tipo Casagrande de Máxima na ETE Guarapes denominados Pz-01-ETE Jaguaribe/Zona Norte (Profundidade de 60,0 metros), Pz-02- ETE Jaguaribe/Zona Norte (Profundidade de 60,0 metros) e Pz-03- ETE Jaguaribe/Zona Norte (Profundidade de 60,0 metros) apresentam camadas sucessivas de pacotes de solos sedimentares típicas da Formação Barreiras.

Os poços foram perfurados com o objetivo de criar condições para captação de água subterrânea, com a finalidade de monitorar a qualidade da água e identificar a profundidade do lençol freático em diferentes épocas do ano. As águas coletadas durante a instalação dos poços foram analisadas em laboratório. Os serviços foram executados em conformidade com a ABNT (NBR-15.495) e com as especificações técnicas fornecidas pela CAERN.

Tabela 5 – Características dos Poços.

Poço	PIEZÔMETRO PZ-01-JAGUARIBE	PIEZÔMETRO PZ-02-JAGUARIBE	PIEZÔMETRO PZ-03-JAGUARIBE
Coordenadas Poço (SIRGAS 2000 ZONA: 25 M)	253.648,06 E 9.362.659,32 N	253.725,09 E 9.362.654,61 N	253.573,83 E 9.362.737,41 N
Cota da boca	26,10 m	25,45 m	33,11 m
Diâmetro da perfuração	8"	8"	8"
Diâmetro do revestimento	4"	4"	4"
Profundidade da perfuração	60,00 m	60,00 m	60,00 m
Comprimento da coluna de revestimento	44,00 m	44,00 m	44,00 m
Comprimento da coluna de filtro	16,00 m	16,00 m	14,00 m
Nível estático	24,45 m	24,00 m	31,08 m
Nível dinâmico	28,45 m	27,10 m	32,86 m
Vazão	4,00 m ³ /h	4,39 m ³ /h	3,91 m ³ /h

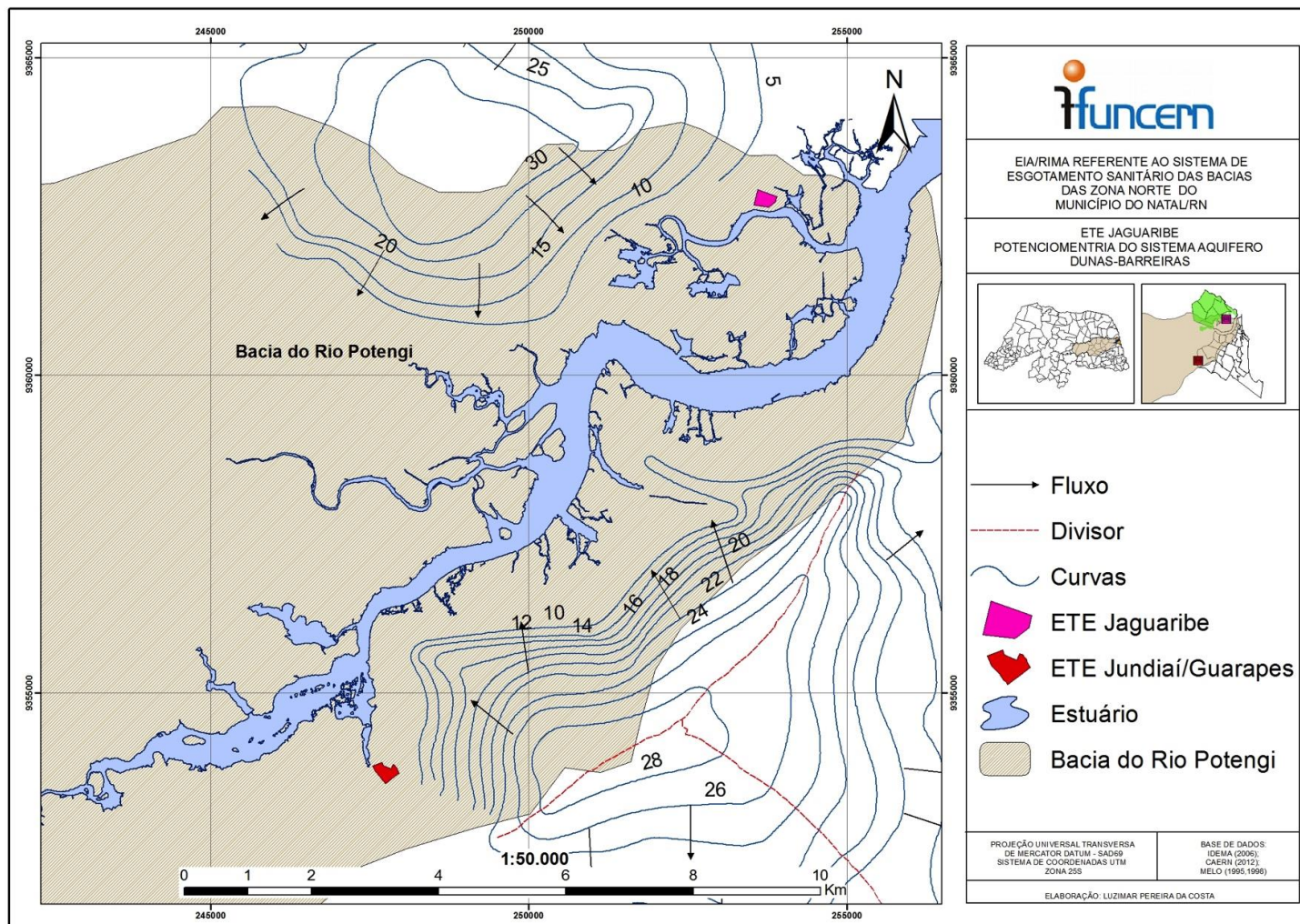


Figura 29 – Potenciometria do sistema aquífero Dunas – Barreiras e localização da ETE Jaguaribe e da ETE Jundiaí-Guarapes
(Adaptado de MELO, 1995 e 1998).

■ Qualidade da água

A análise da qualidade da água do corpo hídrico, que receberá a descarga do efluente tratado, tanto da ETE Jundiaí/Guarapes quanto da ETE Jaguaribe, tem fundamentação na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, a qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, além de complementar e alterar a Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.

A Resolução Conama nº 357, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”, em seu Art. 5º, estabelece que as águas salinas e salobras de classe 1 podem ser destinadas:

- a) para recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº274, de 2000;
- b) para proteção das comunidades aquáticas;
- c) para aquicultura e à atividade de pesca.

Então, de acordo com essas características, em se tratando de um estuário, o rio Potengi, que, atualmente, não apresenta enquadramento oficial definido, serão tomados os padrões da classe 1 das águas salinas da Resolução nº 357 de 17/03/05 para fins de comparação com as análises de qualidade das águas disponíveis.

A Resolução CONAMA 430, em seu Art. 1º dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, do Conama. Também determina em seu Parágrafo único que “o lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá observar o disposto nesta Resolução quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas, disposições do órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário”.

Destaca-se, no Art. 3º da referida resolução, que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

Quanto à qualidade das águas do rio que receberá o efluente tratado proveniente da ETE, foram realizadas várias amostragens divididas em duas campanhas de coletas em pontos predeterminados, conforme demonstra o quadro a seguir.

Quadro 3- Localização dos pontos de amostragem

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA			
Pontos	Localização	Coordenadas (UTM)	
		X (m)	Y (m)
P01	Em frente ao Hospital, em Macaíba – Rio Jundiáí	240876,892	9352388,618
P02	Jusante do ponto de lançamento do CIA - Rio Jundiáí	241471,544	9352605,575
P03	Montante da Imunizadora Riograndense - Rio Jundiáí	246553,539	9354577,388
P04	Ponte na BR 226 - Rio Jundiáí	247526,546	9354481,476
P05	Montante do Curtume J. Motta	250389,482	9357763,732
P06	Rio Golandim - Proximidade da sua desembocadura	250677,827	9359861,855
P07	50 m à montante da Ponte de Igapó – Rio Potengi	251190,287	9360162,573
P08	Jusante da Lagoa Aerada da CAERN em Quintas– Rio Potengi	253245,469	9359457,563
P09	Em frente ao dique da Base Naval	253808,776	9359628,149
P10	No ponto de lançamento do efluente final da ETE Jaguaribe (Gamboa Jaguaribe)	253999,192	9362622,712
P11	Em frente ao Iate Clube– Rio Potengi	255928,075	9362347,744
P12	Vão central da Ponte Nilton Navarro – Rio Potengi	256170,103	9363280,203
P13	Ponto de lançamento do Canal do Baldo – Rio Potengi	254653,576	9360007,113

O Abastecimento doméstico da cidade de Natal se faz em parte através de duas estações de tratamento de água: uma localizada na zona Sul da cidade, a ETA de Jiqui; a outra, a ETA de Extremoz, localizada na zona Norte de Natal. Por outro lado, segundo a própria concessionária, a Caern, o abastecimento de água à população das Zonas Sul, Leste e Oeste de Natal é realizado através da exploração de poços tubulares, aproximadamente 70% e pelo manancial da lagoa do Jiqui, aproximadamente 30% pertencente à Bacia Hidrográfica Pirangi.

Além disso, o abastecimento de água à população da Zona Norte da cidade é oriundo 38% por meio de poços tubulares e cerca de 62% pelo manancial da lagoa de Extremoz, pertencente à Bacia Hidrográfica Doce.

Ressalta-se que existem 8 (oito) sistemas de abastecimentos de água abrangendo toda a cidade do Natal, formados pelos mananciais de captação e por poços que captam água do sistema aquífero Dunas-Barreiras, com profundidades que variam em média de 80 a 100 m, os quais abastecem em grupos ou aliados ao manancial de captação. São eles: Jiqui, Ponta Negra, Satélite, Planalto, Felipe Camarão, Guarapes, Pajuçara e Extremoz.

❖ Meio Biológico

A cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte, abriga ecossistemas características de ambientes litorâneos do Nordeste do Brasil. A cidade é circundada por depósitos eólicos Quaternários, conhecidos como dunas, dos tipos móveis ou semifixas (que se mostram desnudas de cobertura vegetal) e dunas fixas, (imobilizadas sob a cobertura vegetal).

Natal se desenvolveu e teve sua expansão urbana quase que sobreposto às dunas. A cidade desenvolveu-se às margens do Rio Potengi, principal rio do Estado do Rio Grande do Norte, região esta que abriga fragmentos expressivos do ecossistema de manguezal composta ainda, por um complexo heterogêneo, com espécies de floresta atlântica, restinga, cerrado e manguezal.

O histórico de urbanização da cidade de Natal revela a importância que o Rio Potengi tem na colonização da cidade. Em 1869, houve a construção do cais Tavares de Lira, localizado às margens do Rio Potengi, tornou-se importante ponto de escoamento do algodão que vinha do interior da província (QUEIROZ, 2010). O cais, localizado no bairro da Ribeira, foi o primeiro núcleo urbano da cidade juntamente com o bairro da Cidade Alta.

O presente estudo traz o levantamento dos componentes bióticos da área de influência da atividade do Sistema de Esgotamento Sanitário das Bacias da Zona Norte do Município de Natal/RN, tendo, como diretriz, o Termo de Referência para elaboração do EIA/RIMA.

✓ Ecossistemas presentes na área

Na área de influência do Projeto, predominam 03 (três) formações florestais.

A primeira abrange aproximadamente 70% da área é constituída por uma sucessão vegetal em estágio inicial de regeneração com espécies típicas dos Tabuleiros Litorâneos, e que apresentou o potencial volumétrico em torno de 39,37st/ha (metros ésteres por hectare).

A segunda área formada por um pequeno sítio (área antropizada) de espécies frutíferas associada a uma pastagem natural degradada representa aproximadamente 30%, nesta área, a vegetação não apresenta potencial volumétrico significativo, exceção para algumas árvores de cajueiro distribuídas pela área.

A terceira, formada por vegetação de mangue, encontra-se bordejando a vegetação de tabuleiro, porém se encontra fora da área de influência direta do empreendimento. No caso específico da ETE Jaguaribe a vegetação de mangue encontra-se bordejando a vegetação de tabuleiro, devido à proximidade deste ecossistema, menos de 50 (cinquenta) metros do limite da área onde será instalado a Estação de Tratamento de Esgoto, ou seja, está circunscrito na área de influência direta do empreendimento.

✓ Fauna do Ecossistema Terrestre

Limitado por diversos fatores, a distribuição das espécies animais podem ser limitadas por vários fatores como a incapacidade de dispersão para novas áreas; limitações de comportamento em relação à seleção de habitat; limitações impostas por fatores físicos e bióticos, onde estes não operam de forma isolada e a distribuição animal pode estar determinada por uma combinação de fatores.

O clima quente e úmido da região condiciona um ambiente com vegetação variada, com representantes da mata atlântica, mata de tabuleiro costeiro litorâneo, vegetação rasteira e vegetação exótica. A área de influência da ETE Jaguaribe encontra-se bastante antropizada, resultado da pressão natural advindo do crescimento urbanístico da cidade de Natal. Assim,

populações de espécies de animais mais exigentes quanto à qualidade ambiental tendem a diminuir ou mesmo a se extinguir, enquanto espécies mais generalistas sobressaem, aumentando a população.

Para o diagnóstico da fauna presente na área de influência da ETE Jaguaribe, foram realizados levantamentos de campo para a coleta de dados, através da observação direta *in loco* bem como a consulta à estudos e trabalhos anteriores, além das pesquisas junto à população local, sendo tais estudos aprofundados através de uma revisão bibliográfica para a consolidação dos dados obtidos.

Quatro grupos foram escolhidos para o desenvolvimento desse estudo, sendo eles: a avifauna, a mastofauna, a herpetofauna e o grupo dos invertebrados.

■ Avifauna

O processo de urbanização transforma profundamente a composição da avifauna dos ambientes naturais, criando uma paisagem variável, à medida que se intensificam o adensamento das construções.

Povoamentos pequenos, como é o caso da Área de Influência da ETE Jaguaribe, podem ainda preservar alguns pássaros que usam pequenas áreas com cobertura vegetal, nos quintais e jardins das casas e nas vias públicas. A pequena extensão da área construída e o mosaico de áreas vegetadas permitem um contato estreito com as comunidades de aves do entorno e da região. Com o adensamento do processo de urbanização, verticalização das construções e progressiva redução dos espaços verdes, reduzem-se as possibilidades de ocorrência das espécies de aves. Apesar deste problema, alguns pássaros ainda resistem, ocupando os espaços livres ainda existentes, presentes tanto nas unidades residenciais quanto nas áreas públicas. As principais aves encontradas foram:

Tabela 6. Avifauna da área de influência da ETE

FAMÍLIA ESPÉCIE	NOME VULGAR	REGISTRO	GRAU AMEAÇA	ENDEMISMO	RARAS	MIGRATÓRIAS
AVES						
<i>Amazilia fimbriata</i>	Beija flor de garganta verde	Vi; En; Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Aramides saracura</i>	Sericóia ou Saracura	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Ardea alba</i>	Garça-branca-grande	Vi; En; Bi	NA	Cosmopolita	NA	Sim
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Socó Boi Ferrugem	Bi	NA	Américas do Sul e Central	NA	Não
<i>Athene cunicularia</i>	Coruja buraqueira	Au; Vi; En; Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	Bi; Vi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Butorides striata</i>	Socozinho	Vi; Au; Bi	NA	Cosmopolita	NA	Sim

<i>Caracara plancus</i>	Carcará	Vi; En; Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Chlorestes notata</i>	Beija flor de garganta azul	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Colaptes melanochloros</i>	Pica-pau-verde	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Papa-lagarta	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Coereba flaveola</i>	Cebito	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Columba livia</i>	Pombo doméstico	Vi; En; Bi	NA	Cosmopolita	NA	Não
<i>Columbina minuta</i>	Rolinha	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Columbina picui</i>	Rolinha branca	Vi; En; Bi; Au	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	Vi; En; Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Crotophaga ani</i>	Anu preto	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Crypturellus parvirostris</i>	Pé-encarnado	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	Cancão ou Gralha-cancan	Bi; En	NA	Brasil	NA	Não
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Pitiguari	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Hylatomus lineatus</i>	Pica-pau-de-cara-branca	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Egretta caerulea</i>	Garça-parda	Vi; En; Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	Vi; En; Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Estrilda astrild</i>	Bico-de-lacre	Bi; En	NA	Cosmopolita	NA	Não
<i>Falco femoralis</i>	Falcão-de-coleira	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira mascarada	Vi; En; Bi; Au	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Fluvicola pica</i>	Lavadeira de cara branca	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Formicivora grisea</i>	Papa-formigas-pardo	Bi	NA	América do Sul	NA	Não

<i>Gnorimopsar chopi</i>	Graúna	Vi; En; Bi; Au	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Guira guira</i>	Anu branco	Vi; En; Bi; Au	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Laridae</i>	Trinta Réis	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti	Bi; En	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Megaceryle torquata</i>	Martim Pescador	Bi; En	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	Bi	NA	Américas do Sul e Central	NA	Não
<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	Vi; En; Bi; Au	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Myiarchus ferox</i>	Maria cavaleira	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha pequena de casa	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas do Sul e Central	NA	Sim
<i>Nyctanassa violacea</i>	Tamatião	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Paroaria dominicana</i>	Galo-de-campina	Vi; En; Bi; Au	NA	Brasil (Nordeste e Sudeste)	NA	Não
<i>Passer domesticus</i>	Pardal	Vi; En; Bi; Au	NA	Cosmopolita	NA	Não
<i>Phaeoprogne tapera</i>	Andorinha do campo	Bi	NA	Américas do Sul e Central	NA	Não
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Biguá	Bi; En	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Progne chalybea</i>	Andorinha doméstica grande	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Ardenna gravis</i>	Pardelas	Bi	NA	Cosmopolita	NA	Sim
<i>Ramphocelus bresilius</i>	Sangue-de-boi	Bi	NA	Brasil	NA	Não
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavião Caramujeiro	Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Sporophila bouvreuil</i>	Caboclinho	Bi; Au	NA	América do Sul	NA	Não

<i>Taraba major</i>	Choró-boi	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaçu-cinzento	Bi	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Todirostrum cinereum</i>	Ferreirinho-relógio (Reloginho)	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não
<i>Tringa flavipes</i>	Maçarico de pernas amarelas	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Troglodytes aedon</i>	Corruíra	Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	Vi; En; Bi; Au	NA	América do Sul	NA	Não
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Tyto alba</i>	Rasga-mortalha	En; Bi	NA	Cosmopolita	NA	Não
<i>Vanellus chilensis</i>	Tetêu	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas do Sul e Central	NA	Não
<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	Vi; En; Bi; Au	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Sim
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	Bi; En	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	Não

[Vi] = visual; [En] = entrevista; [Au] = registrado por audição; [Bi] = bibliográfico.



Figura 30- Exemplar registrado de urubu-de-cabeça-preta (Crotaphaga atrata)

Creditos: Marcos Freire Jr.
Fonte: Marcos Freire Jr.

■ Mastofauna

Ao contrário do que acontece com os outros grupos de vertebrados, não há muitos registros de mamíferos na área em estudo. As explicações para este fato estão associadas ao fato desses vertebrados sofrerem mais por impactos advindos da presença humana na área. A presença humana afeta os mamíferos de diversas formas, tais como a caça; a criação de animais domésticos, que também modificam a paisagem e competem com os animais silvestres pelos recursos naturais, mas principalmente, a destruição dos habitats, através do desmatamento,

queimadas, urbanização, etc. Os remanescentes da fauna de mamíferos dessa área concentram-se no interior da mata densa durante o dia, o que também dificulta a avistagem e registro. Porém, a noite é que geralmente os animais saem das tocas para se alimentar e explorar o ambiente a sua volta.

Tabela 7. Mastofauna da área de influência da ETE

FAMÍLIA ESPÉCIE	NOME VULGAR	REGISTRO	GRAU AMEAÇA	ENDEMISMO	RARAS	MIGRATÓRIAS
MAMÍFEROS						
<i>Mus musculus</i>	Camundongo	En; Bi	NA	Cosmopolita	NA	-
<i>Monodelphis domestica</i>	Catita	En; Bi	NA	América do Sul	NA	-
<i>Rattus norvegicus</i>	Rato de esgoto	En; Bi	NA	Cosmopolita	NA	-
<i>Galea spixii</i>	Preá	En; Bi	NA	América do Sul	NA	-
<i>Didelphis albiventris</i>	Timbú	En; Bi	NA	América do Sul	NA	-
<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa	En; Bi	NA	América do Sul	NA	-
<i>Procyon cancrivorus G</i>	Guaxinim	En; Bi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	-
<i>Chiroptera sp</i>	Morcego	En; Bi	NA	-	NA	-
<i>Callithrix jacchus</i>	Sagui	Vi; En; Bi; Au	NA	Brasil (Nordeste)	NA	-

[Vi] = visual; [En] = entrevista; [Au] = registrado por audição; [Bi] = bibliográfico.

