



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS/RN
COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE

ESTUDOS COMPLEMENTARES AO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DA
IMPLANTAÇÃO DO EMISSÁRIO SUBMARINO NA ZONA SUL DE NATAL

NATAL
2009



SUMÁRIO

CAPÍTULO I	10
PRODUTO 01 - ESTUDO PRELIMINAR	10
APRESENTAÇÃO	11
1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Empresa Executora da Obra	21
1.2. Empresa Responsável Pela Elaboração do Estudo Complementar do EIA/RIMA	22
1.3. Objetivos e Justificativas do Empreendimento	23
1.3.1. Objetivos	23
1.3.2. Justificativas	24
2. ÁREA DE INFLUÊNCIA	25
3. APONTAMENTOS E DISCUSSÕES ACERCA DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS (CAERN, LABOMAR, FUNPEC, FCPC E COPPETEC)	26
3.1. Apontamentos dos ambientes marinhos e transicionais pertinentes ao Emissário Submarino para tratamento e disposição final dos esgotos sanitários de Natal – Sistema Ponta Negra e do Município de Parnamirim – Rio Grande do Norte	26
3.1.1. Estudo da CAERN	27
3.1.1.1. Considerações do Projeto	39
3.1.1.2. Dados Oceanográficos	44
a) LABOMAR – ESTUDO ANEXO AO RELATÓRIO DA CAERN	44
b) EIA/RIMA – CAERN/FCPC (Fundação Cearense de pesquisa e Cultura)	50
c) COPPETEC/UFRN – MODELAGEM	57
3.2. Considerações sobre o estudo de alternativa de disposição no solo do esgoto tratado da Estação de Tratamento de Esgotos da Zona Sul de Natal.	65
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
CAPÍTULO II	74
PRODUTO 02 - ANÁLISE COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS DA ZONA SUL DE NATAL - SISTEMA PONTA NEGRA ...	74
1. ANÁLISE COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS DA ZONA SUL DE NATAL - SISTEMA PONTA NEGRA	75
1.1. Descrição das Alternativas	77
1.2. Análise Comparativa das Alternativas	94
2. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103



3. ANEXOS	105
CAPÍTULO III	108
PRODUTO 03 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS, MEDIDAS MITIGADORAS, PLANO DE MONITORAMENTO, RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	108
1. INTRODUÇÃO	109
2. OBJETIVO	110
3. ASPECTOS LEGAIS / LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	112
3.1. Leis e Decretos Federal	112
3. 2. Resoluções – CONAMA.....	113
3. 3. Leis e Decretos Estadual	114
4. DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS 3, 4 E 6 PROPOSTAS COMO TRATAMENTO E DESTINO FINAL DOS EFLUENTES.....	116
4. 1. Alternativa 3 - EPC + U ASB + LAGOAS DE POLIMENTO + FILTROS RUDIMENTARES DE PEDRAS + Emissário Marítimo de 2000 m e Alternativa 4 - EPC + UASB + LAGOAS DE POLIMENTO + FILTROS RUDIMENTARES DE PEDRAS + Emissário Marítimo de 2600 m, acrescido 132m de difusores para ambas as alternativas 116	
4.2. Alternativa 6 - EPC + UASB + FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR (FBP) + Emissário Marítimo de 2600 m, acrescido de 132m de difusores	118
5. QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS PRESENTES EM ESGOTO BRUTO E COM OS DIFERENTES TIPOS DE TRATAMENTOS SECUNDÁRIOS (LAGOA DE POLIMENTO E FILTRO PERCOLADOR BIOLÓGICO) X ASPECTOS LEGAIS	123
6. ASPECTOS RELEVANTES REFERENTES AOS ESTUDOS PREVIAMENTE APRESENTADOS x AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (AIA).....	125
6.1. Estação de Pré-Condicionamento (EPC) dos esgotos tendo como destino final dos efluentes, o lançamento submarino (estudo elaborado pela CAERN).....	125
6.2. Relatórios Técnicos de Análise Ambiental do Litoral de Ponta Negra – RN para implantação do emissário submarino / 1a Campanha – maré de sizígia e 2a Campanha – maré de quadratura (estudo elaborado pelo LABOMAR) – os dados pertinentes a Hidroquímica, como Temperatura, Condutividade, Salinidade, Oxigênio.....	125
6.3. EIA/RIMA (estudo elaborado pela FCPC / Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura para a CAERN)	125
6.4. Relatório de Otimização do ESPN com Efluentes de Tratamento Secundário e Primário (estudo elaborado pela COPPE/UFRJ e UFRN) / Relatório de Avaliação de	



Aspectos Sedimentológicos e Estruturais (estudo elaborado pela COPPE/UFRJ e UFRN)	127
6.5. Monitoramento das Condições de Balneabilidade das Praias do Estado do RN	127
7. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	128
7.1. Termos e Definições	132
7.2. Avaliação dos Impactos Ambientais – AIA.....	134
7.2.1. Descrição dos impactos por fase e natureza	143
7.2.1.1. Fase de Planejamento	143
7.2.1.2. Fase de Implantação.....	144
7.2.1.3. Fase de Desmobilização	147
7.2.1.4. Fase de Operação – COM Tratamento Secundário.....	149
7.2.2. Resultados das Avaliações dos Impactos Ambientais	153
7.2.3. Resultados das Avaliações dos Impactos Ambientais	191
7.2.3.1. Fase de Planejamento	191
7.2.3.2. Fase de Implantação.....	194
7.2.3.3. Fase de Desmobilização	197
7.2.3.4. Fase de Operação	200
7.2.3.5. Análise dos impactos sobre os meios físico, biótico e antrópico	204
8. MEDIDAS MITIGADORAS COMPLEMENTARES (PREVENTIVAS E CORRETIVAS) ..	208
9. PROGRAMA DE MONITORAMENTO COMPLEMENTAR	215
9. 1. Introdução	215
9. 2. Legislação Ambiental	215
9.3. Metodologia do Monitoramento da Qualidade das Águas e dos Sedimentos Marinhos	217
9.3.1. Monitoramento da Qualidade das Águas	217
9.3.1.1. Frequência	217
9.3.1.2. Parâmetros.....	217
9.3.2. Monitoramento da qualidade dos sedimentos	219
10. CONCLUSÃO	222