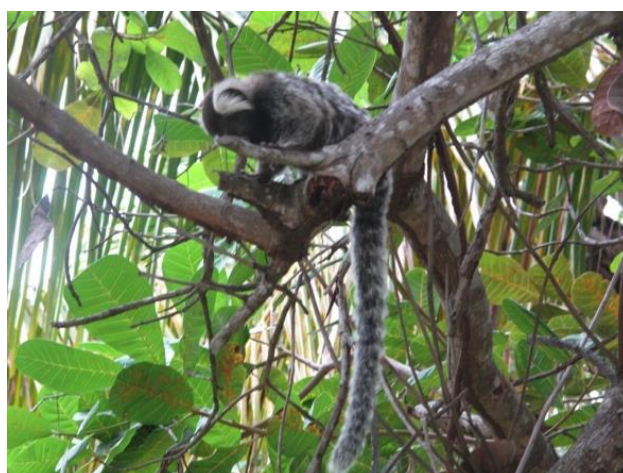


Figura 32 - Sagui (*Callithrix jacchus*)

Foto: Juska Mendonça, 2012

■ Herpetofauna

A herpetofauna das áreas abertas possui um número não muito representativo de espécies, sendo muito afetada pela antropização, destruição de habitats e por uma cultura que os generalizam como animais nocivos. Os anfíbios que dependem de áreas alagadas e/ou úmidas são dependentes de ambientes pouco poluídos e/ou com microclimas específicos e variados.

Tabela 8. Fauna de Vertebrados - Herpetofauna.

FAMÍLIA ESPÉCIE	NOME VULGAR	REGISTRO	GRAU AMEAÇA	ENDEMISMO	RARAS	MIGRATÓRIAS
ANFÍBIOS						
<i>Hypsiboas raniceps</i>	Perereca	En	NA	América do Sul	NA	-
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Caçote	En; Bi	NA	América do Sul	NA	-
<i>Leptodactylus natalensis</i>	Caçote	En; Bi	NA	Brasil (Litoral Norte)	NA	-
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	Caçote	En; Bi	NA	Brasil	NA	-
<i>Phyllomedusa nordestina</i>	Perereca Verde	Bi	NA	Nordeste e parte do Sudeste	NA	-
<i>Pseudopaludicola sp</i>	Rã-manteiga	En; Bi	NA	Brasil	NA	-
<i>Rhinella granulosa</i> e <i>Rhinella schneideri</i>	Cururu	En; Vi	NA	América do Sul	NA	-
<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca de banheiro	Em; Au	NA	América do Sul	NA	-
<i>Syphonops sp</i>	Cobra-cega	Bi	NA	Brasil	NA	-
RÉPTEIS						
<i>Ameiva ameiva</i>	Calango Verde	Vi	NA	Brasil	NA	-

<i>Amphisbaena alba e Amphisbaena heathi</i>	Cobra-de-duas-cabeças	Vi	NA	América do Sul	NA	-
<i>Hemidactylus brasiliensis</i>	Briha	Vi	NA	Brasil	NA	-
<i>Cnemidophorus sp</i>	Calanguinho	Vi	NA	-	NA	-
<i>Elapomorphus sp</i>	Falsa Coral	Bi	NA	Brasil	NA	-
<i>Gymnodactylus geckoides</i>	Lagartixa	Vi	NA	Brasil	NA	-
<i>Iguana iguana</i>	Iguana	Vi	NA	Américas (Sul, Central e Norte)	NA	-
<i>Leptophis ahaetulla</i>	Cobra cipó	Bi; En	NA	América do Sul	NA	-
<i>Micrurus sp</i>	Coral verdadeira	Bi	NA	Brasil	NA	-
<i>Philodryas nattereri</i>	Corre campo	Bi; En	NA	Brasil	NA	-
<i>Philodryas olfersii</i>	Cobra verde	Bi, En	NA	América do Sul	NA	-
<i>Tropidurus torquatus</i>	Lagartixa	Vi	NA	América do Sul	NA	-
<i>Tupinambis merianae</i>	Teiú	Vi; Au	NA	América do Sul	NA	-

[Vi] = visual; [En] = entrevista; [Au] = registrado por audição; [Bi] = bibliográfico.



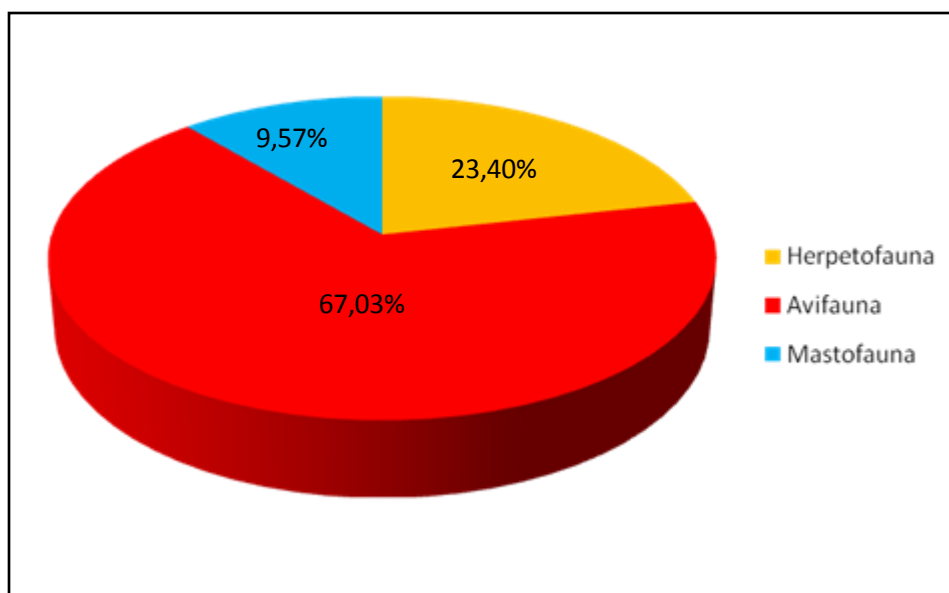
Figura 33 - Lagartixa (*Tropidurus torquatus*), por Marcos Freire Jr.

Conforme as **Tabelas 6, 7 e 8** (acima), pode-se observar que do total de **94 espécies** da fauna de vertebrados levantada na área em estudo, 22 (23,40%) são representantes da Herpetofauna, sendo 09 pertencentes ao grupo dos Anfíbios e 13 ao grupo dos répteis (**Quadro 4 e Gráfico 1**).

Quadro 4 - Resumo da distribuição da diversidade da fauna de vertebrados da área em estudo nos grupos Herpetofauna, Avifauna e Mastofauna.

Grupos faunísticos	Número (n)	Percentual (%)
Herpetofauna	22	23,40
Avifauna	63	67,03
Mastofauna	09	09,57
Total	94	100

Gráfico 1 - Percentual da distribuição da diversidade dos grupos de vertebrados da área em estudo.



Fauna de Invertebrados Terrestres

Os invertebrados presentes na área em estudo, por sua vez, são representados por vários táxons onde a grande maioria habita a camada do solo, a camada de detritos vegetais (serrapilheira), a casca das árvores e arbustos e a copa e galhos dos arbustos e árvores. São de fundamental importância para todo o ecossistema local e regional, pois, juntamente com os fungos e bactérias, atuam na decomposição da matéria orgânica, participando diretamente na retenção e reciclagem de nutrientes nos ambientes florestais. No solo, há vários fatores que influenciam a diversidade

e abundância da fauna de invertebrados terrestres, tais como: **a)** profundidade e tipo do solo; **b)** grau de umidade; **c)** presença de serrapilheira; dentre outros. Além disso, é importante ressaltar que a abundância e diversidade de comunidades de invertebrados do solo são indicadores de qualidade e influenciam as propriedades físicas desse compartimento do ecossistema, bem como a taxa de decomposição e ciclagem de nutrientes.

Invertebrados levantados na área da ETE Jaguaribe

Nome Científico	Nome comum	Referência
Insecta		
Collembola	Colêmbolos	Visualização
Homoptera	Pulgões e cigarras	Visualização
Blattaria	Baratas	Entrevista
Isoptera	Cupins	Visualização
Thysanura	Traças	Entrevista
Lepidoptera	Borboletas e mariposas (Heliconiidea)	Visualização
Orthoptera	Grilos, louva-deus e gafanhoto (<i>Eutropidacris</i> sp.)	Entrevista e Visualização
Hymenoptera	Abelhas (<i>Apis mellifera</i>), maribondos caboclos (<i>Polistes canadensis</i>), vespas e formigas (<i>Atta</i> sp. e <i>Dinoponera quadriceps</i>)	Visualização
Diptera	Moscas e mosquitos em geral	Visualização
Hemiptera	Percevejos e baratas d' água	Visualização
Odonata	Libélula	Visualização
Coleoptera	s	Visualização
Arachnida		
Araneae	Aranhas em geral - caranguejeira marrom (<i>Acanthoscurria natalenseis</i>) e caranguejeira comum (<i>Pachistopelma rufonigrum</i>)	Visualização
Scorpiones	Escorpiões em geral. Destaque para o escorpião (<i>Tityus stigmurus</i>)	Visualização
Pseudoscorpiones	Pseudo-escorpiões em geral	Visualização
Acarina	Ácaros e carrapatos	Entrevista
Outros Grupos		
Oligochaeta	Minhocas	Visualização
Diplopoda	Embuás	Visualização
Chilopoda	Lacraias ou centopéias	Visualização
Nematoda	Nematóides	Entrevista

Dentre as espécies diagnosticadas na área de influência da ETE Jaguaribe não foi constatada a ocorrência de espécies ameaçadas ou em risco de extinção, de acordo com a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, conforme Portarias do Ministério do Meio Ambiente nº 444/2014 e nº 445/2014, que também consideram os invertebrados terrestres.



Figura 34 - Exemplar registrado de tocandira (*Dinoponera quadriceps*)



Figura 35 - Gafanhoto (Subordem Caelifera).



Figura 36- Embuá (Classe Diplopoda).

Fonte: Marcos Freire Jr , 2015



Figura 37 - Caranguejeira (*Pachistopelma rufonigrum*).

Fonte: Marcos Freire Jr , 2015

✓ Flora

Normalmente, os espaços geográficos da costa litorânea do Nordeste do Brasil são caracterizados por apresentar uma vegetação bastante heterogênea do ponto de vista morfológico, fitogeográfico e fitossociológico. Em outras palavras possuem uma riqueza significativa em biodiversidade e em recursos naturais e ambientais. Na área de influência do Projeto, predominam 3 (três) formações florestais: a primeira cobrindo aproximadamente 70% da área é constituída por uma sucessão vegetal em estágio inicial de regeneração com espécies típicas dos Tabuleiro Litorâneos, a segunda, por uma área degradada por pastagem natural e povoamento por espécies frutíferas, representado aproximadamente 30% não apresentado volume significativo de espécies, e a terceira, formada pela vegetação de manguezal, bordejando a vegetação de tabuleiro, mas que se encontra fora da área de influência direta.

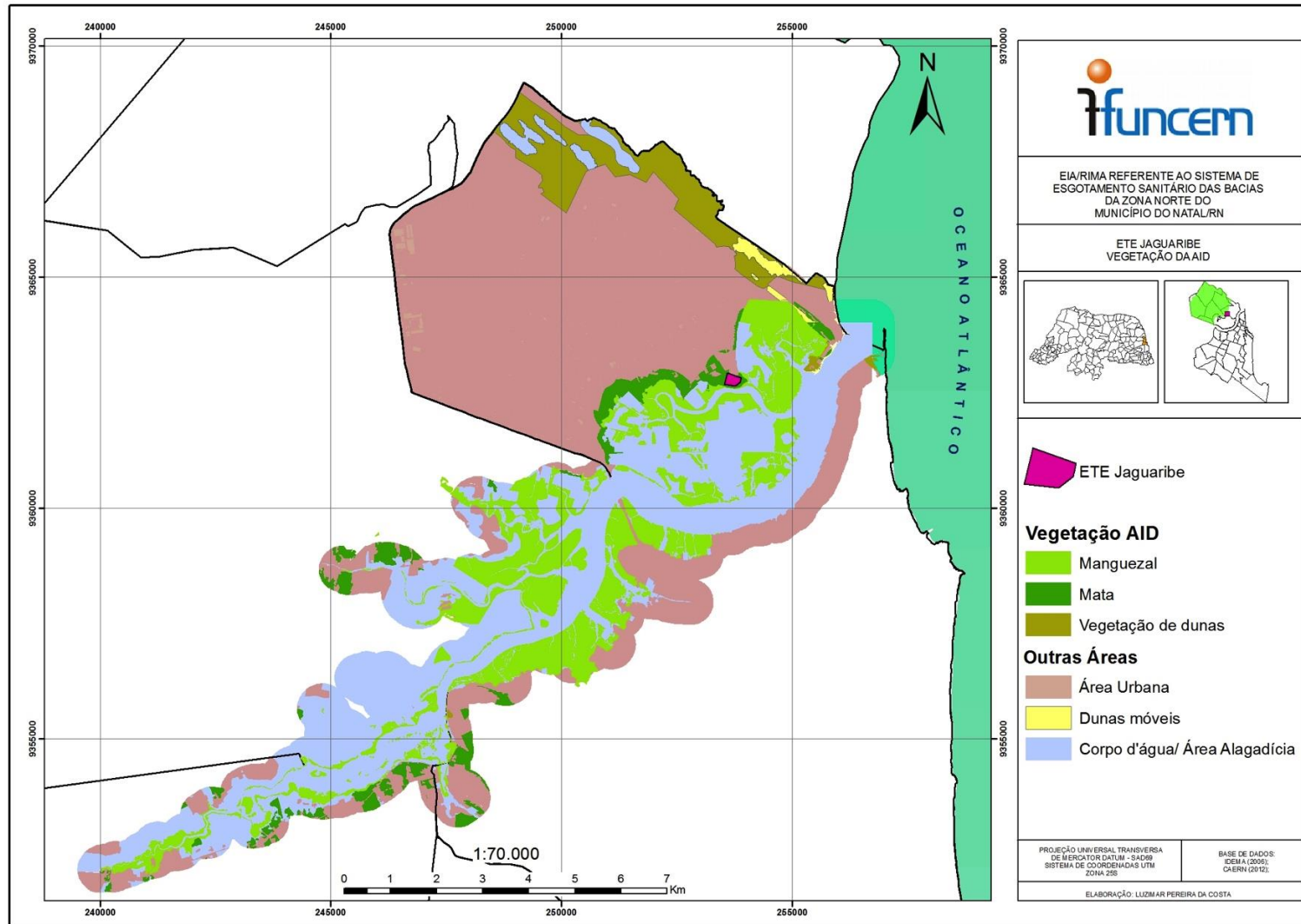


Figura 38 –Mapa vegetacional da Área de Influência da ETE Jaguaribe.

■ Ecossistema de Tabuleiro Costeiro

Os tabuleiros costeiros são constituídos por terrenos de baixa fragilidade e declividade pouco significativa, sendo definida como uma das zonas de maior estabilidade da região costeira norte-rio-grandense, sem risco de erosões significativas, seja eólica ou pluvial. A infiltração das águas pluviais nos solos, ocorre porque são caracterizados pela elevada capacidade natural de drenagem.

Em relação a área em estudo, a mesma apresenta relevo plano a suavemente ondulado, com uma cobertura vegetal bastante raleada de baixa diversidade, com estratos definidos em: herbáceo, sub-arbustivo, arbustivo e alguns elementos arbóreos formados pelas espécies frutíferas presentes na área.

Com relação à flora dos tabuleiros do litoral oriental apresenta-se constituída, geralmente, por aglomerados de árvores e arbustos isolados, o extrato herbáceo existente é formado por um manto mais ou menos contínuo que sofre solução de continuidade formada pelas moitas. outras. Em alguns casos pode se encontrar remanescentes dos estratos arbóreo e arbustivos.

Fisionomicamente os Tabuleiros Costeiros apresentam árvores de porte baixo em condições densas, com copas irregulares e bem desenvolvidas. Entre as espécies de maior abundância encontra-se o cajueiro (*Anacardium occidentale*), o murici-do-tabuleiro (*Byrsonima crassifolia*), o cauçu (*Coccoloba* SP), a lixeira (*Curatella americana*), a mangabeira (*Hancornia speciosa*), o conoé (*Hirtella ciliata*), o batiputá (*Ouratea fieldingiana*), o campineiro (*Auxemma oncocalyx*) além das espécies que são encontradas nas moitas como: Pera ferruginea, Inga sp., Miconia sp. entre outras. A vegetação Antropocórica (dispersão realizada pelo homem) está representada tanto por plantas exóticas como nativas cultivadas entre as espécies mais comuns têm o coco-da-baía (*Cocos nucifera*), mangueiras (*mangifera indica*) e algumas espécies nativas que são representadas pelos cajueiros (*Anacardium occidentale*) que fazem parte da paisagem das fazendas, sítios e chácaras, além do ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*) entre tantas outras.

Quadro 5 - Relação das Espécies Encontradas

Espécie	Nome Científico	Família
Amescla	<i>Protium heptaphyllum</i>	<i>Burseraceae</i>
Ameixa	<i>Xymeria americana</i>	<i>Olcaceae</i>
Angelim	<i>Andira fraxinifolia</i>	<i>Fabaceae mimosoideae</i>
Angelica	<i>Angélica guetarda</i>	<i>Rubiaceae</i>
Cabatã de rego	<i>Cupania racemosa</i>	<i>Sapindaceae</i>
Camboim	<i>Eugenia crenata</i>	<i>Myrtaceae</i>
Catanduva	<i>Piptadenia moniliformes</i>	<i>Fabaceae mimosoideae</i>
Cauçu	<i>Coccoloba cordifolia</i>	<i>Polygonaceae</i>
Cega machado	<i>Physocalymma scaberrimum</i>	<i>Chrysobalanaceae</i>
Feijão bravo	<i>Heliotropium angiospermum</i>	<i>Fabaceae papilionoideae</i>
Goiti	<i>Licania tomentosa</i>	<i>Chrysobalanaceae</i>
Guabiraba	<i>Campomanésia dichotoma</i>	<i>Myrtaceae</i>
Imbaúba	<i>Cecropia hololeuca</i>	<i>Cecropiaceae</i>
Jatobá	<i>Hymenaea eriogyne</i>	<i>Fabaceae mimosoideae</i>
João Mole	<i>Pisonia tomentosa</i>	<i>Nyctaginaceae</i>
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Fabaceae mimosoideae</i>
Maria preta	<i>Vitex rufescens</i>	<i>Compositae</i>

Massaranduba	<i>Manilkara salzmannii</i>	<i>Sapotaceae</i>
Murici	<i>Byrsonima sericea</i>	<i>Malpighiaceae</i>
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Esterculiaceae</i>
Peroba	<i>Tabebuia roseoalba</i>	<i>Bignoniaceae</i>
Piriquiteira	<i>Maytenus evonymoides</i>	<i>Celastraceae</i>
Pitombeira	<i>Lenchocarpus campestris</i>	<i>Papilionoideae</i>
Pau de leite	<i>Euphorbia phosphorea</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
Pau mulato	<i>Myrcia multiflora</i>	<i>Myrtaceae</i>
Pau mondê	<i>Maytenus impressa</i>	<i>Celastraceae</i>
Pau terra	<i>Qualea grandiflora</i>	<i>Voquisiaceae</i>
Sipauba	<i>Thiloa glaucocarpa</i>	<i>Combretaceae</i>
Ubaia	<i>Eugenia uvalha</i>	<i>Myrtaceae</i>

■ Ecossistema de Manguezal

Manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais e sub-tropicais do mundo ocupando as áreas entremarés. É caracterizado por vegetação lenhosa típica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado e pouco oxigenado e frequente submersão pelas marés (Soares 1997). São ecos

sistemas de suma importância para as regiões costeiras tropicais, pois contêm uma ampla diversidade de espécies de plantas e formam um importante habitat para mamíferos, aves, répteis, peixes, moluscos e vários microorganismos, representando uma fonte de alimento e subsistência para as populações que vivem em seu entorno.

Os manguezais se localizam na região entre o mar e a terra e, por esse motivo, abrigam muitos animais e plantas que derivam dos dois ambientes, representando locais para alimentação e reprodução de vários organismos e a conservação desta fauna e flora é uma razão suficientemente forte para proteger e restaurar esses ecossistemas.

No caso específico da ETE Jaguaribe a vegetação de mangue encontra-se bordejando a vegetação de tabuleiro, devido a proximidade deste ecossistema, menos de **50 (cinquenta)** metros do limite da área onde será instalado a Estação de Tratamento de Esgoto, ou seja, está circunscrito na área de influência direta do empreendimento.

A área de manguezal em estudo é composta por vegetações halófitas, existentes em condições salinas, predominando três espécies vegetais principais e outras associadas a esse ecossistema:

- *Rhizophora mangle* (mangue vermelho); (Principal)
- *Avicennia schaueriana* (mangue preto); (Principal)
- *Laguncularia racemosa* (mangue branco); (Principal)
- *Conocarpus erectus* (mangue de botão);
- *Hibiscus pernambucensis* (Algodoeiro da praia);
- *Acrostichum aureum* (samambaia do mangue);



Figura 39 - Aspecto do manguezal do Rio Potengi.

Foto: Jean Tavares, 2012.

O manguezal, pertencente ao estuário do rio Potengi, abriga animais típicos desse ecossistema, assim como os provenientes de ambientes marinhos (peixes, crustáceos e moluscos), de água doce (peixes) e terrestres de todos os tamanhos (micro-organismos, aves, insetos, vermes, macacos, guaxinins, morcegos, lagartos, cobras, entre outros).



Figura 40 - Exemplares de aves do Rio Potengi: (a)Trinta-réis (b) Gavião Caramujeiro (c) Garça Grande Branca (d) Garça Parda (e) Maçarico do bico-Torto.

Foto: Luara Musse, 2012.

■ Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como indicadora da qualidade de água, e a análise de sua estrutura permite avaliar algumas alterações ambientais. Essa comunidade é a base da cadeia alimentar; portanto, a produtividade dos elos seguintes depende da sua biomassa.

O grupo dos fitoplanctons, coletado nos pontos amostrais do Rio Potengi, foi composto por representante dos grupos **Myzozoa (dinoflagelados)**, **Cyanobacteria**, **Clorophyta** e **Bacillariophyta (Diatomáceas)**, organismos não identificados foram agrupados como sendo “outros”.

■ Zooplâncton

Os grupos zooplancônicos, coletados nos pontos amostrais do Rio Potengi, foram constituídos por representantes dos Reinos Protista e Animalia. Foram registrados os seguintes grupos zooplancônicos: **Cnidaria**, **Ctenophora**, **Nematoda**, **Echinodermata**, **Artropoda**, **Anellida**, **moluscos Bivalvia**, **Caetognatha** e **Rotifera**. Organismos não identificados foram agrupados como sendo “outros”.

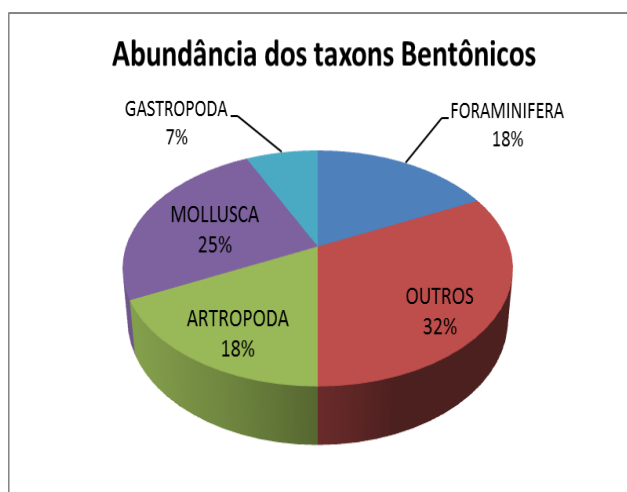


Gráfico 2 - Abundância de táxons Bentônicos

■ Ictiofauna

As principais espécies de peixes encontradas no Rio Potengi foram:

Nome Popular	Nome científico
Peixe Galo	<i>Carangidae</i>
Saúna (pequeno) ou Taíinha (médio) ou Cacetão (grande)	<i>Mugilidae</i>
Bagre	<i>Ariidae</i>
Carapicú	<i>Gerreidae</i>
Carapeba	<i>Diapterus sp.</i>
Baiacu	<i>Ordem Tetraodontiformes</i>
Sauá	-
Soia ou Solha	<i>Pleuronectidae</i>
Espada	<i>Trichiurus lepturus</i>
Ginga boca-mole	<i>Opisthonema oglinum</i>
Paru	<i>Chaetodipterus sp.</i>

Xaréu	<i>Carangidae</i>
Pescada Branca	<i>Cynoscion leiarchus</i>
Robalo	<i>Centropomus undecimalis</i>



Figura 41 - Ictiofauna pescada no Rio Potengi, em maré baixa no período noturno.

Foto: Luara Musse, 2012.

Espécies demonstradas através de levantamento com pescadores locais, visualizações de pesca e de consulta bibliográfica.

Espécie	Nome popular
<i>Elops saurus</i>	ubarana
<i>Megalops atlanticus</i>	camurupim
<i>Albula vulpes</i>	ubarana focinho de rato
<i>Anchovia clupeioides</i>	arenque
<i>Odontognathus mucronatus</i>	sardinha
<i>Opisthonema oglinum</i>	ginga
<i>Bagre marinus</i>	bagre bandeira
<i>Cathorops spixii</i>	bagre amarelo
<i>Arius luniscutis</i>	bagre amarelo
<i>Thalassophryne nattereri</i>	anequim
<i>Mugil curema</i>	tainha
<i>Mugil curvidens</i>	tainha
<i>Mugil incilis</i>	tamatarana
<i>Mugil liza</i>	curimatã
<i>Atherinella brasiliensis</i>	peixe rei
<i>Ablennes hians</i>	agulhão listrado
<i>Strongylura timucu</i>	agulhão azul
<i>Hirundichthys affinis</i>	voador
<i>Hemiramphus balao</i>	agulha vermelha
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	agulha preta
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	agulha verde
<i>Poecilia vivipara</i>	barrigudinho
<i>Fistularia tabacaria</i>	peixe trombeta
<i>Centropomus cf. mexicanus</i>	camurim
<i>Centropomus parallelus</i>	camurim concorda
<i>Centropomus undecimalis</i>	camurim açu
<i>Epinephelus itajara</i>	mero
<i>Mycteroperca venenosa</i>	serigado
<i>Rypticus randalli</i>	sabão
<i>Carangoides bartholomaei</i>	guajuba amarela
<i>Caranx latus</i>	guaracimbora
<i>Oligoplites palometa</i>	tibiro
<i>Oligoplites saurus</i>	tibiro
<i>Trachinotus carolinus</i>	pampo
<i>Trachinotus falcatus</i>	carabebéu
<i>Trachinotus goodei</i>	aracanguira

<i>Lutjanus analis</i>	cioba
<i>Lutjanus apodus</i>	baúna
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	caranha
<i>Lutjanus griseus</i>	baúna de mangue
<i>Lutjanus jocu</i>	dentão
<i>Lutjanus synagris</i>	ariacó
<i>Diapterus auratus</i>	carapeba branca
<i>Diapterus rhombeus</i>	carapeba branca
<i>Eucinostomus argenteus</i>	carapicú
<i>Eucinostomus gula</i>	carapicú
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	carapicú
<i>Eugerres brasiliensis</i>	carapeba listrada
<i>Ulaema lefroyi</i>	carapicú listrado
<i>Anisotremus virginicus</i>	mercador amarelo
<i>Genyatremus luteus</i>	sanhoá
<i>Haemulon aurolineatum</i>	xira branca
<i>Haemulon parra</i>	cambuba
<i>Haemulon plumieri</i>	biquara
<i>Haemulon steindachneri</i>	sapuruna
<i>Orthopristis ruber</i>	canguito
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	coró branco
<i>Pomadasys crocro</i>	espinho duro
<i>Archosargus probatocephalus</i>	sargo de dente
<i>Polydactylus oligodon</i>	barbudo preto
<i>Polydactylus virginicus</i>	barbudo amarelo
<i>Cynoscion acoupa</i>	pescada amarela
<i>Cynoscion leiarchus</i>	pescada branca
<i>Larimus breviceps</i>	boca mole
<i>Menticirrhus americanus</i>	judeu mulato
<i>Micropogonias furnieri</i>	corvina
<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	maria mole
<i>Stellifer naso</i>	cangoá
<i>Stellifer stellifer</i>	cangoá
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	saramunete
<i>Hippocampus erectus</i>	cavalo marinho
<i>Trichiurus lepturus</i>	espada
<i>Centropomus undecimalis</i>	robalo

■ Cetaceos

Em um dos registros de campo efetivados no Rio Potengi, foi visualizado um grupo formado por 02 (dois) indivíduos de Cetaceo (do grupo dos golfinhos ou boto cinza). O registro fotográfico será enviado para especialistas para ver a possibilidade de identificação em nível de espécie.



Figura 42 - Registro fotográfico dos cetáceos no Rio Potengi.

Foto: Jean Tavares, 2012.

❖ Socioeconomia

Natal

A cidade de Natal é conhecida pelas suas paisagens naturais, e também possui várias construções de grande importância histórica e cultural para a população como um todo. Centro Histórico de Natal, que compreende os bairros da Cidade Alta e Ribeira, é oficialmente patrimônio cultural do Brasil. A proposta de tombamento do Centro Histórico de Natal foi apresentada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) e aprovada pelo Consultivo do Patrimônio Cultural.

Veja a seguir alguns dos monumentos naturais e histórico-culturais do município:

- **Morro do Careca:** A área total protegida por lei específica é de 1.100,27 hectares, contemplando, além do morro, a área de Mata Atlântica que se estende à Barreira da Inferno (IDEMA);



Figura 43– Monumento natural do Morro do Careca, Natal/RN

Fonte: www.cidadanianoar.com.br

- **Parque Estadual Dunas do Natal "Jornalista Luiz Maria Alves":** Possui uma área de 1.172 hectares. Tem por objetivo garantir a preservação e conservação dos ecossistemas naturais englobados; proteger os recursos genéticos; possibilitar a realização de estudos, pesquisas e trabalhos de interesse científico; preservar sítios de valor histórico, arqueológico e geomorfológico; além de oferecer condições para o lazer, o ecoturismo e a realização de atividades educativas e de conscientização ecológica.



Figura 44 – Parque Estadual Dunas do Natal “Jornalista Luiz Maria Alves”, Natal/RN

Fonte: <guiadolitoral.uol.com.br>

- **Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte:** Localizado na Zona de Proteção Ambiental 1 (ZPA 1), com uma área de 122 hectares. O projeto arquitetônico do Parque tem a assinatura de Oscar Niemeyer e é uma área de estudo e lazer.



Figura 45 – Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, Natal/RN

Fonte: <averdade.blogspot.com>

- **Bosque das Mangueiras:** constitui-se em uma área de lazer e cultura para a cidade e compreende uma gleba de aproximadamente 16.270 m², localizado no bairro de Lagoa Nova.



Figura 46 – Bosque das Mangueiras, Natal/RN

Fonte: <averdade.blogspot.com>

- **Fortaleza dos Reis Magos:** a fortaleza foi um dos marcos iniciais da cidade (fundada em 25 de dezembro de 1599), no lado direito da barra do rio Potengi. O atual forte apresenta planta poligonal irregular, erguido em alvenaria de pedra e cal.



Figura 47 – Fortaleza dos Reis Magos, Natal/RN

Fonte: < www.infoescola.com >

- **Pórtico dos Reis Magos:** construído às margens da BR 101, construído na comemoração dos 400 anos da Cidade do Natal. Seu desenho é o de uma estrela cadente, construída em concreto onde à noite, fica iluminada, cortando, de um lado a outro, a BR-101 e, abaixo dela, há uma estátua dos Três Reis Magos, também considerados padroeiros da cidade, junto com Nossa Senhora da Apresentação.



Figura 48 – Pórtico dos Reis Magos, Natal/RN

Fonte: < potiguando.com >

- **Farol de Mãe Luiza:** Sua construção teve início, em 1949, e foi concluída dois anos depois, em 1951. O farol possui uma torre de concreto de 37 metros de altura e uma escadaria, com 151 degraus em espiral. A lanterna do alto do farol, a qual funciona eletricamente, tem um alcance luminoso de 39 milhas náuticas ou 72 quilômetros.



Figura 49 – Farol de Mãe Luiza, Natal/RN

Fonte: < potiguando.com >

Parnamirim

O município foi originado através da criação da base aérea no período da Segunda Guerra Mundial. Parnamirim é a cidade que detém a terceira maior população do Estado e a terceira maior da economia norte-rio-grandense.

- **Barreira do Inferno:** integrante do campo dunar do bairro de Ponta Negra (Natal), região denominada "Barreira do Inferno" por pescadores porque, ao entardecer, os reflexos do sol tornam as falésias do local vermelhas como fogo;



Figura 50 – Barreira do Inferno, Parnamirim/RN

Fonte: < taxiemovimento.blogspot.com >

- **Parrachos de Pirangi:** são piscinas naturais de água cristalina formadas pelos recifes que aparecem na maré baixa na Praia de Pirangi, nos municípios de Parnamirim e Nísia Floresta. Devido a sua profundidade baixa, logo se tornou atração turística, visto que não é preciso saber nadar no local;



Figura 51 – Parrachos de Pirangi, Parnamirim/RN

Fonte: < blog.com.br >

- **Parque Aluísio Alves:** inaugurado em 2007, o parque faz parte de um complexo que conta com uma fonte luminosa, banheiros, pista de skate, playground e teatro de arena. Um rio artificial com 530 metros de extensão e uma réplica do Pico do Cabugi com uma estátua em tamanho natural do ex-governador Aluísio Alves são outros atrativos do local;



Figura 52 – Parque Aluísio Alves, Parnamirim /RN

Fonte: < www.flickr.com >

- **Planetário Aluísio Alves:** localizado no Parque Aluísio Alves, dista 12 km da capital Natal. É o terceiro planetário construído da Região Nordeste e é também o segundo do país construído com tecnologia totalmente brasileira.



Figura 53 – Planetário Aluísio Alves Parnamirim/RN

Fonte: < www.parnamirim.rn.gov.br >

Extremoz

- **Parque Turístico Ecológico Dunas de Genipabu:** engloba uma praia, um grande complexo de dunas, uma lagoa e uma área de proteção ambiental. É um dos mais famosos cartões-postais do estado.



Figura 54 - Praia de Genipabu, Extremoz/RN

Fonte: drcastanha.com.br

- **Lagoa de Extremoz:** lagoa de água doce, tendo capacidade máxima de 14,6 milhões de metros cúbicos e ocupa uma área de 4,2 quilômetros quadrados. A lagoa é responsável por 70% do abastecimento de água da região Norte da cidade de Natal. Foi muito importante no processo de colonização do Rio Grande do Norte.



Figura 55 - Lagoa de Extremoz, Extremoz/RN

Fonte: tribunadonorte.com.br

- **Lagoa de Pitangui:** possui águas claras e transparentes onde pode-se refrescar-se após uma exposição ao sol nas dunas. A lagoa possui um porte imponente de mais de 100.000 m².



Figura 56 - Lagoa de Pitangui, Extremoz/RN

Fonte: www.bardalagoa.com.br

❖ Uso e ocupação do solo

A expansão urbana desordenada é uma realidade das cidades brasileiras. De acordo com o censo 2010 do IBGE, mais de 80% da população brasileira vivem nas cidades. Natal vive essa mesma realidade. A aglomeração urbana no município acabou se expandindo por áreas de difícil acesso e desaconselháveis para a ocupação, como os leitos de rios, regiões de dunas, manguezais, trazendo riscos para a qualidade da água do nosso município, pois o progresso e urbanização não acompanha na mesma proporção o saneamento básico e estações de tratamento de água e esgotos.

Com a expansão urbana o município do Natal chegou a um índice de 100% de urbanização, não possuindo mais área rural. Toda área urbana cornurba-se com os municípios vizinhos, haja vista a expansão urbana dos mesmos em direção a Capital, não constando assentamentos, mas loteamentos e conjuntos habitacionais compondo parte dos bairros da cidade.

A cidade é dividida administrativamente em quatro regiões, sendo sul, norte, leste e oeste. Em todas as regiões há vários tipos de uso e ocupação do solo, distribuídos em residencial, comercial, industrial entre outras. O nível de atividade econômica da área do empreendimento é um dos menores se comparado com os demais bairros, sendo menos de cem empresas no bairro Guarapes e menos de trezentas no bairro da redinha. Ao longo de toda margem esquerda do estuário do rio Potengi observa-se a carcinicultura como atividade econômica predominante, coexistindo e se sobrepondo a área de mangue. Observa-se ainda a presença predominante de ocupação urbana na margem direita, existindo vários tipos de uso do solo, como comercial, residencial, industrial, sendo estes os tipos de ocupação que prevalecem a jusante das margens do curso do rio.

Quanto ao uso e ocupação do solo infere-se que não constam registros de sítio arqueológico em Natal, todavia há patrimônio histórico, turístico e cultural, embora as áreas dos empreendimentos não façam parte do circuito citado.

Cabe ressaltar o zoneamento ambiental da cidade, onde o bairro da redinha está inserido na Zona de Proteção Ambiental de número oito (ZPA-08). O município do Natal, com seu território ocupado, possui poucas áreas com vegetação natural, como é o caso do mangue e da vegetação dunar.

O Mapa de Uso do Solo apresenta um retrato da ação do homem sobre a região de localização da ETE, onde vem ocorrendo um rápido avanço da ocupação e, sobretudo, nos dias atuais e nas últimas duas décadas, principalmente pela exploração carcinicultora e do crescimento da área urbana no entorno da área de influência. Também não se pode deixar de abordar que toda a área de influência sofre com a implantação da estrutura urbana e com os efluentes provindos, tanto destas áreas, quanto das atividades agrícolas existentes na área.

Levando em consideração especificamente a Área de Influência da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) do Sistema Jaguaribe, localizado na Região Administrativa Norte de Natal, podemos descrever as características de Uso e Ocupação do Solo, de acordo com o Mapa da Figura 57, apresentado a seguir:

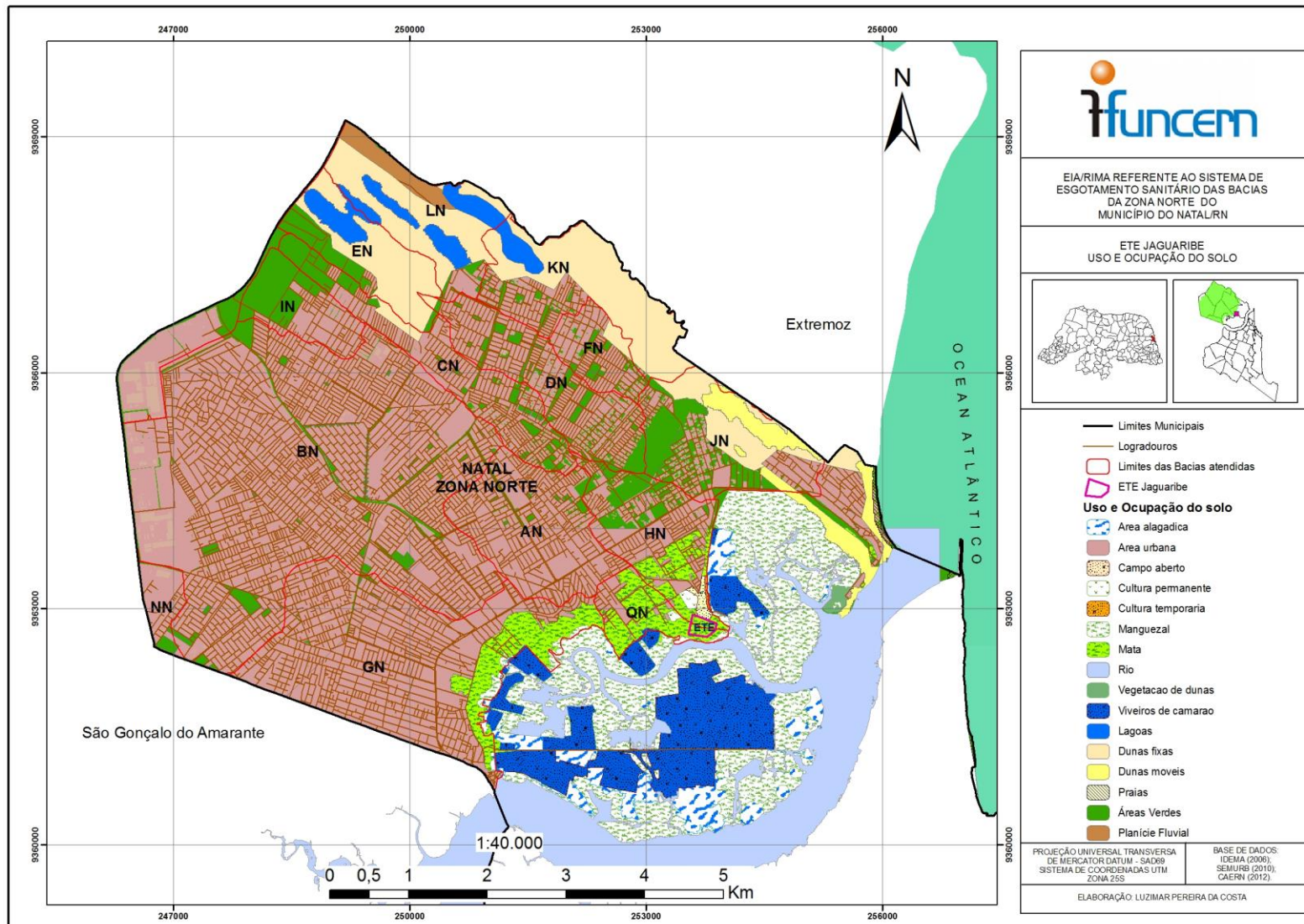


Figura 57 - Uso e ocupação do solo no entorno da ETE Jaguaribe

Estrutura Econômica e de Serviços

No Rio Grande do Norte os principais setores responsáveis pelo crescimento econômico são a produção de petróleo e gás, a fruticultura, a carcinicultura e o turismo. Dentre eles, apenas o petróleo não possui área de exploração em Natal e Região Metropolitana. Além desses a, a estrutura econômica dessa referida área é bastante influenciada pelas atividades terciárias e de serviços (tanto públicos como privados).

A indústria é outro fator impulsionador da economia local. O Distrito Industrial de Natal engloba os municípios de Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante e Extremoz e participa da indústria extrativa mineral, têxtil, produtos alimentares, de bebidas e de álcool etílico. Também se destaca a indústria da construção civil, que emprega um contingente considerável de mão de obra.

A Região Administrativa Norte de Natal, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, através do seu Censo 2010, possui uma população de 303.543 habitantes, que corresponde a 37,77% da população da capital do Rio Grande do Norte, ocupando 86.484 domicílios com um rendimento nominal médio mensal de 0,92 salários mínimos. Se levarmos em consideração o fluxo de pessoas que circulam por essa zona administrativa, oriundas dos outros municípios da região metropolitana, a população flutuante dobra, aumentando a estrutura econômica e de serviços. Essa zona administrativa, onde será construído o empreendimento - ETE Jaguaribe, está separada geograficamente das demais zonas administrativas do município pelo Rio Potengi e seus principais acessos se dão por duas pontes: Igapó e Newton Navarro.