CAPÍTULO IV.....	227
EQUIPE TÉCNICA.....	227
REFERÊNCIAS	229



LISTA DE TABELAS

TABELAS	PÁGINA
TABELA 01. Quantificação dos Impactos Positivos por fase.	154
TABELA 02. Quantificação dos Impactos Negativos por fase.	155
TABELA 03. Fase de Planejamento.	157
TABELA 04. Fase de Planejamento – Impactos Negativos.	158
TABELA 05. Fase de Implantação dos Impactos Positivos.	159
TABELA 06. Fase de Implantação dos Impactos Negativos.	160
TABELA 07. Fase de Desmobilização dos Impactos Positivos.	161
TABELA 08. Fase de Desmobilização dos Impactos Negativos.	162
TABELA 09. Fase de Operação dos Impactos Positivos.	166
TABELA 10. Fase de Operação dos Impactos Negativos.	167
TABELA 12. Fase de Operação (Acidentes) dos Impactos Negativos.	172
TABELA 13. Fase de Operação dos Impactos Positivos.	176
TABELA 14. Fase de Operação de Impactos Negativos.	177
TABELA 15. Fase de Operação (Acidentes) de Impactos Negativos.	182
TABELA 16. Cenário Atual.	186
TABELA 17. Padrões de qualidade para as classes de águas salinas e salobras.	215
TABELA 18. Padrões microbiológicos para as classes de águas salinas e salobras.	215

LISTA DE QUADROS

QUADROS	PÁGINA
QUADRO 01. Padrões de Balneabilidade.	40
QUADRO 02. Critérios para a zona de balneabilidade próximo à costa.	40
QUADRO 03. Tipos de Onda com Base na Esbeltez.	52
QUADRO 04. Dados utilizados na modelagem da pluma efluente.	61
QUADRO 05. Caracterização dos Impactos.	135
QUADRO 06. Pontuações finais obtidas.	137
QUADRO 07. Impactos identificados sobre os meios Físico, Biológico e Sócio-econômico (Antrópico).	138
QUADRO 08. Fase de operação - negativos / adversos.	141
QUADRO 09. Alternativa 04.	164
QUADRO 10. Fase de Operações dos Impactos de natureza Positiva.	168
QUADRO 11. Fase de Operações dos Impactos de natureza Negativa.	168
QUADRO 12. Resultados somente pertinentes a cenários acidentais.	170
QUADRO 13. Alternativa 06.	174



QUADRO 14. Quantificação dos Impactos Positivos da Fase de Operação.	178
QUADRO 15. Quantificação dos Impactos Negativos da Fase de Operação.	178
QUADRO 16. Resultados somente pertinentes a cenários acidentais.	180
QUADRO 17. Quantificação dos Impactos Negativos da Fase de Operação.	183
QUADRO 18. Natureza de Impactos Negativa.	184
QUADRO 19. Quantificação dos Impactos no Cenário Atual.	187
QUADRO 20. Avaliação dos impactos de natureza negativa/adversa e positiva/benéfica.	188
QUADRO 21. Fase de Planejamento – Todas as Alternativas (Exceção 10).	191
QUADRO 22. Fase de Planejamento – Alternativa 10.	192
QUADRO 23. Fase de Implantação.	193
QUADRO 24. Fase de Implantação.	194
QUADRO 25. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por fase.	195
QUADRO 26. Fase de Desmobilização.	197
QUADRO 27. Fase de Desmobilização.	198
QUADRO 28. Fase de Operação.	200
QUADRO 29. Fase de Operação.	202
QUADRO 30. Quantificação dos impactos Positivos e Negativos por Fase.	204
QUADRO 31. Identificação dos Impactos.	207
QUADRO 32. Parâmetros de qualidade da água.	217
QUADRO 33. Parâmetros de qualidade do sedimento.	219

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
FIGURA 01. Localização da área de estudo.	25
FIGURA 02. Fase de Planejamento.	153
FIGURA 03. Fase de Implantação.	153
FIGURA 04. Fase de Desmobilização.	154
FIGURA 05. Quantificação dos Impactos Positivos por meio da Fase de Planejamento.	154
FIGURA 06. Quantificação dos Impactos Positivos por meio da Fase de Implantação.	155
FIGURA 07. Quantificação dos Impactos Positivos por meio da Fase de Desmobilização.	155
FIGURA 08. Quantificação dos Impactos Negativos por meio da Fase de Planejamento.	156
FIGURA 09. Quantificação dos Impactos Negativos por meio da Fase de Implantação.	156
FIGURA 10. Quantificação dos Impactos Negativos por meio da Fase de Desmobilização.	156
FIGURA 11. Fase de Operação.	157
FIGURA 12. Cenário Atual e/ou Acidentes como ROMPIMENTO DO DUTO e/ou INEFICIÊNCIA da ETE.	157



FIGURA 13. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Planejamento.	158
FIGURA 14. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Planejamento.	158
FIGURA 15. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Planejamento.	159
FIGURA 16. Magnitude dos Impactos da Fase de Planejamento.	159
FIGURA 17. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Implantação.	160
FIGURA 18. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Implantação.	160
FIGURA 19. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Implantação.	161
FIGURA 20. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Implantação.	161
FIGURA 21. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Desmobilização.	162
FIGURA 22. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Desmobilização.	162
FIGURA 23. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Desmobilização.	163
FIGURA 24. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Desmobilização.	163
FIGURA 25. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Operação.	166
FIGURA 26. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Operação.	166
FIGURA 27. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Operação.	167
FIGURA 28. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Operação.	167
FIGURA 29. Quantificação dos Impactos Positivos por Meio da Fase de Operação.	168
FIGURA 30. Quantificação dos Impactos Negativos por meio da Fase de Operação.	169
FIGURA 31. Significância dos Impactos Negativos da Fase de operação.	172
FIGURA 32. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Operação.	172
FIGURA 33. Quantificação dos Impactos Negativos por Meio da Fase de operação.	173
FIGURA 34. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Operação.	176
FIGURA 35. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Operação.	176
FIGURA 36. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Operação.	177
FIGURA 37. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Operação.	177
FIGURA 38. Quantificação dos Impactos Positivos por meio da Fase de Operação.	178
FIGURA 39. Quantificação dos Impactos Negativos por Meio da Fase de Operação.	178
FIGURA 40. Significância dos Impactos Negativos da Fase de operação.	182
FIGURA 41. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Operação.	182
FIGURA 42. Quantificação dos Impactos Negativos por Meio da Fase de Operação.	183
FIGURA 43. Significância dos Impactos Negativos do Cenário Atual.	186
FIGURA 44. Magnitude dos Impactos Negativos do Cenário Atual.	186
FIGURA 45. Quantificação dos Impactos Negativos por Meio do Cenário Atual.	187
FIGURA 46. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Planejamento (Exceção 10).	191
FIGURA 47. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Planejamento (Exceção 10).	191
FIGURA 48. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Planejamento	192



(Alternativa 10).	
FIGURA 49. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Planejamento (Alternativa 10).	192
FIGURA 50. Total de Impactos Positivos e Negativos.	193
FIGURA 51. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Implantação.	194
FIGURA 52. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Implantação.	194
FIGURA 53. Total de Impactos Positivos e Negativos.	195
FIGURA 54. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Implantação.	196
FIGURA 55. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Implantação.	196
FIGURA 56. Total de impactos Positivos e Negativos.	197
FIGURA 57. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Desmobilização.	197
FIGURA 58. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Desmobilização.	198
FIGURA 59. Total de Impactos Positivos e Negativos.	199
FIGURA 60. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Desmobilização.	199
FIGURA 61. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Desmobilização.	199
FIGURA 62. Total de Impactos fase de Operação.	200
FIGURA 63. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Operação.	201
FIGURA 64. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Operação.	201
FIGURA 65. Impactos da Fase de Operação (Alternativa 10).	202
FIGURA 66. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Operação.	202
FIGURA 67. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Operação.	203
FIGURA 68. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Meio da Fase de Planejamento.	204
FIGURA 69. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Meio da Fase de Implantação.	205
FIGURA 70. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Meio da Fase de Desmobilização.	205
FIGURA 71. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Meio da Fase de Operação.	205



CAPÍTULO I

PRODUTO 01 ESTUDO PRELIMINAR



APRESENTAÇÃO

O planejamento ambiental vem assumindo importância em diversos países a partir da constatação de que os recursos naturais são finitos e, mais recentemente, que a sua disponibilidade e acesso constituem-se em fatores decisivos para o crescimento econômico de uma nação.

Desde o final da década de 60 o estudo de impacto ambiental constitui tema conhecido em todo o mundo, cuja idéia basilar assenta-se na prevenção. Atualmente essa modalidade de planejamento ambiental, o estudo prévio, ainda que perpassasse barreiras ideológicas no mundo inteiro, ainda encontra diferenciações principalmente em seu conteúdo, mas também em suas metodologias e quanto a sua implementação.

Tem-se observado nos âmbitos público e privado, que a maior dificuldade para a implantação de um EIA inicia-se na visão dos próprios contratantes do Estudo, os quais muitas vezes, o encaram como uma “obrigação imposta” pelos órgãos ambientais de comando e controle. No entanto, deveriam utilizá-lo como um potente instrumento de planejamento, monitoramento e gestão ambiental, ou ainda como diferencial de qualidade para apresentação e defesa de projetos e ações, visto que as respostas fundamentais e as soluções decorrentes estariam suportadas em um estudo de natureza técnico-científica sobre uma realidade concreta, profundamente analisada. Assim considerado como um instrumento de planejamento, o EIA deve constituir-se como a principal ferramenta de tomada de decisões racionais, logo, de efetivar o ato de pensar na consumação da racionalidade humana: a ação e, conseqüentemente, em transformação da realidade insatisfatória.

O Planejamento, portanto, é um ato, uma ação onde o planejador observa a situação a partir de sua perspectiva, e nesse momento a avalia. Mas surgem indagações: A quem interessa essa situação? E a quem interessa o planejamento a ser realizado? A essa pessoa ou instituição interessada e que tem poder de intervir para a mudança da realidade, denomina-se ator do processo, ou simplesmente ator. E essa pessoa ou instituição, assim denominada, questiona a situação observada sob três aspectos, quais sejam:



- É insatisfatória?
- É passível de ser modificada?
- É politicamente possível intervir sobre ela?

Se, e unicamente se, a resposta para as perguntas anteriores for cumulativamente positiva, então se têm o centro do planejamento identificado: o problema ou a oportunidade. Mas se por acaso alguma das respostas for negativa, então não há objeto de planejamento, ou seja, não faz sentido empreender ao processo de planejamento, visto que os esforços serão frustrados e a demanda social não será atendida.

Pode-se, portanto, apreender que planejar é um ato humano para modificar uma realidade insatisfatória, mutável e que o ator está motivado a modificá-la. Porém, é preciso mobilizar um grupo de pressão para empreender as mudanças sociais, ambientais, econômicas, culturais e históricas que se pretende realizar. E para mobilizar esse grupo necessita-se de um líder, alguém que conduza multidões para empreender a mudança necessária, que lidere um grupo, uma empresa, uma organização rumo a um único sentido: a realidade modificada, à situação-objetivo.

Ao ator que assume o plano de transformação da realidade, avaliando e corrigindo-o no dia-a-dia, mas fazendo isso de forma a que a transição das situações até a situação-objetivo, se mantenha em um nível de solidez e equilíbrio, que não ameace o curso do plano, denomina-se a ele, governante. Governar, então, é conduzir organizações e multidões, até um projeto de sociedade que exige processar e enfrentar, reativa e proativamente, problemas, muitos deles conflitivos em contextos imprecisos e incertos... é aproveitar as oportunidades, potencializando-as.

Assim, o governante para enfrentar o problema ou aproveitar as oportunidades, necessita refletir, pensar antes de agir, calcular cada uma das suas ações, avaliar e definir objetivos e metas, propor ações para atingir esses objetivos analisando as vantagens e desvantagens de cada ação em função dos objetivos. Faz isso, pois cada erro cometido pode afastar a todos dos objetivos pretendidos e frustrar o projeto coletivo. Um erro do ator (governante) pode levar a sociedade ao afastamento dos objetivos coletivos, da qualidade ambiental necessária ao bem-estar. Dessa forma, o governante ou o ator, deve calcular as ações, medir os



impactos e consequências, pensar antes de agir, pensar e agir com método.

O Prof. Carlos Matus (1995), mentor do Planejamento Estratégico Situacional (Planejamento Estratégico específico para o Setor Público), declarou o seguinte:

“Planejar significa pensar antes de agir, pensar sistematicamente, com método; explicar cada uma das possibilidades e analisar suas respectivas vantagens e desvantagens; propor-se objetivos. É projetar-se para o futuro, porque as ações de hoje terão sido eficazes ou ineficazes dependendo do que pode acontecer amanhã ou do que pode não acontecer. O planejamento é a ferramenta para pensar e criar o futuro por que contribui com um modo de ver que ultrapassa as curvas do caminho e chega à fronteira da terra virgem ainda não palmilhada e conquistada pelo homem. Essa visão ampla serve como suporte das decisões de cada dia: os pés no presente e o olhar no futuro. É portanto uma ferramenta vital. Ou sabemos planejar ou estamos condenados a improvisação.”

“... o planejamento moderno não se propõe a adivinhar ou predizer o futuro, que é e sempre será desconhecido para nós; o planejamento visa, isso sim, à preparação para que se tente criar o futuro, com imaginação, a partir das possibilidades que sejamos capazes de descobrir. À medida que agimos com convicção e eficácia criamos algo do futuro e, além disto, tornamo-nos capazes de fazer melhores previsões acerca das suas possibilidades...”