As atividades econômicas e de serviços que tem implicações com as atividades do empreendimento – ETE Jaguaribe, são: Pesca, Carcinicultura no Setor Primário e o Turismo no Setor de Serviços. Essas implicações se justificam em virtude de parte dessas atividades serem desenvolvidas no corpo receptor dos efluentes: estuário do Potengi.

❖ Caracterização da Qualidade Ambiental da Área Futura do Empreendimento

O projeto de ampliação da rede de esgotamento e tratamento de esgotos da Zona Norte do município do Natal é um empreendimento elaborado pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN e tem como meta a ampliação dos serviços para essa importante região do município. O projeto é composto pela rede de esgotamento sanitário e uma Estação de Tratamento de Efluentes em nível terciário. A rede de esgotamento a ser implantada abrangerá os 7 bairros que compõe a chamada zona norte do município do Natal.

A ETE, constitui-se de um tratamento em nível terciário, composto por reatores UASB, câmaras anóxicas, tanques de aeração com biodiscos, decantadores secundários e desinfecção UV, além das unidades de desidratação mecanizada de lodo, queima de biogás e remoção de odores. O efluente tratado será lançado próximo à área da ETE, na gamboa do Rio Jaguaribe, afluente do Rio Potengi.

Natal, assim como a maioria das cidades brasileiras, apresenta índice de cobertura por rede de esgotamento muito baixo. De acordo com o PDES (2004), Natal contava no ano 2000 apenas com 25% dos seus domicílios atendidos por rede coletora de esgotos sanitários enquanto que 45% dos domicílios utilizavam a fossa séptica como sistema de coleta e disposição final de esgotos. O restante da população conta com sistemas sanitariamente inadequados, com sérias consequências sanitárias e ambientais. Prevê-se que a população de final de projeto (2032) esteja na ordem de 455.639 habitantes.

O projeto faz parte do programa de ampliação para coleta e tratamento da totalidade dos efluentes domésticos gerados no município. Apresenta como principais objetivos melhorar as

condições sanitárias locais e trazer impactos diretos na melhoria da saúde da população em função da eliminação de lançamentos de esgotos domésticos, eliminar os aspectos estéticos e visuais desagradáveis (odores agressivos) e melhoria das condições ambientais da área, bem como dos problemas de ordem econômica, social decorrentes do lançamento de esgotos domésticos nas ruas ou sem tratamento com impacto direto no turismo, por exemplo. Além disso, pretende contribuir para a redução do aporte de cargas poluidoras ao ambiente, trazendo importantes avanços na proteção da saúde pública e preservação do meio ambiente, principalmente dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais com destaque ao Rio Potengi. Para atingir a estas metas o projeto conta com alternativa de viabilidade técnica e econômica quanto à disposição adequada dos esgotos tratados e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento.

Também é importante ressaltar que a viabilização do presente projeto, com as devidas adequações para mitigar seus possíveis impactos, será fundamental para o controle das chamadas ligações clandestinas que direcionam indevidamente esgotos domésticos para o sistema de drenagem urbano, principalmente para as lagoas de retenção de águas pluviais existentes na área de influência do projeto contribuindo para a necessidade de se ter uma integração entre os diversos segmentos que compõem o chamado Saneamento Ambiental.

A partir das análises dos dados coletados em campo e obtidos de forma secundária, tem-se que o estuário do rio Potengi se apresenta em uma situação limite ao se comparar com os resultados indicados para rio Classe 1 (salobra ou salina) de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Esta situação implica na necessidade de providências urgentes visando o controle das fontes de poluição tanto pontuais como as difusas. A análise do quadro atual da qualidade das águas do estuário do rio Potengi é alarmante principalmente quanto aos nutrientes eutrofizantes e a presença de concentrações elevadas de metais pesados, sérios causadores de agravos à saúde e ao meio ambiente.

A implantação da estação de tratamento trará significativa melhoria no cenário ambiental da área do estuário do rio Potengi e influenciará também a qualidade de vida de toda comunidade inserida nas áreas de influência direta e indireta com a ampliação dos serviços de coleta e tratamento dos esgotos domésticos. Assim, a efetivação do projeto será fundamental para a interrupção da entrada de esgotos clandestinos lançados na rede de drenagem ou a céu aberto.

Destaca-se que a implantação da ETE Jaguaribe implicará também em impactos locais negativos, temporários em sua maior parte. No entanto, todos os impactos podem ser mitigados ou minimizados através da adoção de planos e programas de controle dos mesmos.

Os resultados da modelagem da capacidade de suporte do estuário do Potengi foram obtidos considerando diversos cenários nos quais constam as duas ETE funcionando, a Jaguaribe e a Jundiá-Guarapes. Os dados modelados apresentam como área mais sensível a região situada entre o município de Macaíba e sua porção intermediária, próximo ao ponto de lançamento da ETE Jundiá-Guarapes principalmente devido às cargas difusas oriundas de diferentes fontes e ao menor poder de diluição do rio nesse trecho. Por outro lado, na porção próxima a ETE Jaguaribe há um impacto, mas bastante limitado à chamada Zona de Mistura do efluente tratado. O referido estudo indica ainda que apesar de uma facilidade natural para a recuperação da qualidade da água nesta área, faz-se fundamental a implantação de medidas de controle, como a instalação da própria ETE e do sistema de esgotamento sanitário do Natal.

Ainda com base na modelagem da capacidade de suporte do corpo receptor, percebe-se que devido às concentrações de nutrientes, notadamente fósforo, que se prever lançar no efluente final, em associação ao tempo de residência também estimado pela modelagem de aproximadamente 2 dias, pode-se prever o risco de se eutrofizar o estuário, principalmente na chamada zona de mistura.

Tomando como base este risco, algumas medidas mitigadoras poderão ser adotadas em conjunto na tentativa de mitigar ou eliminar totalmente o referido risco. Vejam algumas soluções que podem ser adotadas:

- ✓ Estimular o reuso agrícola, industrial e urbano do efluente tratado. Percebe-se, através da coleta de dados do meio social a existência de atividades econômicas que podem aproveitar a disponibilidade quantitativa e também qualitativa do efluente final tratado. Assim, a criação de dispositivos que possibilitem que o efluente seja posteriormente levado às propriedades agrícolas do entorno ou ao Distrito Industrial de Natal ou ainda que possam ser utilizados nos usos urbanos como jardinagem pública, se mostra uma alternativa ao lançamento direto do efluente tratado no corpo hídrico;
- ✓ Outro ponto a ser utilizado para mitigar o possível impacto seria o lançamento através de um sistema difusor que leve o efluente até o ponto central do rio Potengi aumentando ainda mais o fator de diluição do mesmo;
- ✓ Após a última etapa de construção da ETE deve-se introduzir uma unidade de remoção de nutrientes que pode ser baseada em métodos biológicos ou físico-químicos.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, estima-se uma melhoria na promoção de processos econômicos que afetem positivamente a população, tais como uma indução à demanda de bens e serviços, contratação de trabalhadores e empresas envolvidas com construção, aumento da massa salarial e arrecadação tributária, incrementados por conta da fase de implantação. Na fase de operação a melhoria no quadro geral da saúde da população também trará impactos positivos sobretudo com a menor frequência de afastamento por motivos de doenças da mão de obra economicamente ativa.

Um possível impacto negativo sobre a pesca na área da zona de mistura, principalmente, não se mostrará com magnitude considerável, sendo para isso necessário adotar as medidas mitigadoras previstas.

Também o acompanhamento da comunidade diretamente afetada por técnicos da área educativa e social é fundamental para se obter o efetivo sucesso do projeto, facilitando inclusive a operação do sistema.

A paisagem regional não seria afetada negativamente. Pelo contrário, com a implantação das medidas mitigadoras e dos planos de controle, o empreendimento poderá resultar não apenas na recuperação de áreas degradadas por consequência da obra, mas na recuperação de áreas de passivos ambientais já existentes, atuando como um fator de contribuição positiva e de melhoria dos aspectos paisagísticos locais e regionais.

Após a análise integrada tem-se as seguintes os seguintes cenários referentes ao prognóstico da área de influência, com ou sem a implantação do projeto:

- Sem a ampliação do sistema de esgotamento percebe-se que haverá uma difusão do uso de uso de estações ou micro-sistemas de tratamento sem o devido acompanhamento técnico e por conseguinte um aumento das fontes pontuais e difusas de contaminação do lençol freático e do estuário do rio Potengi. Com destaque para o agravamento deste cenário com a expansão habitacional registrada nos últimos anos.
- A intensificação da contaminação do lençol freático afetará diretamente o sistema de abastecimento da cidade que em grande parte tem como manancial o lençol hídrico subterrâneo da região. Os dados já críticos de níveis de nitrato nesse manancial se intensificarão, impossibilitando o uso da água para fins mais exigentes, como o abastecimento humano.

- Associados a esses dados, haverá o aumento das doenças de veiculação hídrica, o que implica em maiores demandas pelos serviços públicos de saúde, mas também haverá o risco de um possível aumento de morbidade e mortalidade principalmente nos grupos populacionais mais vulneráveis, tais como recém nascidos e idosos, o que também implica em maiores demandas pelos serviços públicos de saúde.
- Outro aspecto fundamental é a degradação das águas do estuário do rio Potengi a níveis de difícil remediação. Este fato traria consequências desastrosas ao equilíbrio ecológico e ambiental, trazendo a impossibilidade de diversos usos, com destaque ao impacto extremamente danoso aos pescadores que tiram sua subsistência do referido manancial.
- Outra consequência a ser observada seria o impacto sobre a balneabilidade das praias próximas e com danos à importante atividade econômica do turismo local e regional.

Considerando a implantação do sistema de esgotamento e da estação de tratamento de efluentes propostos com as devidas medidas mitigadoras, podem ser feitos os seguintes prognósticos:

- 1- Ampliação com atendimento de coleta e tratamento dos esgotos da zona norte, com atendimento previsto para 100% das residências. Trazendo uma proteção fundamental ao ambiente e a saúde da população com a diminuição drástica do risco de poluição do aquífero subterrâneo.
- 2- O sistema de esgotamento sanitário trará significativa melhora na qualidade das águas dos diversos corpos hídricos urbanos, sobretudo o estuário do rio Potengi, que recebe há décadas grande parte dos esgotos domésticos não tratados da cidade e com isso se reduzirá o risco de eventos como a mortandade de peixes e o desequilíbrio ecológico do manancial.
- 3- Destaca-se que o sistema de esgotamento sanitário possibilitará o atingimento das metas legais estabelecidas segundo o enquadramento do estuário do rio Potengi com importante exemplo de cumprimento das normativas de natureza legal relacionadas à qualidade dos mananciais.
- 4- Durante a operação do empreendimento, o lançamento de efluentes no interior do manancial trará alterações em alguns parâmetros com destaque aos níveis de nitrogênio e fósforo e bactérias indicadoras de contaminação fecal. Contudo, destaca-se que se prevê que os referidos efeitos se resumirão à zona de mistura do efluente. Também é fundamental a correta operação e manutenção dos diversos elementos do sistema de esgotamento.
- 5- Haverá perda da flora local. No entanto, este impacto será localizado e restrito à área de implantação da ETE e seu emissário. Também se deve considerar que a área de implantação da ETE já está bastante antropizada.
- 6- A implantação da rede de esgotamento trará impactos temporários sobre o trânsito local. No entanto, a aplicação das medidas mitigadoras tornarão este impacto menos expressivo quando comparado aos benefícios trazidos pelo sistema.
- 7- Durante a execução das obras da ETE e da implantação da rede de esgotamento, o manejo de materiais e equipamentos trará alteração temporária da qualidade do ar pela emissão de poeiras, gases e também relacionados à poluição sonora. Neste aspecto, deverão ser aplicadas as medidas mitigadoras previstas diminuirão o desconforto ambiental.
- 8- Fundamental também ser o monitoramento sistemático da qualidade das águas do corpo receptor, principalmente na zona de mistura identificada no estudo de modelagem.

- 9- As análises sistemáticas do efluente final devem atestar o correto funcionamento do sistema e prevenir quaisquer lançamento fora dos padrões previstos pelas normas federal e estadual.
- 10- Assim, estima-se que os impactos negativos são passíveis de reversão ou minimização através da implementação das medidas mitigadoras previstas no presente estudo. Por fim, as alterações a serem provocadas pela implantação dos sistema de esgotamento sobre a qualidade futura do ambiente terrestre e do estuário do rio Potengi podem ser perfeitamente controladas e minimizadas através da implantação das medidas e planos de monitoramento previstos e o empreendimento está totalmente compatível com as exigências legais, atende às demandas sociais e estão adequados ao uso e ocupação do solo da cidade do Natal.

6. ESTUDO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DO CORPO RECEPTOR

❖ Modelagem de Qualidade de Água

O estudo de capacidade de suporte do Estuário do Rio Potengi foi realizado a partir do emprego de uma suíte de modelos computacionais do Instituto Deltares (Deltares, 2011a,b), denominada aqui como Delft-3D, em referência a seu módulo hidrodinâmico e Delft-WQ, relativo a seu módulo de qualidade de água. O trecho modelado compreende o Estuário do Rio Potengi / Jundiá, desde a Cidade de Macaíba, até a foz do estuário, no Atlântico, além da Gamboa do rio Jaguaribe, afluente do Rio Potengi. Na realidade, de modo a considerarmos adequadamente a influência oceânica no estuário, sobretudo o fenômeno das marés, o módulo hidrodinâmico incluiu também a região costeira adjacente (figura 58).

Os parâmetros modelados foram: Oxigênio Dissolvido – OD; Carbono Orgânico Total – COT; Nitrogênio Amônia – NH_3 ; Fósforo Total – FT e coliformes termotolerantes – CTT. As unidades são expressas em concentrações (mg.L^{-1}) ou numericamente equivalente (g.m^{-3}), exceto para CTT, cuja unidade de entrada no modelo é NMP m^{-3} (equivalente a 10^{-4} NMP/100mL).

O projeto de Modelagem de Qualidade de Água consistiu no desenvolvimento e calibração do Módulo Hidrodinâmico, base de todas as simulações e fundamentações desse projeto, seguido pelo desenvolvimento do módulo de Qualidade de Água, o qual foi processado a partir dos dados físicos do módulo anterior, considerando todas as propriedades oceanográficas referentes à dinâmica estuarina, para diferentes cenários.

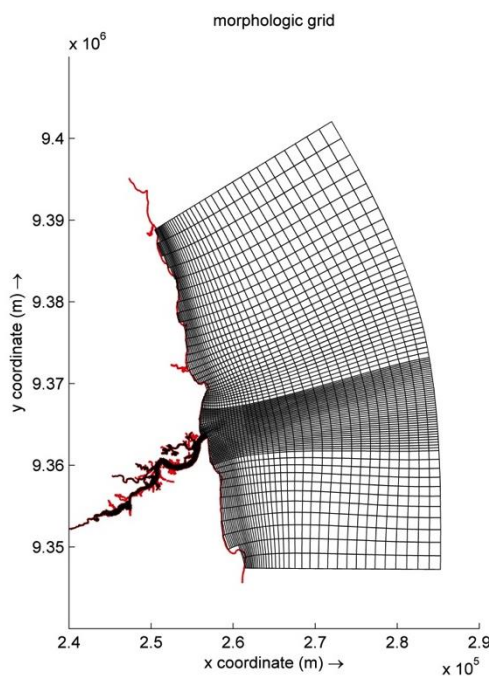
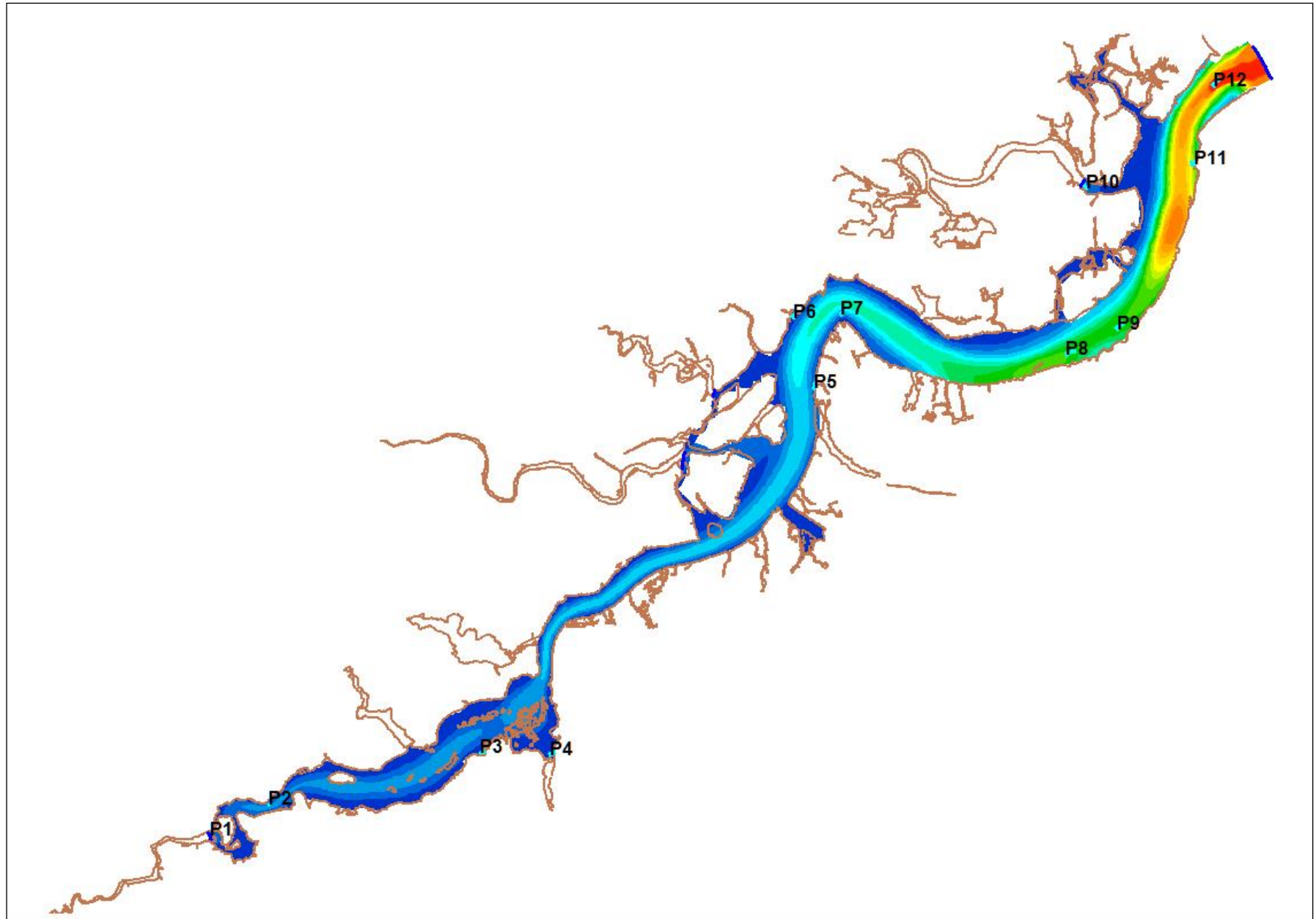
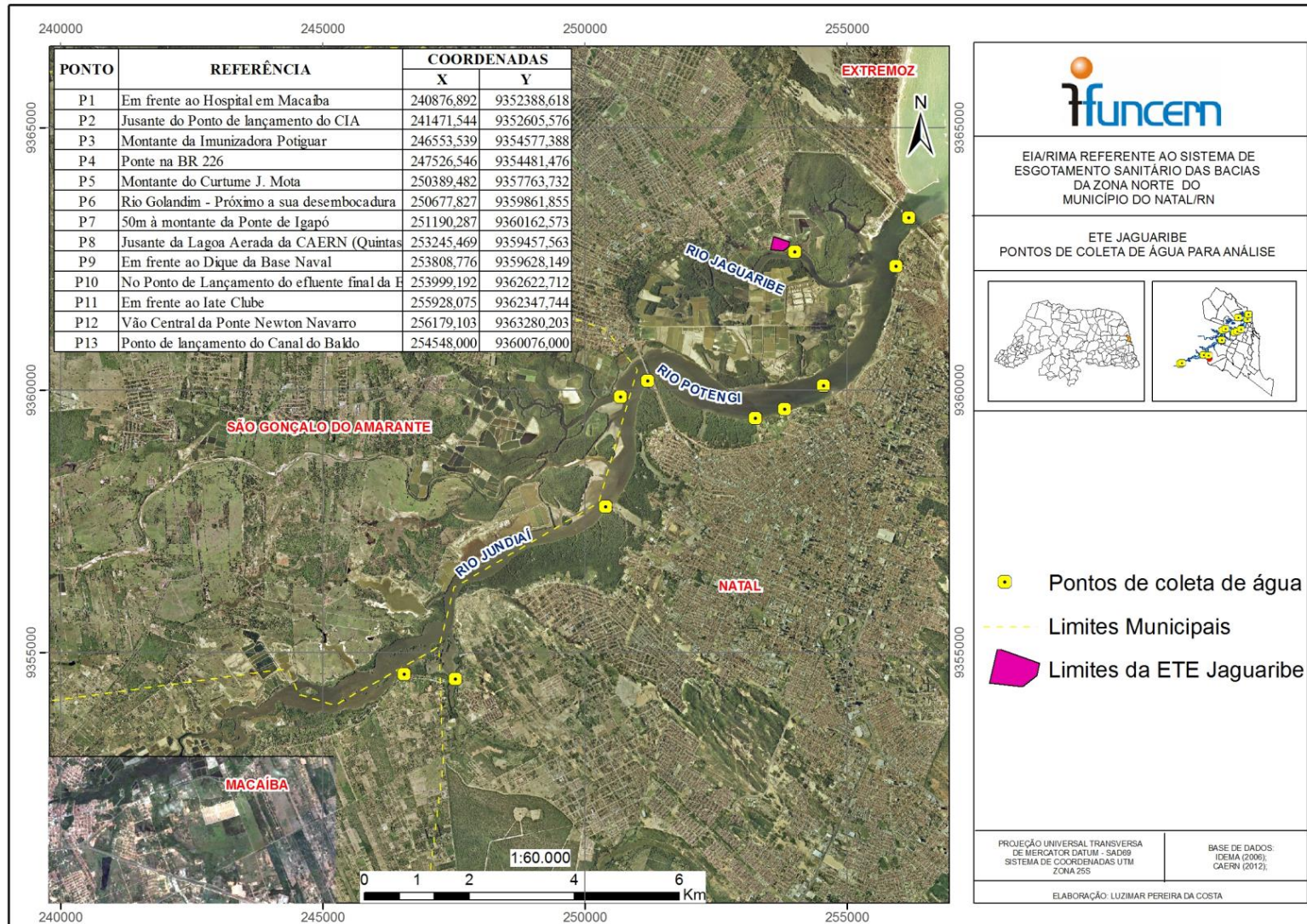


Figura 58- Representação geográfica do domínio computacional, definida pelas grades numéricas envolvidas na concepção dos modelos empregados. Ressalta-se a elevada resolução na região de interesse (estuário) e menor, na região costeira.