O objetivo do planejamento ambiental é, dessa forma, a construção do futuro sócio-ambiental desejado, contando para isto com os recursos existentes, com a capacidade que o homem tem de criar seus próprios recursos e modificar a realidade com suas ações. Portanto, planejar não é uma atividade meramente técnica e nem um patrimônio exclusivo das instituições governamentais e de seus técnicos, mas sim, uma ferramenta que pode ser utilizada por todos. Planejamento Ambiental, então, é um cálculo que precede e preside (comanda) a ação para criar o futuro com sustentabilidade. Planejar é pensar antes de agir.

Esse deve ser o princípio adotado no Estudo Prévio de Impacto Ambiental, o qual deve ser apresentado sistematizado nas seguintes fases distintas:



- a) Identificação da área e do empreendimento;
- b) Diagnóstico Ambiental;
- c) Identificação dos impactos ambientais;
- d) Avaliação dos impactos ambientais;
- e) Proposição de medidas mitigadoras aos impactos;
- f) Análise integrada;
- g) Elaboração de Plano de Monitoramento da qualidade ambiental;
- h) Conclusões, e;
- i) Relatório Impacto sobre o Meio Ambiente.

Entretanto esse formato é suficiente quando se tem um empreendimento concreto para ser avaliado o seu impacto ambiental, o qual responde a norma brasileira de estudo de impacto ambiental, particularmente a Resolução CONAMA 001/86 e demais legislações aplicáveis.

No entanto, quando se tem um leque de alternativas, com diferentes soluções de engenharia, cuja avaliação necessita de uma análise prévia, de modo a permitir que o estudo de impacto ambiental apresente aos interessados resultados conclusivos, que possibilitem a tomada de decisão por parte dos governantes, bem como a participação direta e esclarecida da população nesse processo de tomada de decisões, então se faz necessário a utilização de metodologia mais ampla e adequada ao caso em questão.

A partir desses conceitos, verificou-se que o estudo apresentado anteriormente à Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN (EIA-RIMA), disponibilizado para esta equipe de analistas, demonstrava não contemplar algumas demandas sociais. Também não apresentava estudos locais que permitissem afirmações conclusivas acerca das alternativas a serem adotadas, ou mais além, comparações qualitativas e quantitativas entre elas, reclamados em audiências públicas por parte de entidades e cidadãos.

Nesse contexto, o primeiro passo foi dado no sentido de analisar os estudos recentes que envolviam as demandas sociais e as necessidades técnicas para a avaliação dos impactos ambientais que as diversas soluções poderiam apresentar. Dessa forma, foi realizada a análise comparativa de alternativas para tratamento e



disposição dos esgotos da Zona Sul de Natal reunidos no Sistema Ponta Negra, no qual foram adotados como elementos de análise os seguintes estudos, já realizados:

- a) Análises Complementares e Prognósticos do Funcionamento do Emissário Submarino de Ponta Negra em Natal-RN, com Efluentes Tratados. R1 – Relatório de Otimização do ESPN com Efluentes de Tratamentos Secundário e Terciário. Contratado pela CAERN à COPTEC (Professores Paulo Cesar Colonna Rosman e Ada Cristina Scudelari). Abril de 2009.
- b) Estudo de Alternativa de Disposição no Solo do Esgoto Tratado da Estação da Zona Sul de Natal. Contratado pela CAERN à FUNPEC (equipe coordenada pelo Prof. Antônio Marozzi Righetto), compreende a análise das alternativas de disposição da água no solo, a partir da superfície ou induzida por poços de injeção. Maio de 2009.
- c) Estudo de Alternativas de Tratamento e Disposição Final de Efluentes do Sistema de Esgotos de Ponta Negra – Zona Sul de Natal. CAERN, Diretoria Técnica, Gerência de Projetos (Engº Valmir Melo da Silva). Maio de 2009.
- d) Análises Complementares e Prognósticos do Funcionamento do Emissário Submarino de Ponta Negra em Natal-RN, com Efluentes Tratados. R2 – Relatório de Avaliação de Aspectos Sedimentológicos e Estruturais. Contratado pela CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte à COOPTEC - Assinado pelos professores Paulo Cesar Colonna Rosman e Ada Cristina Scudelari. Julho de 2009.
- e) Análise Comentada da Avaliação Econômica das Alternativas de Tratamento e Destinação Final dos Efluentes do Sistema de Esgotos de Ponta Negra - Zona Sul de Natal. CAERN, Diretoria Técnica, Gerência de Projetos (Engº Valmir Melo da Silva). Julho de 2009.
- f) Apontamentos sobre o ambiente marinho e transicional. Paola Fracasso . Julho de 2009.
- g) Estudo de Alternativa de Disposição no Solo do Esgoto Tratado da Estação da Zona Sul de Natal (Considerações Sobre), do Geólogo Ivan Edilberto Mendes Teixeira.
- h) Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima de Parnamirim / Projeto Orla, do



Engenheiro Agrônomo, Professor Leonardo Tinôco e pelo Geógrafo, Professor Gustavo Szylagi.

Os dados de custos e dispêndios constantes deste documento foram retirados do documento referenciado no item “e” acima.

Como fruto das discussões da equipe responsável pela análise, decidiu-se acrescentar mais duas alternativas às que foram originalmente apresentadas pela CAERN (documento “c”), do que resultou as seguintes alternativas, objeto de análise:

1. Estação de Pré Condicionamento (EPC) + Emissário Marítimo de 2600 m;
2. EPC + Lagoas Facultativas + Emissário Marítimo de 2600 m;
3. EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Emissário Marítimo de 2000 m;
4. EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Emissário Marítimo de 2600 m;
5. EPC + (Reator UASB + Filtro Biológico Percolador) + Emissário Marítimo de 2000m;
6. EPC + (Reator UASB + Filtro Biológico Percolador) + Emissário Marítimo de 2600m;
7. EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Marítimo de 1000 m;
8. EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Terrestre até o Rio Jundiaí;
9. EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Terrestre até o Rio Potengi;
10. EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV + Coagulação/Flotação)+ Injeção no Aquífero;
11. EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento + Coagulação/Flotação) + Infiltração no solo de 310 l/s ;
12. EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Reúso da água.

Assim, foram consideradas como características a serem adotadas na análise a área de abrangência de projeto, compreendendo as Bacias J, M, N e O de Natal,



encampando os bairros de Ponta Negra, Capim Macio, Neópolis, Nova Parnamirim (Bacia II e sub-bacias), além das comunidades de Pium, Cotovelo e Pirangi, as bacias de Lagoinha e da Rota do Sol. Também foram consideradas que as vazões médias de projeto nos anos de 2009, 2019 e 2029, início meio e fim de plano são, respectivamente: 442,69 L/s; 556,17 L/s e 715,44 L/s.

O espaço oceânico considerado limitou-se à plataforma oceânica continental, as quais são margens rasas das bacias oceânicas e onde a circulação e atividades produtivas, nelas inseridas, não podem ser entendidas fora desse contexto. Vale destacar que os processos ocorrentes nas plataformas são bastante influenciados pela formação de vórtices e variabilidade das principais correntes oceânicas, marés oceânicas de escala global que se propagam na plataforma, ondas “Kelvin” muito longas e confinadas na costa, forçantes atmosféricas e outros mecanismos específicos (LONGHURST et PAULY; 2007) .

As variações de maré na costa são maiores, onde o formato da linha de costa e morfologia da plataforma restringem as marés oceânicas e aumentam sua amplitude. Na área em estudo observa-se o fenômeno da geomorfologia costeira norte-rio-grandense, cuja forma se reproduz ao longo de todo o litoral. A evolução do relevo terrestre, em geral, dá-se em decorrência de uma longa interação entre tectonismo, litologia e clima (TINÔCO et SYLAGI; 2008) .

Os autores, citando Muehe (2002, p.191-192) , destacam que o estudo dos processos atuais das regiões costeiras, “requer a caracterização da cobertura sedimentar e de sua mobilidade em função de parâmetros oceanográficos, como ondas, correntes e maré, e meteorológicos e hidrológicos, como precipitação, direção e intensidade do vento e descarga fluvial”.

Ainda segundo os autores, as modificações nas taxas de aporte e retirada de sedimentos tendem a alterar o balanço sedimentar de um dado trecho do litoral, podendo provocar sérios problemas nas áreas urbanizadas, sobre tudo quando o balanço é negativo, gerando erosão.

A configuração do relevo litorâneo do município de Parnamirim é moldada basicamente pelo vento, associado as suas características geológicas, ao clima e a atividades humanas. Nesta região, os ventos possuem direção predominante ao longo do ano de SE-NW, motivo para que as feições sejam alongadas neste sentido.



Ao longo de todo o litoral do município de Parnamirim, um conjunto de falésia, sustentadas por rochas de praia (beach rock) e concreções lateríticas, às vezes conglomeráticas, faz com que a erosão costeira nesta faixa seja bastante diminuta. Em decorrência disso, a faixa de praia tem tomado conformação S-N, transversal à direção do vento, tornando-se uma feição ideal para o acúmulo de sedimentos praias que posteriormente serão carregados para o continente, formando as acumulações arenosas bem selecionadas conhecidas como dunas.

Esse deslocamento eólico propicia na região a formação de áreas rebaixadas (corredor de vento) que contribuem para a formação de lagoas e rios, que ocorrem em toda região. Como a deriva litorânea é na direção S-N, existe um aporte maior de sedimentos na zona de praia, sendo estes posteriormente carregados pelo vento (erosão eólica) continente adentro.

Nesse contexto, ainda que a melhor alternativa do ponto de vista do planejamento ambiental fosse o Reuso do Efluente tratado em nível secundário, cuja implantação esbarra na obrigatoriedade da legislação quanto à racional elaboração de um Plano de Reuso no estado e sua regulamentação. A reversibilidade do sistema aqui proposto deixa uma porta aberta para que os estudos e a pesquisa possam avançar no sentido de contribuir com a melhoria da qualidade sanitária e ambiental que a população de Natal e Parnamirim reclama, e tem por direito sua solução.



1. INTRODUÇÃO

O presente estudo elaborado por técnicos contratados pela START PESQUISA E CONSULTORIA TÉCNICA LTDA., consiste na complementação ao Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente EIA-RIMA realizado pela Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura – FCPC mediante contrato junto a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN. O EIA-RIMA citado refere-se ao projeto do emissário submarino do bairro de Ponta Negra e Capim Macio / Natal e áreas de Parnamirim (RN). Sua implantação é, portanto, objeto deste presente estudo ante outras alternativas tecnológicas, ora submetidas a presente Avaliação de Impacto Ambiental.

O referido projeto, bem como as alternativas estudadas, é parte integrante do sistema de tratamento e disposição dos esgotos sanitários da Zona Sul de Natal, compreendendo as bacias J, M, N e O, e áreas do município de Parnamirim, envolvendo, dentre outros, os bairros de Nova Parnamirim, e áreas litorâneas como as localidades praianas de Pium e Pirangi.

Este estudo tem por objetivo complementar o EIA-RIMA acima referido, em função de demandas apresentadas em Audiências Públicas e em reuniões técnicas realizadas no âmbito da CAERN e em exposições públicas, em bairros de Natal.

Para tanto desenvolveu metodologia subdividida em etapas de análise com viés participativo, para o qual cada uma dessas etapas, uma vez concluída, seria submetida a apreciação pública, com a participação direta e opinativa dos diversos atores representativos das instâncias governamentais, não-governamentais e da sociedade civil, de modo a garantir a transparência e participação popular em todo o processo de análise técnica, tornando-a clara e objetiva para o conhecimento da sociedade acerca dos riscos, vantagens e desvantagens decorrentes de cada uma das alternativas.

Ante a complexidade do estudo, a equipe técnica se viu diante de vários desafios. Inicialmente várias alternativas de ordem técnica e tecnológica poderiam ser sugeridas para análise e possível adoção, o que ensejaria um “estudo sem fim”. Adotaram-se alguns critérios eletivos onde aquelas alternativas que feriam o Princípio da Precaução ou colocavam em risco a saúde da população, ou ainda, a estabilidade de ecossistemas (como as áreas estuarinas do Rio Potengi, por exemplo) foram descartadas do objeto desta análise.

Por outro lado, as alternativas levantadas por instituições de ensino e pesquisa, bem como por órgãos de controle governamental ou social, durante as audiências públicas e demais



reuniões técnicas, foram consideradas como critério eletivo e inseridas no objeto deste estudo, visando atender a demanda social, respeitando assim, a legitimidade das audiências públicas e da opinião popular.

Sequencialmente foram analisadas, sob os aspectos ambientais e sócio-econômicas, mediante método de análise comparativa, as alternativas consideradas. Entretanto, a equipe técnica decidiu pela inclusão de mais duas alternativas, como forma de enriquecimento do estudo e provocação das discussões e debates acerca de tecnologias avançadas para a instalação e gestão do Sistema de Tratamento e disposição final dos esgotos sanitários da Zona Sul de Natal.

Concluída a análise comparativa, destacaram-se três alternativas viáveis, para as quais realizaram-se, finalmente, as Avaliações de Impacto Ambiental considerando os ambientes: marinho, transicional e continental, identificando os impactos, classificando-os conforme parâmetros ambientais, destacadamente quanto a sua Natureza, Escala Temporal, Duração, Extensão, Significância e Magnitude.