✓ Resultados do Modelo de Qualidade de Água

De modo a avaliar os valores de concentração das substâncias e seu comportamento nos diferentes cenários estudados, o modelo Delft permite a definição de “pontos de observação”, definidos graficamente durante o processo de desenvolvimento do modelo de qualidade de água. Desta maneira, os pontos de observação foram escolhidos de modo a coincidirem com os pontos de monitoramento das campanhas observacionais (pontos P1 a P13), permitindo comparação dos resultados modelados com os observados.





Figuras 59 e 60 - Localização dos pontos de observação no modelo hidrodinâmico (acima) coincidente com os pontos de monitoramento (abaixo)

A região ambientalmente mais sensível do estuário está situada entre Macaíba e sua porção intermediária, próximo ao ponto de lançamento da ETE Jundiai-Guarapes, em Natal. Mais do que a capacidade de autodepuração, que é relativamente elevada nessa porção do estuário, o fator que determina essa sensibilidade ambiental reside no número de cargas difusas de natureza diversa.

O Estuário do Potengi é caracterizado por grande influência da maré e por ligeira compressão de suas margens (afunilamento) na medida em que a maré progride, estuário acima. De acordo com Miranda et al. (2003), esse comportamento classifica o estuário como hipersíncrono onde, por conservação de energia, a altura da maré e as correntes aumentam estuário acima. Naturalmente, a energia e os mecanismos de difusão turbulentos são maiores nessa região de modo que ela poderá ser recuperada naturalmente, controlando e removendo o lançamento as cargas difusas e operacionalizando o novo sistema de esgotamento sanitário de Natal.

É razoável admitirmos que, após a conclusão do Sistema de Esgotamento Sanitário de Natal, as cargas de poluentes serão sensivelmente diminuídas, uma vez que o sistema proposto deverá coletar, tratar e eliminar quase a totalidade das cargas poluentes, controlando também as cargas difusas no estuário. Desse modo, o cenário o qual considera somente os efeitos da ETE Jaguaribe e da ETE Jundiai-Guarapes, define de forma isolada os efeitos das referidas estações no estuário. Comparando esses resultados com os resultados do cenário mais significativo, consideramos que os efeitos poluentes isoladamente não são significativos para toda extensão do estuário. Antes, permanecem restritos e confinados nas regiões adjacentes aos respectivos pontos de lançamento.

Considerando a extensão da zona de mistura das ETEs, tal como projetadas para integrar o sistema de saneamento de Natal, e ao tomarmos como exemplo as cargas de Fósforo, considerando o valor inicial presente nos efluentes da ETE Jaguaribe (vazão de referência = $1,050 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e carga de Fósforo $3,75 \text{ mg/L}$) e ETE Jundiai-Guarapes (vazão de referência = $1,260 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e carga de Fósforo $3,75 \text{ mg/L}$), verifica-se o desenvolvimento da zona de mistura do efluente no corpo receptor. As concentrações nas zonas de mistura das referidas ETEs são reduzidas a 3% e a 7% dos valores inicialmente lançados, respectivamente para as ETE Jaguaribe e ETE Jundiai-Guarapes. A extensão máxima da zona de mistura no corpo receptor foi obtida através da modelagem, considerando a dispersão superficial dos efluentes e o instante da maré. A zona de mistura da ETE Jaguaribe apresenta-se relativamente confinada entre a desembocadura da gamboa de mesmo nome e do corpo principal do estuário, estendendo-se por aproximadamente 800m a partir do ponto na gamboa. A zona de mistura da ETE Jundiai-Guarapes estende-se por cerca de 1 km a jusante do ponto de lançamento, com aproximadamente 400 m de largura, ocupando parcialmente a área adjacente ao ponto de lançamento, mas confinada na margem direita do estuário.

7. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

▪ Análise dos Impactos Ambientais

Para a determinação dos possíveis impactos ambientais positivos e negativos gerados nas áreas de influência do Sistema de Esgotamento Sanitário das Bacias da Zona Norte do Município de Natal, durante as fases de planejamento, instalação e operação foram consideradas:

- Identificação das variáveis afetadas x meio considerado x ações do projeto;
- Identificação e descrição dos impactos ambientais nas ações do empreendimento considerando separadamente os meios físico, biológico e antrópico;
- Avaliação dos impactos ambientais identificados ou previsíveis.

Considerando o diagnóstico ambiental das áreas de influência do Sistema de Esgotamento Sanitário das Bacias da Zona Norte de Natal, permitiu constatar um total de 308 impactos ambientais, dentre os quais 168 (54,5%) no meio físico, 42 (13,6%) no meio biológico e 98 (31,8%) no meio antrópico.

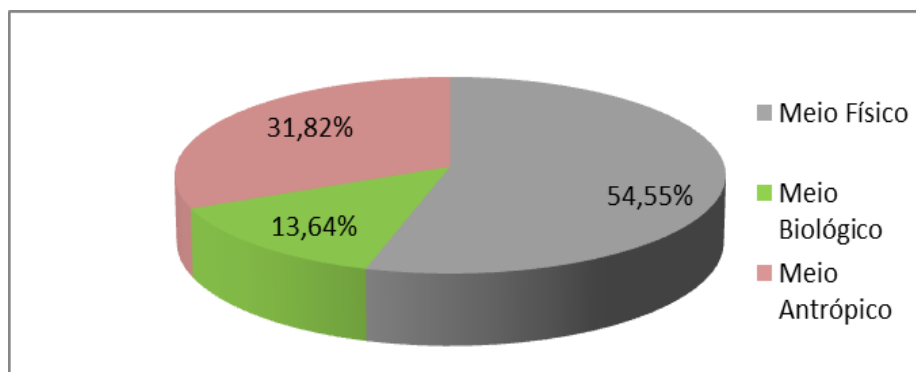


Figura 61 – Percentual dos impactos distribuídos por meio afetado.

A avaliação matricial permitiu identificar que o meio físico sofrerá as maiores alterações, com 54,5% dos impactos, considerando a mudança no uso e ocupação do solo na área do sistema de esgotamento sanitário das bacias da zona norte de Natal.

Os impactos ambientais identificados apresentaram a seguinte distribuição para as três fases do empreendimento: 16 (5,2%) impactos na fase de planejamento, 156 (50,6%) na instalação e 136 (44,2%) na operação (Figura 7.2).

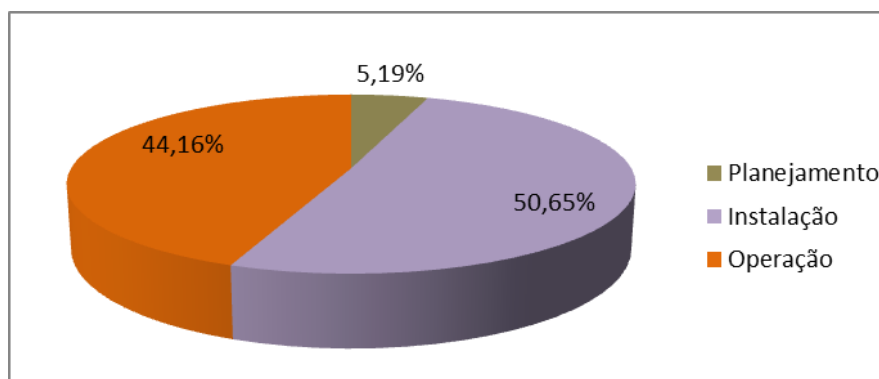


Figura 62 - Percentual dos impactos ambientais distribuídos nas fases do empreendimento.

Ainda considerando as fases do empreendimento, quanto aos meios afetados, os impactos ambientais ficaram distribuídos conforme mostra o Quadro 6 e a Figura 63.

Quadro 6- Distribuição dos impactos ambientais nas fases do empreendimento por meio afetado.

FASE DO EMPREENDIMENTO		MEIO AFETADO			TOTAL DE IMPACTOS
		FÍSICO	BIOLÓGICO	ANTRÓPICO	
Planejamento	Q	7	3	6	16
	P	4,2%	7,1%	6,1%	
Instalação	Q	83	20	53	156
	P	49,4%	47,6%	54,1%	
Operação	Q	78	19	39	136
	P	46,4%	45,2%	39,8%	
Total por Meio Afetado	Q	168	42	98	308
	P	100%	100%	100%	

Q = Quantidade de impactos; P = Percentual de impactos

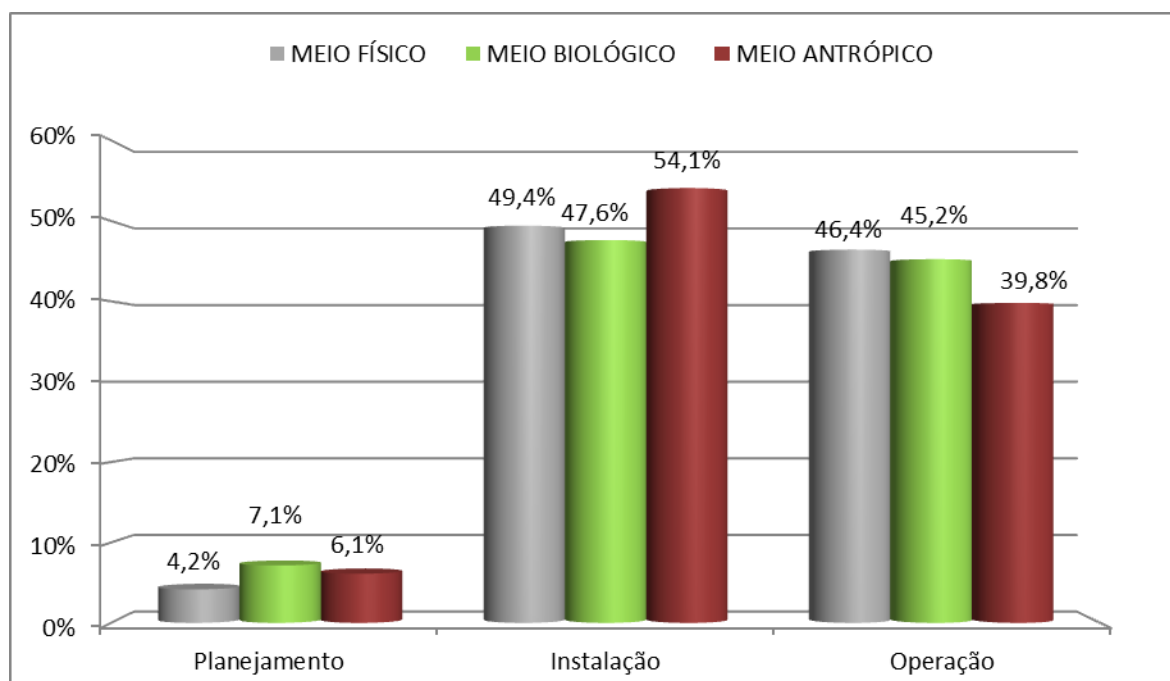


Figura 63 – Gráfico representativo dos impactos ambientais nas fases do empreendimento quanto ao meio afetado.

Na fase de instalação do empreendimento incidiu o maior número de impactos para o meio físico, e na fase de operação incidiu o maior número de impactos para o biológico e o antrópico, e a fase de planejamento apresentou o menor número de impactos ambientais.

A fase de instalação e operação apresentam 1,9 e 2,9% de impactos ambientais de magnitude grande, respectivamente. Na fase de planejamento poderão ocorrer os impactos ambientais de importância não significativa, enquanto que nas fases de instalação e de operação poderão

ocorrer impactos não significativos, moderados e significativos, sendo os de importância não significativa mais incidentes.

Para o meio físico, 45,5% dos impactos ambientais são de magnitude pequena, 7,5% são de magnitude média e 1,6% são de magnitude grande; 34,4% dos impactos ambientais são de importância não significativa, 20,1% de importância moderada e nenhum impacto de importância significativa.

Para o meio biológico, 11,7% dos impactos ambientais são de magnitude pequena, 1,9% são de magnitude média e nenhum impacto de magnitude grande; quanto ao atributo importância, 8,1% são não significativos, 5,2% são de importância moderada e apenas 0,3% são de importância significativa.

Para o meio antrópico, 26,0% dos impactos ambientais são de magnitude pequena, 5,2% são de magnitude média e 0,6% são de magnitude grande; em relação ao atributo importância, 24,7% são não significativos, 6,5% são de importância moderada e somente 0,6% são de importância significativa.

Constatou-se que dos 308 impactos identificados 71,8% são de caráter adverso, no entanto 92,9% são de escala local e 7,1% são de escala regional; destaca-se que de ordem direta são 61,7% e 38,3% de ordem indireta.

Evidencia-se que 35,4% são de duração longa e 64,6% são reversíveis, no entanto, 35,4% são irreversíveis, distribuídos principalmente na possibilidade de poluição das águas subterrâneas e na alteração da qualidade do solo local, como também mudanças paisagísticas com a supressão vegetal e desativação dos esgotos a céu aberto, fontes pontuais e difusas.

Observa-se que na fase de instalação e operação incidem 76,9% e 66,9% os impactos ambientais de caráter adverso, respectivamente; quanto a ordem 50,0% dos impactos são diretos e 50,0% indiretos na fase de planejamento, sendo que 87,5% são de escala local e 12,5% de escala regional. Na fase de instalação 62,8% são de ordem direta, 93,6% de escala local e 6,4% regional. Na fase de operação são 61,8% de ordem direta, sendo que 92,6% são de escala local e 7,4% de escala regional. Impactos temporários são mais relevantes na fase de planejamento com 93,8%, e permanentes na fase de operação, com 52,9%; a maioria dos impactos, 52,9%, são de longa duração na fase de operação, sendo que na fase de instalação a maioria é de curta duração com 75,6%. Para a reversibilidade destaca-se que na fase de planejamento 93,8% são reversíveis, contra apenas 6,3% irreversíveis; 76,9% que estão na fase de instalação são reversíveis, e 52,9% que estão na fase de operação são irreversíveis.

Para o meio físico, 49,0% dos impactos ambientais apresentam caráter adverso e 5,2% caráter benéfico, com 54,5% de ordem local, sendo 34,7% reversíveis e 19,8% irreversíveis, concentrados na poluição das águas subterrâneas, alteração da qualidade do solo e na paisagem, não ocorrendo nenhuma característica cíclica.

Quanto aos impactos de característica duração, 19,8% foram avaliados como longa, pois foi considerado o tempo de operacionalização do sistema de esgotamento sanitário, 34,1% de duração curta e 0,6% média para o restante dos impactos.

No meio biológico, o caráter adverso (11,4%) está presente e 2,3% de caráter benéfico, sendo 9,7% de ordem direta e 3,9% indireta, todos de escala local (13,6%) e ainda 9,1% temporários e apenas 4,5% permanentes, devido a erradicação da vegetação na área da ETE, estações elevatórias, emissário final e rede coletora.

No meio antrópico 11,0% dos impactos ambientais possuem caráter adverso e 20,8% caráter benéfico, considerando principalmente os impactos sobre os trabalhadores da ETE e a

população existente na área de influência direta. Igualmente, 16,2% dos impactos possuem ordem direta e 24,7% escala local, como também, 20,8% são temporários e reversíveis.

8. MEDIDAS MITIGADORAS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Medidas mitigadoras são ações que resultam na redução dos efeitos dos impactos ambientais negativos decorrentes de atividades impactantes e modificadoras do meio ambiente. Quanto ao caráter, essas medidas podem ser:

Preventivas - quando a ação resulta na prevenção da ocorrência total ou parcial do impacto ambiental negativo;

Corretivas - quando a ação resulta na correção total ou parcial do impacto ambiental negativo que já ocorreu;

Potencializadoras - quando a ação resulta na melhoria contínua de impactos positivos sobre o meio ambiente, que geralmente estão mais diretamente relacionados ao meio socioeconômico.

As medidas mitigadoras foram classificadas de acordo com as fases de planejamento, implantação e operação da ETE, em função do impacto causado.

- Fase 1: Planejamento

Alteração do Clima e da Qualidade do Ar: Perfurar os piezômetros em pontos já antropizados e utilizar as vias de acesso já abertas para os locais de instalação os mesmos. Antes de utilizar as vias de acesso, umedecer o trajeto para evitar a emissão de material particulado. A perfuração dos piezômetros será feita através de trado manual e quando não serão utilizados equipamentos com manutenção atualizada de forma a diminuir ao máximo a emissão de gases.

Poluição Sonora: Possibilitar que a equipe de campo responsável pela perfuração dos piezômetros tenham condições e usem os Equipamentos de Proteção Individual, com destaque aos protetores auriculares.

Alteração do solo e da qualidade da água superficial e subterrânea: Concentrar a ação da equipe de perfuração no entorno do ponto onde será instalado o piezômetro e utilizar equipamento com dispositivo de controle de vazamentos de óleo dos motores eventualmente utilizados nas perfurações. Evitar a remoção da vegetação existente na parte de menor cota no terreno onde será instalada a ETE. Controlar o uso do material utilizado na perfuração dos piezômetros de forma que os mesmos estejam livres de óleos e graxas no momento da perfuração e acondicionar os resíduos gerados na atividade em recipientes com capacidade e resistência adequadas, transportar e destinar os mesmos de forma controlada e de acordo com a legislação ambiental vigente.

Alteração no ambiente terrestre e aquático: A supressão vegetal para a instalação dos piezômetros se limitará às espécies arbustivas encontradas nos pontos onde os mesmos serão perfurados. Toda a movimentação de veículos e da equipe será feita por acessos já demarcados na área, já antropizada anteriormente. Para evitar o carregamento de areia durante o processo, o acesso será umedecido. O afugentamento de animais será mínimo considerando que a abrangência e o curto intervalo de tempo para a instalação que se limitará aos horários diurnos, de forma a não trazer maiores impactos sonoros para a fauna, principalmente aquela com hábitos noturnos. Para evitar o carregamento de areia durante o processo, o acesso será umidificado. O afugentamento de animais será mínimo considerando que a abrangência e o curto intervalo de tempo necessário para a coleta de amostras no meio líquido.

Geração de emprego e renda, alteração da economia e na arrecadação de tributos: A elaboração de todas as etapas necessárias ao desenvolvimento dos projetos básicos deverá ser executada com mão de obra local e executada com insumos e serviços locais, exceto quando

for necessário trazer profissionais de outras regiões, mas que possam repassar os conhecimentos técnicos para os trabalhadores locais, potencializando o legado tecnológico de um projeto com esta abrangência. O mesmo trará um conhecimento de alto padrão para as equipes envolvidas e aumentará o consumo de materiais provenientes dos setores comercial e industrial da região e consequentemente aumento dos tributos arrecadados.

- Fase 2: Instalação

Alteração do Clima, da Paisagem e da Qualidade do Ar: A supressão vegetal para a implantação de todos os componentes do Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Norte de Natal será mitigada com ações como o uso de áreas já antropizadas e com a seleção dos trajetos da rede e dos emissários de forma a reduzir ao máximo a retirada de vegetação. Outra ação importante é o plantio de árvores nos arredores da ETE e o trabalho paisagístico também com arborização nos locais onde forem instaladas as Estações Elevatórias. Assim, o impacto sobre o clima devido à retirada da vegetação durante a instalação dos componentes será adequadamente mitigado. Quanto ao Ar, a umidificação e proteção do solo exposto, o uso de cobertura nos caminhões que transportam material retirado ou a ser utilizado nas obras, o controle das emissões veiculares através da implantação de um programa de manutenção preventiva na frota dos veículos utilizados durante a instalação, e o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) por parte dos trabalhadores das obras.

Poluição Sonora: Implantação de Programa de Trabalho de Educação Socioambiental, que informe às populações afetadas os transtornos que ocorrerão, o prazo de ocorrência, os horários de funcionamento dos maquinários e benefícios advindos da obra; implantação por parte das construtoras de um programa de fiscalização e controle de veículos e equipamentos, quanto aos níveis de ruído. Para os trabalhadores deve-se priorizar o uso de equipamentos de proteção individual, com destaque aos protetores auriculares.

Alteração do solo e da qualidade da água superficial e subterrânea: Instalação de projeto de drenagem pluvial de modo a garantir a proteção do solo contra processos erosivos e o favorecimento da infiltração das águas pluviais de acordo com as normativas do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município do Natal. Delimitar a movimentação dos veículos às vias de acesso e aos canteiros de obras como forma de reduzir ao máximo o processo de compactação e impermeabilização do solo. Mas como este impacto se torna irreversível com a implantação das obras, uma medida compensatória será a implantação de projetos paisagísticos e de urbanismo para que as obras, principalmente os elementos mais visíveis se incorporem no ordenamento urbano do entorno de forma mais harmônica. Implantação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. implantação por parte das construtoras de um programa de fiscalização e controle de veículos e equipamentos, quanto aos aspectos da manutenção preventiva de modo a reduzir o risco de disposição de resíduos de óleos, graxas e lubrificantes nas áreas da obra. Instalação de projeto de drenagem pluvial de modo a garantir a proteção do solo contra processos erosivos e o favorecimento da infiltração das águas pluviais de acordo com as normativas do Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município do Natal.

Geração de emprego e renda, alteração da economia e na arrecadação de tributos: A execução das obras na fase de instalação deverá priorizar a mão de obra local, a compra de insumos e o uso de serviços locais, de forma a aumentar o consumo de materiais provenientes dos setores comercial e industrial da região e consequentemente trazendo aumento das arrecadações tributárias, exceto quando for necessário trazer profissionais e materiais de outras regiões, mas que possam repassar os conhecimentos técnicos para os trabalhadores locais, potencializando o legado tecnológico para a região com vistas à implantação de grandes sistemas de esgotamento sanitário.

Alteração do nível de saúde humana: Realização de reuniões periódicas nas áreas onde as obras serão executadas como forma de divulgar as ações previstas no Programa de Trabalho de Educação Socioambiental, com sua aplicação antes do início de obras, visando prestar informações à população sobre o projeto e as obras previstas nas regiões específicas; Umedecimento periódico dos solos expostos em tempo seco, utilizando aspersão de água por caminhões-pipa; Uso de equipamentos e veículos com motores sempre devidamente regulados, assegurado por meio de manutenção periódica; Vistoria dos veículos utilizados na obra, certificando que eles atendem aos limites legais de emissões veiculares; Uso de silenciadores no escapamento e revisão periódica dos dispositivos para assegurar que permaneçam funcionando adequadamente; execução das obras preferencialmente no período diurno, não se estendendo além das 20h nas imediações de escolas, hospitais e locais mais sensíveis; Utilização de blindagem acústica de máquinas, motores e geradores, onde necessário e tecnicamente viável; Instalação de barreiras acústicas portáteis no entorno de equipamentos ou operações muito ruidosas, nas proximidades de receptores sensíveis como escolas e hospitais; As empresas construtoras responsáveis pelas diferentes fases e etapas das obras do Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Norte de Natal deverão disponibilizar equipamentos de proteção individual, com destaque a máscaras e protetores auriculares para os trabalhadores; Delimitar claramente o recinto de obra com cercas, tapumes, cavaletes e/ou outros dispositivos adequados a cada situação, e manter iluminação noturna; Implementar permanente vigilância para coibir a entrada de pessoas não-autorizadas no recinto de obra, especialmente vizinhos e crianças; implantação de programa de prevenção de riscos de acidentes nos locais das obras e seus entornos; Manter adequada ordem e limpeza no recinto de obra, imediata retirada de resíduos, minimizar o armazenamento de insumos no local, especialmente produtos inflamáveis e produtos perigosos, etc; Implementação de ações de comunicação social com a população lindeira antes do início das obras, fornecendo informações sobre os prazos de obras e a quem recorrer no caso de problemas decorrentes das obras; Implementação de sistemática supervisão ambiental das obras, controlando o atendimento das normas e exigências contratuais quanto à prevenção e mitigação de impactos à população vizinha; A manutenção de canais de diálogo com a população e associações de bairro, para encaminhar soluções para os inevitáveis problemas e reclamações é medida necessária para mitigar este impacto, conforme previsto no Programa de Trabalho de Educação Socioambiental.

Alteração do cotidiano social: Atendimento das normas locais do município que regulam aspectos de obras públicas e particulares, horários de trabalho, sinalização e autorizações prévias de interdição de vias; Implementar cuidados especiais na entrada e saída de caminhões da obra, garantir que os mesmos se locomovam em baixa velocidade nesses pontos; Assegurar o acesso seguro dos vizinhos às suas casas, com dispositivos de proteção que previnam acidentes com as operações no recinto de obra; Planejamento das operações de forma a reduzir o tempo de interdição da rua e a duração da obra em cada ponto; Planejamento prévio dos trajetos, em função do porte dos equipamentos, veículos pesados e do fluxo de tráfego; Programação de transporte de pessoal, materiais e equipamentos, evitando-se os horários de pico e noturnos; Implementação de ações de comunicação social com a população lindeira prévio ao início das obras, fornecendo informações sobre os prazos de obras e a quem recorrer no caso de problemas decorrentes das obras; Programa de Trabalho de Educação Socioambiental; Implementar ações educativas e normas de conduta para os trabalhadores, no tocante ao relacionamento com a população vizinha.

Alteração do tráfego: Atendimento das normas locais do município que regulam aspectos de obras públicas e particulares, horários de trabalho, sinalização e autorizações prévias de interdição de vias; Implementar cuidados especiais na entrada e saída de caminhões da obra, garantir que os mesmos se locomovam em baixa velocidade nesses pontos; Planejamento das operações de forma a reduzir o tempo de interdição da rua e a duração da obra em cada ponto; Planejamento prévio dos trajetos, em função do porte dos equipamentos, veículos pesados e do fluxo de tráfego; Programação de transporte de pessoal, materiais e equipamentos, evitando-se os horários de pico e noturnos; Implementação de ações de comunicação social com a população lindeira prévio ao início das obras, fornecendo informações sobre os prazos de obras e a quem recorrer no caso de problemas decorrentes das obras.

- **Fase 3: Operação**

Alteração do Clima, da Paisagem e da Qualidade do Ar: Para a compensação dos gases de efeito estufa liberados nos diferentes processos e etapas de operação do Sistema de Esgotamento Sanitário, recomenda-se o plantio de árvores no entorno das estações elevatórias e da estação de tratamento de efluentes, seguindo um projeto paisagístico e urbanístico. Outra recomendação de compensação por este impacto é a implementação de um Programa de redução ou de compensação de emissões de gases do efeito estufa. Quanto às emissões fugitivas, para minimizar os efeitos destas recomenda-se o planejamento prévio dos trajetos, em função do porte dos equipamentos, veículos pesados e do fluxo de tráfego; Programação de transporte de pessoal, materiais e equipamentos, evitando-se os horários de pico e noturnos; Implementação de ações de comunicação social com a população referente aos procedimentos operacionais no entorno das estações elevatórias e de tratamento de efluentes, fornecendo informações sobre os procedimentos operacionais, horários das atividades e a quem recorrer no caso de problemas decorrentes das obras; Implementação de programa de manutenção preventiva dos equipamentos e veículos utilizados na operação do sistema de esgotamento. Monitoramento contínuo das emissões fugitivas com o objetivo de verificar se as mesmas ultrapassam os limites estabelecidos nas normas. Uso de produtos químicos para o controle de odores nos pontos onde o esgoto se apresenta em condições sépticas devido aos maiores trechos de deslocamento.

Poluição Sonora: O uso de equipamentos aquáticos durante a operação do sistema de esgotamento será muito restrito e se resumirá às coletas mensais nos pontos de monitoramento. Para os equipamentos constituintes do sistema de esgotamento sanitário, recomenda-se a execução de um programa de manutenção preventiva e corretiva de forma a evitar o mau funcionamento dos mesmos. Para pontos mais sensíveis como escolas e hospitais, os equipamentos constituintes do sistema deverão receber isolamento acústico. Monitoramento contínuo dos níveis de pressão sonora com o objetivo de verificar se as mesmas ultrapassam os limites estabelecidos nas normas.

Alteração do solo e da qualidade da água superficial e subterrânea: Implantação de um programa de manutenção preventiva e corretiva de forma a evitar ou controlar de forma mais rápida e eficiente eventuais vazamentos nos elementos constituintes do Sistema de Esgotamento Sanitário. Implantação de um programa de vistoria dos veículos condutores de lodos derivados do sistema de esgotamento. Funcionamento contínuo do Programa de Trabalho de Educação Socioambiental de modo a permitir que a sociedade possua canais para denúncias e reclamações sobre mau funcionamento dos equipamentos ou eventuais vazamentos na rede e emissário. Monitoramento sistemático do riacho Jaguaribe e do Rio Potengi de modo a identificar eventuais mudanças significativas na qualidade da água destes mananciais. Minimizar a entrada de efluentes tratados no corpo receptor através do incentivo a um Programa Interinstitucional de Reúso de Efluentes. A experiência nacional e internacional mostra que é possível a aplicação de efluentes tratados em atividades urbanas, como rega de jardins, atividades agrícolas menos exigentes e em atividades industriais. Funcionamento contínuo do Programa de Trabalho de Educação Socioambiental de modo a permitir que a sociedade possua

canais para denúncias e reclamações sobre mau funcionamento dos equipamentos ou eventuais vazamentos na rede e emissário. Implementar um programa de monitoramento sistemático da água subterrânea na área da ETE. Implantação de um programa de vistoria dos veículos para minimizar os ruídos e implantar um Programa de Resgate e Afugentamento da Fauna.

Geração de emprego e renda, alteração da economia e na arrecadação de tributos: A execução de todos os programas e recomendações do EIA demandará a contratação de mão de obra qualificada e também com baixa qualificação, o que trará benefícios econômicos para a região atendida pelo Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Norte de Natal. A implantação do Programa de Trabalho de Educação Socioambiental terá um papel fundamental para a mobilização da mão de obra. As atividades econômicas desenvolvidas nas delimitações da zona de mistura deverão ser restringidas por questões de segurança sanitária. Assim, a implantação do Programa de Trabalho de Educação Socioambiental é importante para que a população usuária conheça as limitações legais impostas para os usos na área demarcada através do processo de modelagem.

Alteração do nível de saúde humana: Realização de reuniões periódicas com a população afetada pela implantação do Sistema de Esgotamento com o objetivo de divulgar as ações do Programa de Trabalho de Educação Socioambiental; Uso de equipamentos e veículos com motores sempre devidamente regulados, assegurado por meio de manutenção periódica; Vistoria dos veículos utilizados na operação, certificando que eles atendem aos limites legais de emissões veiculares; Uso de silenciadores no escapamento e revisão periódica dos dispositivos para assegurar que permaneçam funcionando adequadamente; Utilização de blindagem acústica de máquinas, motores e geradores, onde necessário e tecnicamente viável; Instalação de barreiras acústicas portáteis no entorno de equipamentos ou operações muito ruidosas, nas proximidades de receptores sensíveis como escolas e hospitais; As empresas construtoras responsáveis pelas diferentes fases e etapas das obras do Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Norte de Natal deverão disponibilizar equipamentos de proteção individual, com destaque a máscaras e protetores auriculares para os trabalhadores; implantação de programa de prevenção de riscos de acidentes nos locais das obras e seus entornos; Manter adequada ordem e limpeza no recinto de obra, imediata retirada de resíduos, minimizar o armazenamento de insumos no local, especialmente produtos inflamáveis e produtos perigosos, etc; Implementação de sistemática supervisão ambiental das instalações do Sistema de Esgotamento, controlando o atendimento das normas e exigências contratuais quanto à prevenção e mitigação de impactos à população vizinha; A manutenção de canais de diálogo com a população e associações de bairro, para encaminhar soluções para osinevitáveis problemas e reclamações é medida necessária para mitigar este impacto, conforme previsto no Programa de Trabalho de Educação Socioambiental.

9. PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

O Programa Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos Ambientais se caracteriza como um instrumento de gestão, cujo objetivo é garantir o atendimento à legislação ambiental aplicável e também a execução das ações de responsabilidade do empreendedor. Busca maximizar os impactos positivos e diminuir os efeitos adversos do projeto.

As ações do programa serão em conjunto com as medidas mitigadoras descritas no capítulo anterior. Elas serão organizadas de forma a contemplar as atividades relativas ao planejamento, implantação e operação da ETE Jaguaribe. Todos os planos possuem caráter abrangente e buscam integrá-lo às soluções de outros impactos detectados, de forma harmônica. O Programa foi planejado com base na sustentabilidade, com ações construtivas e interdisciplinares, embora contemple individualmente os fatores ambientais.

Programa de Monitoramento e Controle da Fauna: O programa permitirá acompanhar as alterações na fauna que formarão uma nova condição ambiental no local do empreendimento. A partir do presente programa poderá se propor medidas de conservação, manejo, controle e fiscalização com relação à fauna local. Ainda tem importante função na identificação de eventuais impactos sobre a fauna não previstos neste estudo. No caso dos animais que podem causar algum dano à saúde humana (animais peçonhentos e vetores), o programa justifica-se por fatores ecológicos, relacionados à saúde pública e ao desenvolvimento do conhecimento científico. Ainda com relação à saúde pública, existe a necessidade de minimizar a probabilidade de ocorrência de acidentes com animais peçonhentos, principalmente serpentes, na área do entorno do empreendimento, em função do deslocamento destes durante a fase de instalação do empreendimento. Do ponto de vista científico, o desenvolvimento deste programa propiciará um melhor conhecimento acerca da história natural de espécies animais, pois o monitoramento da fauna é uma das formas mais eficazes de efetuar estudos quantitativos e qualitativos sobre a fauna regional.

Programa de Monitoramento e Controle da Supressão de Vegetação: O Programa de Supressão de Vegetação está diretamente vinculado aos impactos previstos, onde se foi avaliado e identificado um número baixo de indivíduos a serem suprimidos. O programa tem por objetivo o desmatamento e a limpeza das áreas que serão usadas pelo empreendimento, pretendendo minimizar o mínimo os impactos ambientais, e o risco de contaminação das águas do Rio Potengi durante a instalação do empreendimento. O desmatamento deverá ser precedido através do processo de Autorização de Desmatamento através do IDEMA, bem como por um trabalho de resgate e afugentamento de fauna.

Programa de Monitoramento e Controle do Ambiente Aquático: Este programa tem como objetivo observar e acompanhar possíveis alterações nas comunidades aquáticas na fase de operação da ETE, através de amostragens sistemáticas das comunidades planctônicas, bentônicas e da ictiofauna da área de influência. Entrevistas com os pescadores deverá complementar o acompanhamento da ictiofauna. Os pontos utilizados na fase de estudo poderão ser os mesmos utilizados no Programa, permitindo uma comparação entre os resultados encontrados antes e após a operação da ETE. Se for necessário poderá haver modificações nos pontos amostrais. A coleta planctônica será através de redes por arrasto horizontal, sendo fixados no formol e lugol. Já o bentos será coletado por dragas (Van veen) e fixados no formol. Ambos serão analisados de forma quantitativa e qualitativa. Com o monitoramento aquático através das comunidades aquática é esperado detectar possíveis alterações nessas comunidades, podendo prever tomadas de decisões e ações preventivas e corretivas que minimizem a ocorrência de impactos negativos.

Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Corpo Receptor e do Efluente Final da ETE Jaguaribe: O Plano objetiva o monitoramento da qualidade dos efluentes tratados da ETE Jaguaribe a serem despejados, bem como as águas do corpo receptor, o estuário do rio Potengi. Sua justificativa está pautada na medida em que os procedimentos a serem adotados evitem ou até mesmo, minimizem a ocorrência dos impactos ambientais decorrentes da operação da citada Estação de Tratamento. Além disso, o plano permite avaliar as condições ambientais do referido estuário e identifica possíveis sobrecargas da que venham a ocorrer implicando diretamente a capacidade de autodepuração do corpo hídrico. No decorrer da fase de planejamento, para o Plano de Coleta foram adotados inicialmente 12 (doze) pontos de amostragem. Tais pontos foram selecionados e pré-definidos conforme o Termo de Referência elaborado pelo órgão ambiental competente, bem como a quantidade dos pontos e suas localizações.

Embora fosse suficiente para o diagnóstico do corpo receptor, a equipe da Funcern entendeu que para uma melhor análise se deveria incluir um 13º ponto. Tal ponto está localizado nas imediações do lançamento da estação de tratamento de esgoto do Baldo.

Recomenda-se que nos dois primeiros anos da operação da ETE sejam realizadas campanhas de coletas com frequência **bimensal**, ou seja, de dois em dois meses. E nos anos seguintes sejam realizadas com frequência **quadrimestral**. Neste caso, tem-se a garantia que as amostragens sejam realizadas em períodos de estiagem e períodos chuvosos. Além disso, deve-se levar em consideração as tabuas de marés, sejam elas baixas ou altas, e as marés de sizígia e quadratura, que devem também ser bem avaliadas. O monitoramento da qualidade das águas será de responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN.

Um fator preponderante e que merece destaque, é a dinâmica da diluição dos poluentes promovida pelo seu transporte por advecção e dispersão, que é diretamente influenciado pela hidrodinâmica do corpo hídrico. Devido a este fator, recomenda-se que sejam dadas continuidades aos estudos do estuário Jundiaí/Potengi, com a finalidade de aferir e calibrar um modelo hidrodinâmico, utilizando para tal, medições de correntes em diversos pontos e diferentes profundidades do estuário.

É muito importante advertir que os efluentes lançados, mesmo sendo tratados, também podem comprometer o uso de uma área restrita para a recreação ou a balneabilidade do estuário. Considerando que algumas atividades como a pesca, natação e mergulho, ficariam restritas no entorno do ponto de lançamento, que obviamente estaria devidamente sinalizado.

Não obstante, recomenda-se que em curto prazo poderão ser implantadas campanhas educativas, buscando a melhoria da situação ambiental do estuário Jundiaí/Potengi, além da colocação da sinalização em avisos com placas de advertências e alertas sobre a qualidade das águas que permitem ou não a recreação.

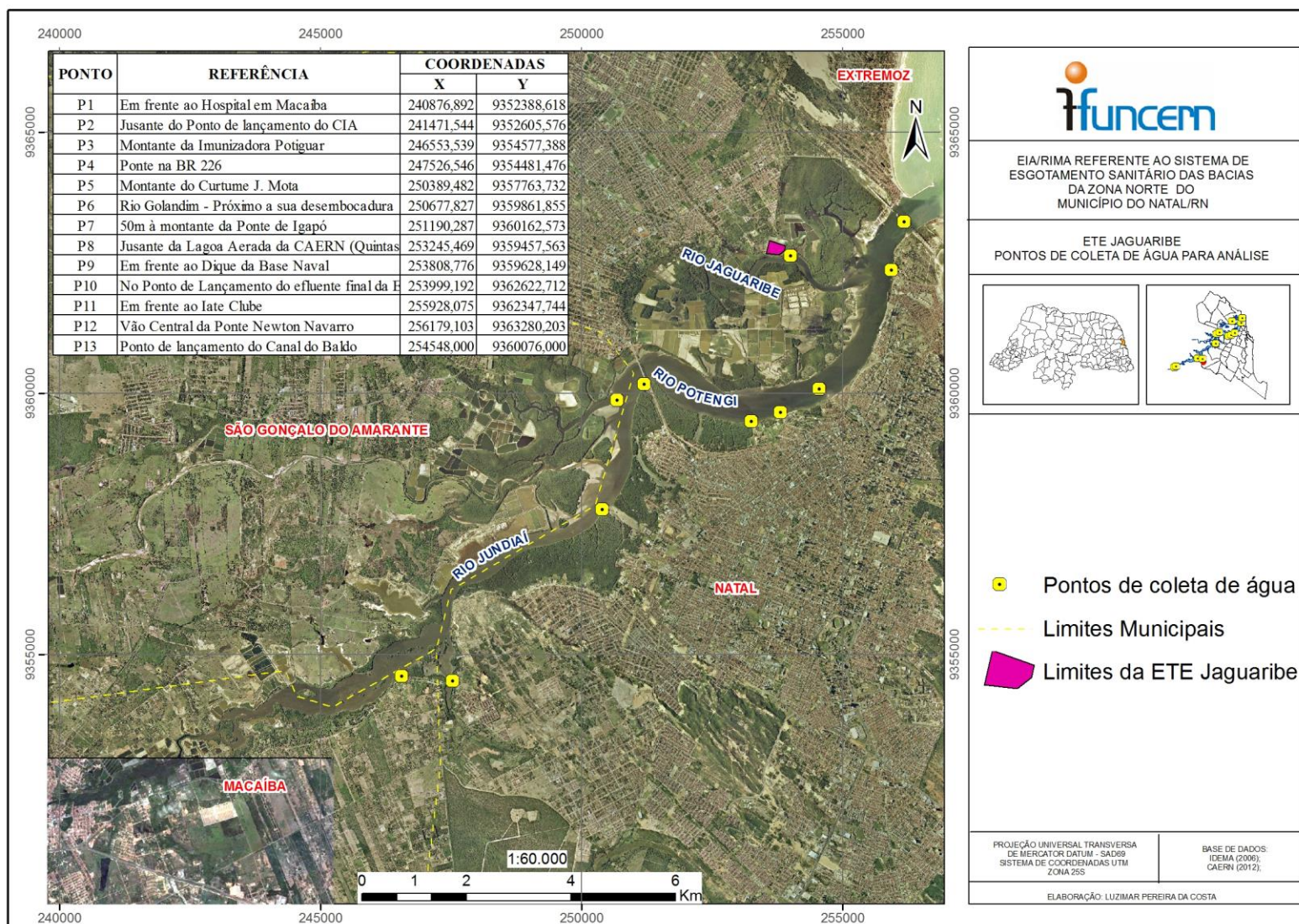


Figura 64 - Mapa de localização dos pontos de amostragem

Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas: O programa de monitoramento das águas subterrâneas tem três finalidades. A primeira é verificar a ocorrência de percolação dos efluentes da estação de tratamento de esgoto em direção ao lençol freático, devido algum tipo de ruptura na base impermeabilizada da mesma. O segundo objetivo é acompanhar a melhoria das concentrações de nitratos nas águas subterrâneas cobertas pela rede coletora do esgotamento sanitário, a fim de comprovar a eficácia do sistema de esgotamento sanitário. A terceira finalidade é a repetição anual, no final do período seco (baixas precipitações), de todas as análises químicas recomendadas no termo de referência a fim de comprovar alterações no background da água subterrânea no entorno da ETE. São elas: Temperatura, cor, odor, sabor, turbidez, pH, condutividade elétrica, sólidos totais a 105°C, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão, alcalinidade total, alcalinidade de hidróxido, alcalinidade de carbonato, alcalinidade de bicarbonato, dureza total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro, carbonato, bicarbonato, sulfato, cloreto, coliformes totais e termo tolerantes, e os metais: cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, mercúrio total, cromo total, níquel total e zinco total.