Uma vez realizada a Avaliação de Impactos Ambientais foram recomendadas medidas mitigadoras para os impactos considerados, bem como o Plano de Monitoramento para o acompanhamento da efetividade de implantação das referidas medidas mitigadoras, bem como para a aferição e controle do Sistema de Monitoramento de Balneabilidade de Ambientes Costeiro, o qual está pautado em modelagem matemática para gestão e controle de parâmetros ambientais definidos.

O presente estudo foi, assim, subdividido em três etapas, cada uma gerando o seu respectivo produto com vista a compor a análise preliminar dos estudos realizados para identificação de possíveis lacunas destacadas em audiências públicas e demandadas para a presente complementação.

O primeiro produto fundamenta-se em duas análises: a primeira refere-se ao levantamento de problemas referentes à erosão costeira e marinha, além dos possíveis impactos nas correntes oceânicas locais e na cadeia trófica tomando por base a análise das alternativas cujo corpo receptor dos esgotos é o oceano, quais sejam, as alternativas adiante numeradas de 01 a 07. A segunda análise refere-se a considerações sobre o estudo de alternativa de disposição no solo do esgoto tratado da Estação de Tratamento de Esgotos da Zona Sul de Natal, onde se tecem considerações acerca da alternativa 10, a qual contempla a injeção no aquífero subterrâneo, dos efluentes tratados pela ETE de Ponta Negra. Analisa o estudo elaborado pela UFRN sobre o comportamento hídrico da região litorânea entre Ponta Negra (Natal) e Pirangi (Parnamirim) para instalação de bateria de poços para a injeção de efluentes tratados no aquífero e tece algumas sugestões técnicas para viabilizar essa



alternativa. Dessa forma, possibilita uma maior segurança quanto às incertezas acerca dos fluxos hídricos do aquífero subterrâneo, como por exemplo, sugerindo o uso do arenito calcífero localizado imediatamente abaixo dos sedimentos da Formação Barreiras.

O segundo produto refere-se a análise comparativa de alternativas para tratamento e disposição dos esgotos da Zona Sul de Natal - Sistema Ponta Negra, o qual promove uma profunda discussão comparativa das alternativas apresentadas pela CAERN para o tratamento e destino final dos esgotos, bem como das alternativas propostas pela equipe técnica responsável pelo presente estudo, com vistas a destacar os principais elementos de análise e suas implicações de ordem técnica, legal e sócio-econômica.

1.1. Empresa Executora da Obra

O projeto de ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário do Bairro de Ponta Negra, a ser implantado na Zona Sul do Município de Natal, é um empreendimento de iniciativa pública, de interesse da empresa **COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE - CAERN**, estando esta assim identificada:

- **Razão Social:** Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN;
- **CNPJ N°:** 08.334.385/0001-35;
- **Endereço:** Avenida Senador Salgado Filho, 1555 – Tirol – Natal/RN CEP 59015-000;
- **Fone/Fax:** (84) 3232.4107 / 3232.4108;
- **e-mail:** prcaern@caern.com.br;
- **Constituição:** Sociedade de Economia Mista;
- **Atividade econômica principal:** Captação, tratamento e distribuição de água;
- **Representante legal:** Diretor Presidente Walter Gasi;
- **Endereço:** Rua Jundiaí, 640 – Ed. Anderson Abreu, Apto. 1401- Tirol – Natal/RN;
- **Fone:** (84) 3232.4107/4110;
- **E-mail:** prcaern@caern.com.br.



1.2. Empresa Responsável Pela Elaboração do Estudo Complementar do EIA/RIMA

A empresa responsável pelo estudo complementar ao Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA, realizado pela Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura – FCPC, e referente ao projeto do EMISSÁRIO SUBMARINO DE PONTA NEGRA, é a START PESQUISA E CONSULTORIA TÉCNICA LTDA, inscrita no CNPJ nº 05.752.322/0001-00 e sob Inscrição Municipal nº 148.750-7, com sede na Avenida Amintas Barros, nº 2108, bairro Nazaré, em Natal/RN, CEP 59.062-250 e atendendo pelo telefone (PABX) (84) 3234-7383, reconhecida no mercado por sua marca START, tendo como responsável legal a Sra. Keila Brandão Cavalcanti, a qual pode ser contatada pelo endereço eletrônico start.pesquisa@uol.com.br.

Para assuntos relacionados ao presente produto, os interessados devem tratar com o responsável técnico e coordenador do presente estudo, o Engenheiro Agrônomo e Professor MSc. Leonardo Bezerra de Melo Tinoco, através do telefone (55-84) 9971-4090 ou pelo endereço eletrônico leonardotinoco2@gmail.com, cujos dados curriculares estão acessíveis na Plataforma Lattes do CNPq (<http://lattes.cnpq.br>) através do login Leonardo Bezerra de Melo Tinoco.

A START é uma empresa voltada exclusivamente para o planejamento, pesquisa e assessoria em meio ambiente, turismo e urbanismo, com larga experiência nessas áreas, aonde vem desenvolvendo assessoria e consultoria na elaboração de legislação ambiental e urbanística, elaboração e implementação de instrumentos de controle e gestão ambiental, na elaboração e implementação de Sistemas de Meio Ambiente e treinamento e capacitação profissional, na elaboração de processos participativos de gestão (Planos Diretores, Orçamentos Participativos, Gestão Ambiental Participativa, Educação Ambiental, Agenda 21) e capacitação de equipes, em Avaliação Ambiental Estratégica, em Avaliação de Impacto Ambiental (inclusive na elaboração de estudos de impacto ambiental, de demais instrumentos de licenciamento ambiental e no monitoramento de impactos), no Planejamento Estratégico Público, em Saneamento Ambiental, em Planejamento de Sistema



Viário, na elaboração de programas e projetos de âmbitos público e privado e realização de pesquisas para as mais diversas finalidades.

A empresa dispõe de equipes multidisciplinares com profissionais das mais variadas especialidades como: advogados, administradores, agrônomos, arquitetos urbanistas, assistentes sociais, economistas, estatísticos, engenheiros civis, gestores ambientais, biólogos, geógrafos, geólogos, oceanógrafos, turismólogos, sanitaristas, sociólogos, pedagogos, dentre outros.

1.3. Objetivos e Justificativas do Empreendimento

1.3.1. Objetivos

O presente trabalho tem seus objetivos definidos pelo termo de referência “***Estudos complementares ao Estudo de Impacto Ambiental da Implantação do Emissário Submarino na Zona Sul de Natal***”, o qual visa complementar as lacunas identificadas em audiências públicas no EIA RIMA apresentado a Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Rio Grande do Norte, pela Fundação Cearense de pesquisa e Cultura para Avaliação de Impactos Ambientais do Emissário Submarino de Ponte Negra.

Para tanto, procede a análise de estudos acerca das soluções propostas pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN, bem como amplia o seu escopo para a análise de outras alternativas consideradas relevantes, para obter como resultado a alternativa mais viável para o tratamento e disposição final dos efluentes coletados pelo Sistema de Esgotamento Sanitário de Ponta Negra em Natal (RN).

Tem como objetivos específicos:

- Estudar de forma adequada as diversas alternativas técnicas e tecnológicas para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Ponta Negra, complementando o EIA RIMA apresentado;
- Incluir no objeto da análise, os esgotos gerados em Parnamirim, tendo em conta os aspectos geográficos e hidrográficos que indicam esta solução; e,
- Contribuir para a recuperação e melhoria da qualidade dos corpos d’água locais, buscando condições estéticas, ambientais, e de saúde pública, satisfatórias e condizentes com as exigências de natureza legal e ambiental.



1.3.2. Justificativas

O município do Natal, assim como grande parte dos municípios brasileiros, apresenta uma baixa cobertura de sistema de esgotamento sanitário contribuindo, desta forma, para a disseminação de várias patogenias entre seus os munícipes, sobretudo nas comunidades mais carentes do município, onde as condições de salubridade e higiene pessoal são precárias, promovendo, por vezes, situações de calamidade pública na saúde do município.

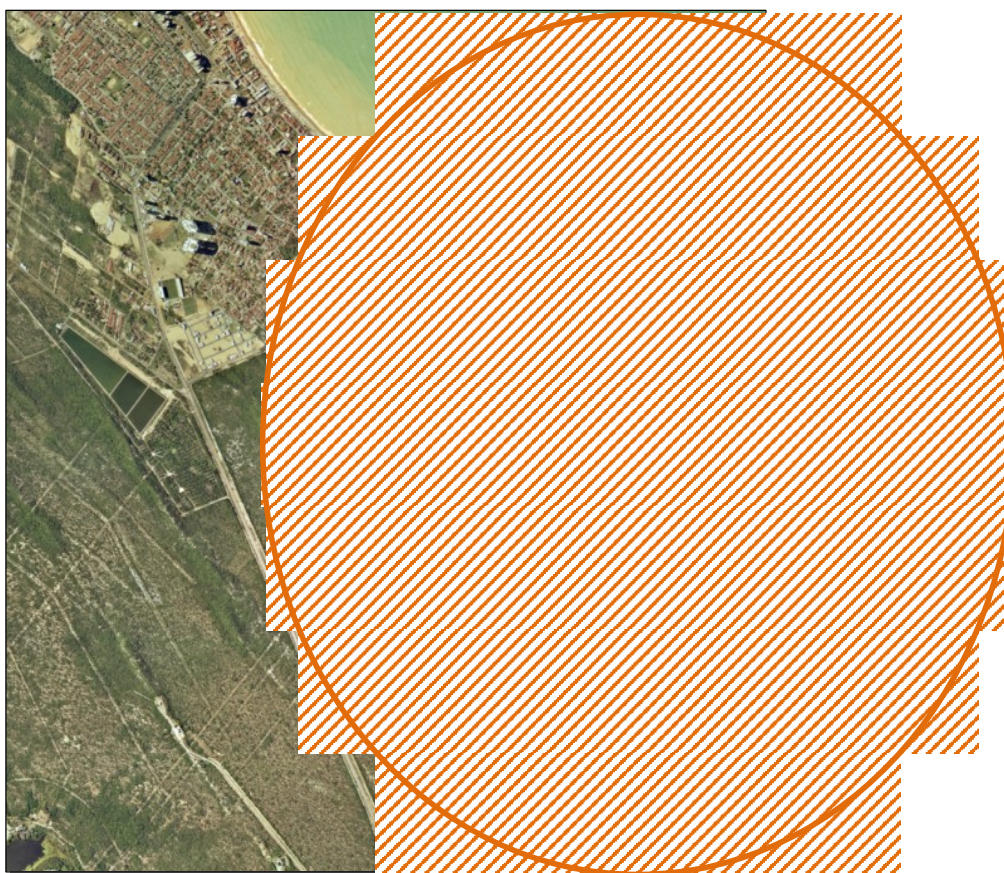
Segundo o IBGE (IDEMA, 2005), em 2000 a cobertura do sistema de esgotamento sanitário do município de Natal ainda era reduzida, com apenas 25,46% das unidades habitacionais do município interligadas à rede geral, e tendo a maioria dos domicílios utilizando o sistema de fossas individuais. Dados do projeto de consumo médio *per capita* de água para o Município de Natal mostram que este consumo varia entre 180 a 300 L/hab/dia, considerando a população integralmente urbana.

Com base nestas informações, é de se concluir que urge a necessidade de ampliação e melhoramento do Sistema de Esgotamento Sanitário do município do Natal, sobre tudo das bacias J, M, N e O da Zona Sul de Natal, que compreende os bairros de Ponta Negra e Capim Macio (que já dispõem de recursos com esta finalidade), Neópolis, Pirangi/Jiqui, San Vale, Cidade Satélite e toda a área do litoral sul entre Ponta Negra e a Praia de Pirangi, que, assim como o bairro de Ponta Negra, vem apresentando um elevadíssimo nível de ocupação, com a construção ininterrupta de grandes condomínios, e para a cidade de Parnamirim, porta de entrada do Turismo Regional no Rio Grande do Norte.

2. ÁREA DE INFLUÊNCIA.

O presente estudo enfocou basicamente duas áreas: a área projetada como sendo de descarga dos efluentes tratados pela ETE de Ponta Negra, ou seja, o Oceano Atlântico, e as Dunas de Alagamar, o Morro do Careca e a Barreira do Inferno, onde foram projetados os poços de infiltração dos efluentes tratados a partir de um Sistema Terciário.

FIGURA 01. Localização da área de estudo.



Fonte: PRODETUR, 2006.



3. APONTAMENTOS E DISCUSSÕES ACERCA DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS (CAERN, LABOMAR, FUNPEC, FCPC E COPPETEC).

3.1. Apontamentos dos ambientes marinhos e transicionais pertinentes ao Emissário Submarino para tratamento e disposição final dos esgotos sanitários de Natal – Sistema Ponta Negra e do Município de Parnamirim – Rio Grande do Norte

O conteúdo do documento ora apresentado trata-se dos resultados das discussões realizadas entre os profissionais envolvidos na realização do Estudo que constitui a Complementação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e seu respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente – RIMA para o Emissário Submarino de Ponta Negra.

Inicialmente, o documento conta com uma breve descrição do projeto, a qual é fundamentada no estudo já existente. Na descrição constam a localização e o respectivo esquema do Emissário Submarino, objeto deste estudo, bem como as etapas de instalação e previsão de tempo de vida útil da obra. No decorrer do estudo, o que se observa é uma intercalação entre dados integrantes do estudo já existente, o qual está em fase de complementação, seguidos de questionamentos e respostas que resultam em uma análise crítica do projeto que objetiva principalmente obter o tamanho ideal que o emissário deve ter, de forma a não comprometer a qualidade ambiental da Praia de Ponta Negra e seu entorno, bem como fornecer subsídios para a composição do Documento denominado “*Estudos complementares ao Estudo de Impacto Ambiental da implantação do Emissário Submarino na Zona Sul de Natal*”.