No primeiro caso, foco restrito à ETE, propõe-se utilizar os três poços tubulares (piezômetros) construídos durante a fase de planejamento: um a montante do fluxo subterrâneo (PZ 01) e dois a jusante do fluxo subterrâneo (PZ 02 e PZ03), sabendo que o piezômetro de montante permitirá apontar fontes externas de contaminação.

Programa de Controle e Recuperação das Áreas Degradadas:

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas consiste no planejamento e posterior execução de ações de recuperação ambiental das áreas de apoio às obras, que deverão ter suas condições originais alteradas na fase de implantação do empreendimento.

Este Programa também indica ações operacionais preventivas e corretivas destinadas a promover o controle dos processos erosivos decorrentes da obra e evitar problemas de instabilização de encostas e maciços, enfocando, principalmente, taludes de cortes e aterros, áreas de canteiros de obras, dentre outras, que no caso de inexistência de um manejo adequado do solo, ou de sub-dimensionamento, podem acarretar riscos à integridade das estruturas do projeto e também alterações futuras na qualidade das águas do Rio Potengi.

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas irá indicar os aspectos a serem observados na condução dos procedimentos voltados à recuperação ambiental das áreas alteradas. Assim, para cada local a ser recuperado, será elaborado um projeto ou plano específico, sendo que o conjunto de ações e dos planos comporá o Programa de Recuperação das Áreas Degradadas.

Programa de Prevenção de Riscos Ambientais:

Ações que tem como base a Norma Regulamentadora NR 09, que visa cumprir as metas descritas no respectivo programa, relacionado aos riscos, e seus agentes agressivos a integridade física e saúde do trabalhador e a preservação do meio ambiente.

A NR-09 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Programa de Controle da Poluição Ambiental da Obra: Os objetivos do Programa de Controle da Poluição Ambiental da Obra, são: implantar uma estrutura no canteiro de obras, para dar suporte e executar medidas relativas à manutenção da qualidade ambiental da área do empreendimento; estabelecer critérios ambientais para os serviços de disposição final de resíduos sólidos, efluentes líquidos, abertura de acessos e demais assuntos pertinentes, com a finalidade de padronizar procedimentos voltados para garantir a adequada performance ambiental do empreendimento.

Programa de Ação no Meio Sociocultural e de Educação Ambiental:

O Programa prevê divulgação e repasse de informação para a população sobre os diversos aspectos do empreendimento. Uma população que se apodera do projeto é parceira e melhor compreende os possíveis transtornos temporários inevitáveis principalmente no momento de instalação do empreendimento. Deve-se estabelecer um programa de disseminação das informações que utilize todos os tipos de mídias locais e é fundamental também a elaboração e distribuição de cartilhas educativas elucidando os principais pontos da obras. A equipe executora deverá apresentar palestras em fóruns que atinjam o público alvo, não se limitando às audiências públicas previstas na legislação ambiental.

Medidas de Educação Ambiental para a Área de Influência da ETE: As obras de esgotamento sanitário constituem-se espaços integrados à paisagem urbana, responsáveis pela coleta e tratamento dos efluentes líquidos gerados pela população, finalizando nas Estações de Tratamento de Esgotos para que somente após essa etapa, os efluentes tratados sejam lançados na natureza. Propomos algumas medidas que contribuirão positivamente para o funcionamento de todo o sistema: a) construção de um Centro de Educação Ambiental, com atividades de Educação Ambiental Formal e Informal voltadas para a área de saneamento e, mais precisamente, esgotamento sanitário. b) entrosamento contextual da Educação Ambiental nos diversos órgãos que tratam da questão ambiental na Área de Influência do Empreendimento, a saber: Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), Secretaria Municipal de Educação (SME), Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento Básico do Município de Natal (ARSBAN), Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA) e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH).

10. CONCLUSÕES

O município do Natal apresenta baixos índices de cobertura de serviços de coleta e tratamento de efluentes. O presente empreendimento faz parte do projeto que elevará os níveis de atendimento desses serviços para a totalidade da população e por conseguinte o que trará condições para que o município e a região metropolitana se desenvolvam pautados em melhores níveis de infra-estrutura, qualidade ambiental e sanitária de modo a atingir as metas do desenvolvimento sustentável.

A hipótese da não implantação do sistema traria sérias consequências com impacto negativo direto sobre os aspectos econômicos, sociais e ambientais. O estuário do Rio Potengi se apresenta em uma situação limite de recebimento de cargas poluidoras e já é fonte de riscos à saúde humana quando doenças de veiculação ou origem hídrica estão associadas ao contato com este manancial. Além disso, a continuidade do aporte de poluentes levará a impactos negativos duradouros sobre a economia local, principalmente à pesca e ao turismo e também à perda de diversidade no referido ecossistema será uma consequência direta da poluição hídrica. Também se intensificaria a problemática de contaminação do manancial subterrâneo com nitrato o que afetará ainda mais o abastecimento humano da cidade.

Foram identificados impactos ambientais positivos e negativos relacionados ao empreendimento. Quanto aos negativos são de destacar que a adoção das medidas mitigadoras serão

fundamentais na mitigação ou no controle total de tais impactos negativos. Destaca-se dentre esses, no meio aquático, o lançamento de efluentes tratados no corpo receptor que já se encontra em uma situação limite quanto a sua capacidade de suporte. Ocorre que este impacto também será mitigado quando adotadas as medidas mitigadoras previstas: reuso de efluentes, uso de difusores para ampliar a capacidade de diluição do efluente e implantação de unidade de remoção de nutrientes que pode ser de caráter físico-químico ou biológico.

Os impactos na fase de implantação são em sua maior parte reversíveis e estão principalmente relacionados ao meio físico e ao meio antrópico das comunidades diretamente afetadas pelas obras. No entanto, destaca-se que essas comunidades também serão receptoras dos impactos ambientais positivos, mais duradouros e que surgirão após a conclusão e o início da operação do sistema de esgotamento e tratamento dos efluentes.

A atividade econômica será beneficiada com o início das obras através do aumento da demanda por bens e serviços relacionados às obras, trazendo ganhos para os pequenos comércios do entorno, mas também ao setor da construção civil local e aumento na arrecadação tributária do município.

A melhoria geral tanto ambiental quanto sanitária esperada após a conclusão das obras e com o início do funcionamento do sistema de esgotamento também trarão impactos positivos relacionados à melhoria da qualidade de vida e como consequência haverá menos casos de doenças entre a população economicamente ativa do município.

Destaca-se a necessidade de se implantar as medidas mitigadoras e os planos de monitoramento para que os impactos ambientais negativos previstos na fase de operação possam ser adequadamente mitigados ou minorados. Assim, para que essas ações ocorram a CAERN deverá investir em melhorias contínuas na operação e manutenção dos sistemas de coleta e tratamento dos efluentes.

Adotando-se as ações previstas anteriormente será possível conseguir benefícios imprescindíveis ao ambiente e à população em geral. Destaca-se:

- Diminuição gradual dos níveis de contaminação do lençol freático na região;
- Recuperação das condições naturais do estuário do Rio Potengi com impactos diretos no ecossistema local, mas também nos aspectos econômicos e sociais;
- Controle total das ligações clandestinas de esgotos com resultados diretos nos aspectos visuais, ambientais e sanitários da cidade;
- Melhoria nas condições de infra-estrutura do município permitindo a implantação de novos empreendimentos e atividades econômicas sustentáveis.

Os resultados das análises de campo indicam que o estuário do rio Potengi já se apresenta em uma situação limite de sua capacidade de suporte, ao considerar os valores previstos para sua classe na resolução CONAMA 357/2005.

A qualidade prevista para os efluentes das ETE Jundiaí-Guarapes e Jaguaribe atendem plenamente o que é exigido na resolução CONAMA 430/2011.

Após a análise dos itens acima, destaca-se que o estudo os cenários previstos na modelagem matemática computacional da capacidade de suporte do rio Potengi indicam ser imprescindível a ampliação do sistema de esgotamento sanitário do município do Natal através da implantação dos sistemas das zonas sul e oeste e da zona norte.

A análise ambiental indica também que os referidos sistemas precisam adotar medidas mitigadoras e planos de controle para que possam atingir as metas de melhorias nas condições ambientais e sanitárias.

Destacam-se entre as referidas medidas a necessidade de diminuir o aporte de fósforo e nitrogênio ao corpo receptor. Para isso devem ser adotadas as seguintes ações

- Desenvolvimento, por parte da CAERN e com auxílio do órgão gestor dos recursos hídricos local, de uma política de reuso com aplicações agrícolas, urbanas e industriais. Atualmente as indústrias instaladas na região utilizam sem qualquer controle as águas do manancial subterrâneo e essa demanda poderia ser atendida parcialmente pelos efluentes finais emitidos pelas duas ETE;
- Melhoria na forma de lançamento do efluente tratado junto ao corpo receptor com o auxílio de difusores e prolongamento do emissário para um ponto do rio onde se tenha melhor nível de dispersão;
- Implantação nas plantas das ETE de uma unidade de remoção de nutrientes com auxílio de técnicas físico-químicas ou biológicas.

Essas medidas são necessárias para o controle do risco de um possível processo de acúmulo de nutrientes no corpo receptor que pode levar à intensificação da eutrofização, o que a médio e longo prazo traria riscos sanitários e ambientais que inviabilizariam os múltiplos usos do estuário do Rio Potengi.

11. EQUIPE TÉCNICA

NOME DO PROFISSIONAL/FUNÇÃO	FORMAÇÃO
Jean Leite Tavares (Coordenador/Empreendimento)	Engenheiro Civil – Doutor em Recursos Hídricos
André Luis Calado Araújo (Qualidade das Águas/Empreendimento)	Eng. Civil – Doutor em Engenharia Sanitária
Handson Claudio Dias Pimenta (Levantamento de Impactos)	Eng. Produção - Mestre em Eng. Produção
Marcos Antônio Freire da Costa Júnior (Meio Biológico/Análises)	Biólogo - Mestre em Bioecologia Aquática
Leonardo Pivotto Nicodemos (Levantamento de Impactos)	Tecnólogo em Gestão Ambiental – Mestre em Eng. Produção
Luzimar Pereira da Costa (Geoprocessamento)	Geógrafa, Técnica em Geoprocessamento, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Maria Wagna de Araújo Dantas (Meio Antrópico/Apoio Administrativo)	Economista – Especialista em Gestão Ambiental
Milton Issachi Aoqui (Levantamentos de Impactos)	Geólogo – Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Régia Lúcia Lopes (Solos/Empreendimento)	Eng. Civil – Doutora em Eng. Civil
Ricardo Nascimento Flores Severo (Solos)	Eng. Civil – Doutor em Eng. Civil
Roberto Fioravanti Carelli Fontes (Modelagem de Qualidade da Água)	Físico – Doutor em Oceanografia Física
Roberto Pereira (Hidrogeologia)	Geólogo – Doutor em Hidrogeologia
Ronaldo Fernandes Diniz (Geologia/Hidrogeologia)	Geólogo – Doutor em Geologia Costeira
Wagner Luiz Alves da Silva (Meio Físico/Antrópico)	Geógrafo - Especialista em Gestão Ambiental Urbana. Mestre em Estudos Urbanos e Regionais
Josivan Cardoso Moreno (Meio Antrópico)	Tecnólogo em Gestão Ambiental – Mestre em Engenharia Sanitária
Laís Ariane Martins Barbosa Correia (Meio Antrópico/Apoio Administrativo)	Estagiário – Geografia
Ruan Otavio Teixeira (Estagiário)	Estagiário – Gestão Ambiental
Teresa Raquel de Araujo Viana (Estagiária)	Estagiária –Gestão Ambiental
Maria Magnólia Ribeiro do Nascimento	Estagiária –Gestão Ambiental

(Estagiária)

Paula Geórgia Viana Fernandes
(RIMA)

Arquiteta e Urbanista

12. REFERENCIAS

APHA, American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th, 2005.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. São Paulo-SP, Diefel 1986.

AZEVEDO NETO, J. M.; ARAÚJO, R.; FERNANDEZ, M. F.; Ito, A. E. Manual de hidráulica. 8^a Ed atualizada. Ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, LTDA, 2002.

Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Norte 2006. Ano Base 2005/SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DE ENERGIA E SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SEDEC. Rio Grande do Norte, 2006. 103p. (Série Informações Energéticas, I) **Balanço Energético I**. Título II. Série.

BARROS A.B.S.S. **A Capacidade de Transporte dos Escoamentos de Maré no Estuário de Potengi, RN**. Departamento de Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 245 p. 1984.

BIGARELLA, J. J. **The Barreiras Group in Northeast Brazil**. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Porto Alegre (RS), nº 47, p.365-393. 1975

BIGARELLA, J. J.; AB'SABER, A. N. **Palaogeographische and Palaoklimache Aspekje des Kanozaihumus**. In: Sudbrasilien. ZEISTSCHR. GEOMORPH. Ber1in: NF. 1964.

BIGARELLA, J. L ANDRADE, G. O. de. **Considerações sobre a Estratigrafia dos Sedimentos Cenozóicos em Pernambuco** (Grupo Barreiras). Arq. Inst. Cio Terra, Recife, 2:2- 144, 1964

BOLETIM CLIMATOLÓGICO DA UFRN, Série 1984-1998.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste** Especialmente do Ceará. Coleção Mossoroense – Volume CCCXV. Editora Universitária – UFRN. 4^a edição. Natal-RN. 1960

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 3^a Ed. São Paulo, CETESB/ASCETESB, 1986. 640p.

BRASIL. **Lei n.6.776**, de 17/12/79. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.

BRASIL. MAJDNPEA; SUDENE. **Levantamento Exploratório** - Reconhecimento de Solos do Rio Grande do Norte. Recife-PE, 1971. Pta, item 3, p. 15-20, Geologia e Material Originário

CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. *Acquatoo Consultoria. Estudo Preliminar de Avaliação da Capacidade de Suporte do Estuário do Rio Potengi.* 2006.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R.G. *Environmental health engineering in the tropics: an introductory text.* 4 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1990. 283p.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R.G. *Environmental Health Engineering in the tropics: An Introductory Text.* 2nd Edition, John Wiley, Chichester, 1997, p. 35.

CALADO, A. L. A. *Comportamento do nitrito em mangues e estuários.* [mensagem pessoal] Mensagem recebida por <jeanl.tavares@gmail.com> em 14 junho 2013.

CAMPOS E SILVA, A. *Contribuição ao estudo do Grupo Barreiras no Rio Grande do Norte.* Natal: Arq. Inst. Antropologia de Natal-UFRN, 1969.

CAMPOS E SILVA, A. *O Grupo Barreiras na região de Natal.* Instituto de Antropologia, Com. Int. de Geologia. Natal, n. 1, p.4, 1966.

CARICCHIO, Camilla. **Estuários.** Disponível em: <<http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/estuarios.html>>. Acesso em: 05 abr. 2014.

CARVALHO, M. M. **Clima urbano e vegetação:** estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal. Natal, 278 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2001.

CARVALHO, A. J. E. e ZÁKIA, M. J. B. **Avaliação Do Estoque Madeireiro Etapa Final Inventário Florestal Do Estado Do Rio Grande Do Norte.** Desenvolvimento Florestal Integrado do Nordeste do Brasil. POJETO PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007 Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Documento de Campo nº 13. Natal/RN, 1994. 85 p.

CASCUDO, Luís da Câmara. **História da Cidade do Natal.** 3. ed. Natal: Instituto Histórico e Geográfico, 2002.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Singificado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** 2009.

_____. **Índice de qualidade das águas.** São Paulo, 2014. Disponível em: <[>](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das%C3%81guas-(iqa))>. Acesso em: 10 mar. 2014.

CHERNICHARO, C. A. de L. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Reatores Anaeróbios** – Vol. 5, Belo Horizonte: Editora UFMG 2008.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte e Sur America.** Ciencia Interamericana, v. 25, p. 4 - 15, 1985.

CLARK, J. *Coastal Zone Management Handbook.* New York: Lewis Publisher/CRC Press. 694 p. 1996.

CLARK, J. R. - **Coastal Ecosystem Magenient,** New York. Willey interscience publication, 1976, p.123-131.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Brasília: 2005.

_____. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005.** Brasília: 2011.

CONTENGE. **Estudo Hidrogeológico de Natal-RN.** Definição da potencialidade dos recursos hídricos do sistema Dunas-Barreiras e condições de exploração até o ano 2000. Consultoria Técnica de Geologia e Engenharia Ltda. 1970.

COLLI, G. R.; ACCACIO, G. M.; ANTONINI, Y.; CONSTANTINO, R.; FRANCESCHINELLI, E. V.; LAPS, R. R.; SCARIOT, A. O.; VIEIRA, M. V.; WIEDERHECKER, C. A. **Fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese.** In:

CVJETANOVIC, B. **Health effects and impact of water supply and sanitation.** *World Health Statistics Quarterly*, 39:105-117. 1986.

RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. O. (Eds.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2003. p. 317-324.

COSTA, W. D. **Estudos hidrogeológicos de Natal.** 1971.

COSTA, Emily Cintia Tossi de Araújo. **Diagnóstico ambiental das águas do estuário Jundiá-Potengi pela determinação dos índices de qualidade da água e toxidez.** 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

CUNHA E.M.S. **Caracterização e Planejamento Ambiental do Estuário Potengi.** Centro de Biociências, Depart. de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Dissertação de Mestrado, 211 fl. 1982.

DELTARES, Delft3D-FLOW - **Hydrodynamic Model User Manual**, Delft, the Netherlands, 2011a.

DELTARES, Delft3D-WAQ - **Water Quality Processes and Modeling User Manual**, Delft, the Netherlands, 2011b.

EMERENCIANO, D. P.; SILVA, H. F. O. da; CARVALHO, G.C.; CRUZ, Â.M.F.; MOURA, M.F.V. **Análise da ocorrência de metais: bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, níquel e zinco, em mexilhão (*Anomalocardia brasiliensis*) coletados no Estuário Potengi/Jundiá – RN.** Publica IV 01–09. 2008.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia** - 2ª Ed. - Rio de Janeiro, Interciência/FINEP, 1998, 575p.

FARINHAQUE, Roberto, **Influência de Unidade no Poder calorífico da Madeira de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) e Aspectos gerais de combustão** FUPEF. Série Técnica nº 06. Curitiba/PR. Jan/1987. 13 p.

FEACHEM R.G; BRADLEY, D; GARELICK, H; MARA D. **Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management**. Chichester (UK), John Wiley and Sons; 1983.

FEITOSA E. C.; MELO J.G.. Relatório Diagnóstico dos dados e Informações disponíveis. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Natal, Secretaria Estadual de Recursos Hídricos/Hidroservice engenharia Ltda, 1997.

FELFILI, J.M. e JÚNIOR. M. C. S. **Biografia do Bioma Cerrado**. Estudo Fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Ministério do Meio Ambiente. Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal. Brasília, 2001. 152 p.

FERRI, Mário Guimarães **Ecologia: temas e problemas brasileiros**. Editora Itatiaia São Paulo, Vol. 3, 1974.

FONSECA, Jairo Simon. **Curso de Estatística**. São Paulo: Atlas, 1990.

FONTES. P. J. P. BATAUS. Y.S.L. **Alternativa para a Redução do Consumo de Lenha na Indústria Cerâmica do Rio Grande do Norte**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação – DIRPED. Laboratório de Produtos Florestais – LPF. Segundo Relatório Técnico. IBAMA/DIRPED/LPF. Brasília/DF, jul/1992. 38 p.

FRAZÃO E.P. & Vital H. **Estudo Batimétrico e Sonográfico do Estuário do Rio Potengi- RN**. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 41, João Pessoa, *Anais*, 1:90. 2002.

FRAZÃO E.P. **Caracterização hidrodinâmica e morfosedimentando estuário Potengi e áreas adjacentes: subsídios para controle e Recuperação ambiental no caso de Derrames de hidrocarboneto**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.Dissertação de mestrado.144fl. 2003.

FUNDAÇÃO IDEC **Diagnóstico Preliminar das Condições Ambientais da Região da Grande Natal**. Natal-RN, cap.5. pag.95-105.

GARCIA, J.Jr. **Inventário das espécies de peixes da costa do Estado do Rio Grande do Norte e aspectos zoogeográficos da ictiofauna recifal do Oceano Atlântico**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Departamento de Oceanografia e Limnologia. Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática. – Natal [RN], 125 p. 2006.

GOMES, F. Pimentel. **A Estatística Moderna na Pesquisa Agropecuária**. Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do Fosfato. 3ª edição, revista e ampliada. Piracicaba/ SP, 1987.162 p.

GURGEL, H.C.B. de; BARBIERI, G. **Determinação da idade e crescimento de *Arius luniscutis* Cuvier & Valenciennes, 1840 (Siluriformes, Ariidae) do estuário do rio Potengi (Natal/RN), através da estrutura dos otólitos**. *Ciênc. Cult.*, 42(12):1131-1135, 1991.

GURGEL, H.C.B. de; BARBIERI, G.; PEREIRA, J.A.; MARINS, M.A. **Análise quantitativa e qualitativa da nutrição de *Arius luniscutis* Cuvier & Valenciennes, 1840 (Siluriformes, Ariidae) do estuário do rio Potengi, RN**. *An. Sem. Reg. Ecol.*, 6:169-182, 1990a.

GURGEL, H.C.B. de; BARBIERI, G.; PEREIRA, J.A.; VERANI, J.R. **Estrutura da população e fator de condição do bagre amarelo, *Arius luniscutis* Cuvier & Valenciennes, 1840 (Siluriformes, Ariidae) do estuário do rio Potengi, RN**. *An. Sem. Reg. Ecol.*, 6:237-252, 1990b.

GURGEL, H.C.B.; ALBUQUERQUE, C. Q.; SOUZA, D. S. L.; BARBIERI, G. **Aspectos da biologia pesqueira em fêmeas de *Cathrops spixii* do estuário do rio Potengi, Natal/RN, com ênfase nos índices biométricos.** Acta Scientiarum 22(2):503-505, 2000.

HAMMER, M. J., **Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotos.** Livros Técnicos e Científicos, Editora S. A., São Paulo – SP, 1979, 561p.

HELLER, L. **Saneamento e Saúde.** Brasília: OPAS, 1997.

HELLER, L. & PÁDUA, V. L. (org.). **Abastecimento de Água para Consumo Humano 2ª edição revista e atualizada – Volume 2.** Coleção: Ingenium. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2010.

HIDROCONSULT-HIDROLOGIA.. **Influência da Maré nos Rios Potengi e Jundiáí,** Rio de Janeiro, 1978.

HOSKAWA, R.T. **Introdução ao Manejo de Florestas Naturais em Regime de Rendimento Sustentado.** Associação Pernambucana de Engenheiros Florestais. Boletim Técnico e Informativo nº 2. Recife 1986. 26 p.

IBGE. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática - **SIDRA.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 22 out. 2012.

IBGE.Censo Demográfico 2000 - **Resultados do universo.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 20 out. 2012.

_____.Censo Demográfico 2012 - **Resultados do universo.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 13 nov. 2012.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. **Perfil do seu município: Macaíba.** Natal: IDEMA. Vol. 10. 2008. p. 1-23.

_____. **Perfil do seu município: Natal.** Natal: IDEMA. Vol. 10. 2008. p. 1-26.

_____. **Perfil do seu município: Parnamirim.** Natal: IDEMA. Vol. 10. 2008. p. 1-24.

_____. **Perfil do seu município: São Gonçalo do Amarante.** Natal: IDEMA. Vol. 10. 2008. p. 1-23.

ISAIAS, E. M. I. et all. **Avaliação do estoque Lenhoso do estado do Rio Grande do Norte.** 1ª Etapa Estratificação e Mapeamento da Vegetação Nativa Lenhosa Através de Composições Coloridas do TM LANDSAT. PROJETO PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007 Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Documento de Campo nº 4. Natal 1992. 30 p.

JEFFERSON, T.A.; LEATHERWOOD S. & WEBBER, M.A. **Marine mammals of the world:** FAO Species Identification Guide. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, II, 320 p. 1993.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

JORNAL DE HOJE. **Dia da Consciência Negra é momento de comemoração e luta por novas conquistas.** Data: 20 novembro 2012. Disponível em <<http://jornaldehoje.com.br/dia-da->

consciencia-negra-e-momento-de-comemoracao-e-luta-por-novas-conquistas/> Acesso em 13 de dez. de 2012

KOLLMANN, F.E.W.A. Caté Jr. **Principles of Wood Science and Technology I Solid Wood**. Inc. N.Y. 1968. 592p.

LAURANCE, S. G.; HUTCHINGS, R. W.; LOVEJOY, T. E. **Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities**. Conservation Biology, Gainesville, v. 12, n. 2, p. 460-464, 1998. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.97175>.

LINO, Clayton F. **Texto síntese: A Mata Atlântica**. Portal da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: Anuário Mata Atlântica. São Paulo: Conselho Nacional Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2003. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/anuario/mata_01_sintese.asp>. Acesso em: 31 out. 2007.

LISBOA, C.M.C.A.; CAMPOS, U.M.; SOUZA, S.K.S. **Mapeamento e Caracterização dos Remanescentes de Dunas do Município de Natal – RN, Brasil**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.64-83, 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual e identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa/SP: Ed. Plantarum. Volumes I e II, 1982.

MABESOONE, J.M. & CASTRO, C. **Desenvolvimento Geomofologico do Nordeste Brasileiro**. Bo I. do Núcleo Nordeste da Soc. Bras. Geol., Recife, 3:5-36, 1975

MABESOONE, J. M. **Relief of northeastern Brazil and its correlated sediments**. Annals of Geomorphology Verlag Gebruder Borntraeger, 1 Berlin 38 - Nikolasde. Alemanha. Pgs 419 a 453, c/Ilustr. 1966.

_____. **Sedimentologia**. UFPE, Recife; Imprensa Universitária: 473p. 1968.

MABESOONE, J. M.; CAMPOS E SILVA, A. & BEURLIN, K. **Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte**. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 2(#):173-188, 1972.

MABESOONE, J. M.; ROLIM, J. L. & CASTRO, C. **Late Cretaceous and Cenozoic history of northeastern Brazil**. Geologie Mijnbouw, 56(2): 129-139. 1977.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 1º ed. Malheiros Editores Ltda. São Paulo, 1998.

MARA, D. D.; ALABASTER, G. P. **An environmental classification of housing-related diseases in developing countries**. Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v.98, p.41-51, 1995.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJEFFVE, B. **Principios de Oceanografia Física de Estuários**. [S.l.]: Editora da Universidade de São Paulo - Edusp, 2ª. ed.,2012.

MEDEIROS FILHO, Olavo. **Os holandeses na capitania do Rio Grande**. Natal: Instituto Histórico e Geográfico do RN, 1998. 133 p.

MEDEIROS, P. I. A. P. **Encalhes de cetáceos ocorridos no período de 1984 a 2005 no litoral do Rio Grande do Norte, Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande

do Norte. Centro de Biociências. Departamento de Oceanografia e Limnologia. Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática. 57 p. 2006.

MELO J.G.. **Impactos do Desenvolvimento Urbano nas Águas Subterrâneas de Natal/RN**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 196 p. , 1995.

MELO, José Geraldo. **Avaliação dos recursos de contaminação e proteção das águas subterrâneas de Natal-Zona Norte**. 11998. CAERN - Divisão de Hidrogeologia, Natal, 101 P. ,1998.

METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering: Ereatment, Disposal, Reuse**. 3rd ed. New York:McGraw-Hill, 1991.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Florestas. Programa Nacional de Florestas Unidade de Apoio do PNF no Nordeste. Projeto Conservação e Uso da Sustentável da Caatinga. **Manejo Sustentável dos Recursos Florestais da Caatinga**. Guias Técnicos – Volume 1. Ministério do Meio Ambiente. Natal, 2008. 28 p.

Monumento Natural do Morro do Careca. Disponível em <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/unidades_de_conservacao/gera_dos/morro_do_careca.asp> Acesso em 21 de dez de 2012.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, v. 403, p. 853-845, 2000.

NAITHIRITHI, Chellappa, Lima, A.KA., Thiago Chellappa **Occurrence And Dominance Of An Invasive Toxin Producing Marine Cyanobacteria Into Mangrove Environment Of The Potengi River Estuary, In Natal, Rio Grande Do Norte State, Brazil**. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2005, 38: 19 – 27.

NASCIMENTO, W.S.; GURGEL, L.L.; PANSARD, K. C. A.; NASCIMENTO, R.S.S.; GURGEL, H.C.B.G; CHELLAPPA, S. **Biologia populacional do robalo, *Centropomus undecimalis* (Osteichthyes: Centropomidae) do estuário de Rio Potengi, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil**. Revista Carpe Diem v. 8, n. 8 jan./dez. pg. 63-78. 2010

NATAL. **Plano Diretor de Natal**. Lei Complementar no 07, de 05 de agosto de 1994. Disponível em: http://medeirosadvogados.com/download/municipal/plano_diretor.pdf

_____. **Plano Diretor de Natal**. Lei Complementar no 082, de 21 de junho de 2007. Disponível em http://www.natal.rn.gov.br/_anexos/publicacao/dom/dom_20070623_especial.pdf

_____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Anuário Natal 2011-2012**. Natal (RN), 2012. 402 p.

_____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Circuito histórico, turístico e cultural de Natal em coordenadas. Natal (RN)**: Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 2008. 116 p.

_____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Geografia e Meio Ambiente**. Natal (RN), sd. 16 p.

_____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Natal Ambiental**. Natal (RN), sd. 35 p

_____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. **Natal e sua Região Metropolitana**. Natal (RN): Setor de Pesquisa e Estatística (SPE), 2006. 221 p.: il.

_____. Secretaria Municipal de Saúde. **Plano municipal de saúde: 2010-2013**. Natal, RN, 2010. 187 p.

NETTO, S. P. E. e BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Volume I. Curitiba, 1997. 316 p.

PAREYN, F.G.C. **Aspecto Técnico do Manejo Florestal**. Associação Plantas do Nordeste. Recife, 2009. 14 p

PARNAMIRIM. Acquatool Consultoria S/S Ltda. **Estudo de Impacto Ambiental do Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade de Parnamirim**. 1ª Revisão. Julho de 2008. 328 p.

Parque Estadual Dunas do Natal "Jornalista Luiz Maria Alves". Disponível em <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/unidades_de_conservacao/gera_dos/parque_das_dunas.asp> Acesso em 21 de dez de 2012.

PAYNE, A. I. **The Ecology of Tropical Lakes and Rivers**. Chichester, John Willey & Sons, 1986. 301p.

PDES. **Plano Diretor de Esgotamento Sanitário do município do Natal**. (2004). Rio Grande do Norte. Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SRH). Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Execução: KL Engenharia

PÉREZ E, BLASCO J, SOLE´ M. **Biomarker responses to pollution in two invertebrate species: Scrobicularia plana and Nereis diversicolor from the Ca´diz bay (SW Spain)**. Mar Environmental Research 58:275- 9. 2004.

PERH (**Plano dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte**). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. **Relatório Síntese. Relatório HE-1358-R03-0397. SERHID, 1998.**

PIMENTA, Handson Cláudio Dias; AMARAL, Xaila Sant’Anna; FERREIRA, Douglisnilson de Moraes. Diagnóstico do nível de qualidade de água e definição de critério de uso: **um estudo de caso em uma lagoa natural em Natal/RN**. Engenharia Ambiental, v. 9, n. 3, p. 320-337, jul./set. 2012.

PROJETO PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Desenvolvimento Florestal Integrado do Nordeste do Brasil – **Plano de Manejo Florestal para a Região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Volume I Levantamentos Básicos. Ministério do Meio Ambiente – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos naturais Renováveis – IBAMA. Documento de Campo nº 8. Natal/RN, 1992.

PORTOBRÁS. 1979. **Plano Diretor Portuário do Brasil - P.D.D.**, Porto de Natal - RN, v.2

QUEIROZ, T. A. N. **A Produção do espaço urbano de Natal/RN**: Algumas considerações sobre as políticas públicas. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.2, n.4, p.2-16, jul. 2010.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**: Folhas SB 24/25 – Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro. 1981.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos** – PEGIRS-RN. Natal: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 2012. 158 p.

RIZZINI, Carlos Toledo, Ecossistemas Brasileiros. Editora Index, 1989. 1ª edição, capadura, 200p.

RODIER, J. **L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux residuais, eaux de mer.** 5ª ed. Paris: Dunod, v.1, 629p.

SANTOS A. 1986. **As Águas da Região de Carajás.** In Almeida Jr. J.M.G. Carajás, Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento. São Paulo, Ed. Brasiliense/CNPq, pag. 156-183.

SANKARANKUTTY, C.; FREIRE, A.G.; SANTIAGO, L.C. **On the Taxonomy and Distribution of *Callinectes Stimpson* (Crustacea, Decapoda, Portunidae)** in Rio Grande do Norte. Revta bras. Zool. 8 (1/2/3/4): 17-22, 1991.

SHUVAL, H. I.; TILDEN, R. L.; PERRY, B. H.; GROSSE, R. N. **Effect of investments in water supply and sanitation on health status: a threshold-saturation theory.** Bulletin of World Health Organization, v. 59, n.2, p-243-248.

SILVA, C.A.R.; RAINBOW, P.S.; SMITH, B.D.; SANTOS, Z.L. **Biomonitoring of trace metal contamination in the Potengi estuary, Natal (Brazil), using the oyster *Crassostrea Rhizophorae*, a local food source.** Water Research. Vol. 35, Issue 17, Pg. 4072-4078. 2001.

SILVA, C.E.L.; SANTOS, E.D.; SILVA, L.A.P. **Análise da bioinvasão por pardais (*Passer domesticus*) na área do campus da UFRN - Natal/RN.** *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 23 a 28 de Setembro de 2007.*

SILVA D. R. (Coord). **1º Relatório Técnico - monitoramento da qualidade das águas dos rios Jundiá e Potengi-RN.** Natal, 2009.

SILVA, J. A. A. e SILVA, I. P. **Estatística Experimental Aplicada à Ciência Florestal.** Ministério da Educação e Cultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Departamento de Agronomia. Recife, 1982. 280 p.

SILVA, J. A. A. **O Código Florestal e a Ciência: Contribuição para o Diálogo.** Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência- SBPC. Academia Brasileira de Ciências – ABC. São Paulo: SBPC, 2011. 122 p.

SOBRINHO, P. A.; TSUTIYA, M. T. **Coleta e Transporte de Esgotos Sanitários - 2ª Edição – 2000.**

SOS MATA ATLÂNTICA, INPE; ISA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995.** São Paulo, 1998, 55 p.

SOUSA, E. L. F.; SOUZA, M. S. J. **Capoeiras: Uma comunidade quilombola voltada para a valorização de sua cultura.** Disponível em <<http://www.anpae.org.br/simposio2011/cdrom2011/PDFs/trabalhosCompleto/posters/0049.pdf>> Acesso em 04 de jan. de 2012.

SOUZA, C. M. N.; FREITAS, C. M. **O saneamento na ótica da prevenção de doenças e da promoção da saúde.** XXX Congresso da Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – AIDIS, Punta del Este, Uruguai, 2006.

SPIEGEL, M. R. **Estatística.** São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1990.

TABARELLI, Marcelo; PINTO, Luiz Paulo; SILVA, José Maria C.; HIROTA, Márcia M.; BEDÊ, Lúcio C. **Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira**. Megadiversidade. Belo Horizonte, v. 1, n. 1, 2005.

TAISSOUN, N.E. **Los cangrejos de la familia "Portunidae" (Crustaceos Decapodos Brachyura) en el occidente de Venezuela**. Boletín del Centro Investigaciones Biológicas Maracaibo., Maracaibo, 8: 1-77. 1973.

TEIXEIRA, J.C.; GUILHERMINO, R.L. **Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde - IDB 2003**. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 11, n. 3, p. 277-282, 2006

TEIXEIRA, Rubenilson Brazão. **Igreja e cemitério na Província do Rio Grande do Norte: interações entre o sagrado e o profano**. In: Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 09, 2006. p. 17-27.

TORRES, D. M. **Dcaimento bacteriano em lagoas de estabilização no nordeste brasileiro**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Natal, 2011.

VILAÇA, J. G. **Geologia Ambiental da Zona Costeira do Município de Extremoz-RN**. Relatório de Graduação do Curso de Geologia. Natal: UFRN. Departamento de Geologia. 1985.

VILAÇA, J. G.; NOGUEIRA, A. M. B.; SILVEIRA, R. M.; CARVALHO, M. F. de & CUNHA, E. M. S. **Geologia ambiental da área costeira de Ponta de Búzios a Barra de Maxaranguape/RN**. Simpósio de Geologia do Nordeste, 12. Atas. p.220-227, 1986.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Lodos Ativados**. Vol.4. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

XIMENES, M.F.F.M; SILVA, V.P.M; QUEIROZ, P.V.S.; REGO, M.M.; CORTEZ, A.L.M.; BATISTA, L.M.M.; MEDEIROS, A.S.M.; JERONIMO, S.M.B. **Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) e Leishmanioses no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil - Reflexos do Ambiente Antrópico**. *Neotropical Entomology* 36(1):128-137. 2007.

WILLMOTT, C. J. **On the validation Models**. *Physical Geography* 2, 184-194, 1981.

VOCABULÁRIO

Abundância (Botânica) - Denominação aplicada para indicar o montante de indivíduos de cada espécie, na composição florística de uma dada área.

Ação antrópica - Qualquer atividade desenvolvida pelo homem sobre o meio ambiente, independentemente de ser maléfica ou benéfica.

Adensamento (Pedologia) - Redução natural do espaço poroso e o consequente aumento da densidade de camadas ou horizontes do solo, por dissecação, iluviação ou precipitação química. Quando resultante da ação antrópica é denominado compactação.

Área de proteção ambiental (APA) - Área pertencente ao grupo das unidades de conservação de uso direto, sustentável e regida por dispositivos legais. Constitui-se de área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e bem estar da população residente e do entorno. Tem por objetivo disciplinar o uso sustentável dos recursos naturais e promover, quando necessário, a recuperação dos ecossistemas degradados

Carcinicultura - Cultivo de crustáceos.

Esgoto - Refugo líquido que deve ser conduzido a um destino final.

Esgoto doméstico - Efluente líquido referente ao uso doméstico da água. Pode ser resultante das águas cloacais e das águas resultantes de outros usos, tais como banho, preparo de alimentos e lavagens.

Esgoto sanitário - Efluente líquido formado pela reunião de despejos de diversas origens, entre elas esgoto doméstico, esgoto de estabelecimentos comerciais e institucionais, despejos industriais, efluentes agrícolas, etc.

Esgoto séptico - Esgoto sanitário que se encontra em plena fase de putrefação, com ausência completa de oxigênio livre.

Esgoto tratado - Esgoto submetido a um tratamento parcial ou completo, com a finalidade de promover a remoção das substâncias indesejáveis e a mineralização da matéria orgânica.

Família de solos Denominação que corresponde ao 5º nível categórico na estruturação das classes de solos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, sendo utilizado para atender funções pragmáticas. Na classificação desse nível categórico deve ser priorizado o emprego de características e propriedades que afetam o uso e o manejo do solo.

Flora - Conjunto de entidades taxonômicas vegetais (espécies, gêneros etc.) Que compõe a vegetação de um território de dimensões consideráveis, como por exemplo, a flora do cerrado.

Lagoa de estabilização Lagoa artificial, para onde é canalizado o esgoto após passar por um pré-tratamento que retira a areia e a matéria orgânica sólida não degradável. No interior das lagoas o esgoto passa por uma série de etapas de depuração- com o tempo de retenção ou permanência calculada- que simulam o processo que ocorreria naturalmente em um curso de água. A diferença é que as lagoas permitem um controle do processo de maneira mais eficiente e menos nociva ao meio ambiente. Lagoa de oxidação.

Legislação ambiental - Conjunto de regulamentos jurídicos destinados especificamente às atividades que afetam a qualidade do meio ambiente.

Litoral - Faixa de terra que abrange a costa e o estirâncio.

Maré - Fluxo e refluxo periódico das águas dos oceanos, grandes lagos e rios que, duas vezes por dia, sobem e descem alternadamente, resultantes da ação gravitacional da Lua e do Sol sobre a Terra.

Poço piezométrico - Poço tubular de diâmetro pequeno, 2 polegadas a 4 polegadas, que é perfurado à curta distância de um poço de produção de água, para que nele sejam observadas as variações ocorridas com os níveis estático e dinâmico durante o bombeamento, e que irão determinar os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero.

Recarga - Quantidade de água recebida por um aquífero durante um ano, na sua área de afloramento, diretamente a partir da precipitação pluviométrica, ou a partir da rede hidrográfica. Realimentação.

Suíte - Unidade litoestratigráfica formal, constituída pela associação de diversos tipos de uma classe de rocha intrusiva ou metamórfica de alto grau, discriminados por características texturais, mineralógicas ou composição química. As suítes intrusiva e metamórfica consistem de duas ou mais unidades de rochas ígneas ou de alto grau de metamorfismo, respectivamente, compatíveis com o nível hierárquico de formação.

Fonte: Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente– IBGE.