Os estudos analisados foram objeto de discussões qualificadas entre os seus elaboradores e a equipe técnica do presente estudo, tendo ao final desta análise algumas considerações sobre as discussões levantadas acerca dos principais elementos que suscitaram dúvidas e eventuais discordâncias quanto a métodos, parâmetros ou abordagens utilizadas. Entretanto, todas as discussões resultaram em um aprofundamento dos estudos e uma exposição mais clara e detalhada, o que



possibilitou a tomada de decisões balisada em fundamentos técnico-científicos de elevado padrão.

O conteúdo da análise está disposto nesse documento da seguinte maneira: uma descrição inicial do estudo realizado e ao final, um capítulo de considerações acerca dos debates realizados.

As discussões perpassam por vários aspectos do projeto que vão desde a sua concepção até os possíveis impactos ambientais advindos da sua instalação e operação. Além das análises acerca do projeto do emissário, ainda são observadas questões relativas aos estudos complementares realizados por terceiros, anexos ao Estudo já existente, e que está sendo objeto de complementação.

Ao final, o documento consta de uma síntese conclusiva que aponta para a dimensão ideal da estrutura do Emissário Submarino em função da qualidade do efluente, esta, em função do tipo de tratamento sugerido para a sua adoção.

3.1.1. Estudo da CAERN

SOBRE O PROJETO - Estação de Pré-Condicionamento (EPC) dos esgotos tendo como destino final dos efluentes, o lançamento submarino.

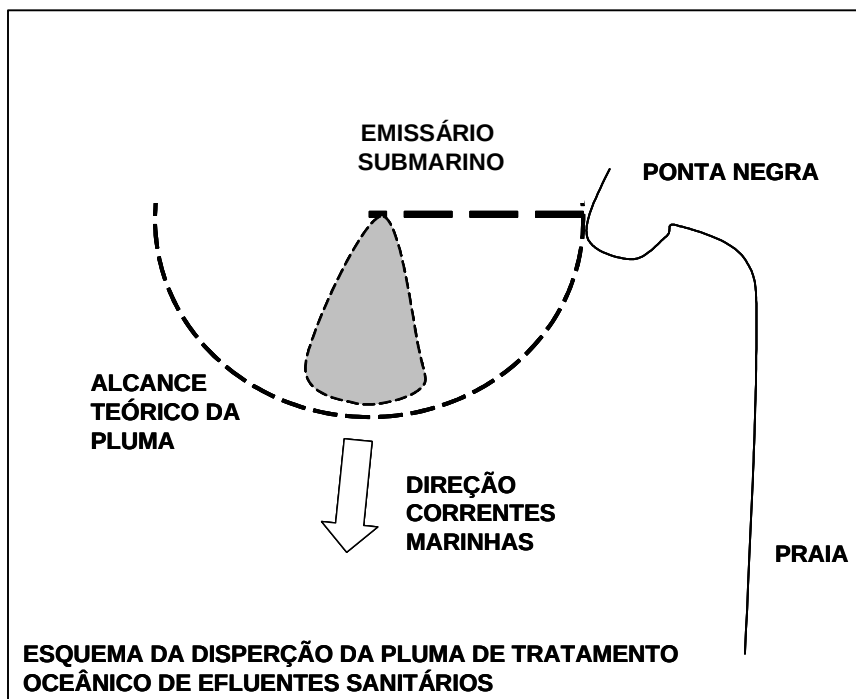
Localização

As intervenções do projeto do **EMISSÁRIO SUBMARINO DE PONTA NEGRA** afetam terrenos de dunas fixas e do substrato marinho costeiro. O Sistema EPC – Emissário Terrestre encontram-se assentados sobre a planície litorânea, mais especificamente sobre dunas rebaixadas.

O emissário submarino terá a sua origem na estação de pré-condicionamento, partindo assim de uma cota de 36,373 m e seguirá acompanhando a uma profundidade de 2,50 m o relevo das dunas fixas que constituem o Morro do Careca. Desta forma, o emissário elevar-se-á até a cota de 82,390 m onde será instalada a caixa de transição e descarga.

A partir da caixa de transição e descarga a tubulação acompanhará o rebaixamento do terreno, 2,50 m abaixo da cota do terreno natural, até assentar-se no substrato

oceânico inicialmente na isobata de 11,253 e desta para a de 14,196 no ponto de difusão.



Etapas:

O emissário submarino deverá ser implantado em etapa única, tendo em vista as características próprias deste tipo de obra, enquanto que a estação de pré-condicionamento (EPC) deverá ser implantada em etapas, de acordo com o crescimento das contribuições de esgotos.

Vida útil: 20 ANOS

Baseado no: Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana de Natal - PDES/RMN (2004) e ABNT NB-569/1989.

Histórico:



- Desenvolvido inicialmente o “**Projeto Básico De Esgotos Sanitários Dos Bairros Capim Macio E Ponta Negra, No Município De Natal-Rn**”, pela Arco Projetos e Construções Ltda., em março de 2003 para a CAERN - prevê a implantação do Sistema de Esgotos Sanitários do bairro de Capim Macio, envolvendo parte das bacias **J** e **M** da Zona Sul, como também a ampliação da ETE-Ponta Negra para o recebimento deste acréscimo de vazão.

- Solução imediatista para o tratamento dos esgotos do Sistema Ponta - ampliação da ETE existente, conforme projeto da Empresa ARCO, com posterior absorção desta ETE pelo sistema proposto para Ponta Negra no PDES/2004.

Abrangência da EPC

A concepção do sistema de esgotamento sanitário de Natal preconiza a divisão da cidade em duas zonas: a Zona Sul, na margem direita do Rio Potengi e a Zona Norte, a partir da margem esquerda desse rio. Cada uma dessas zonas tem a divisão de bacias de esgotamento sanitário identificadas por uma letra do alfabeto. Sendo assim, a Zona Sul possui 15 bacias que vão da letra A até a letra O, e a Zona Norte possui 17 bacias de esgotamento, que vão da letra A até a letra Q.

A área do projeto, Sistema Ponta Negra, por sua vez, encontra-se representada pelas bacias J, L, M, N e O no município de Natal, a sede do município de Parnamirim e as praias de Pium, Pirangi e Cotovelo, que serão beneficiadas com tratamento e disposição final dos esgotos sanitários, quando da implementação das unidades indicadas neste projeto.

A bacia JS, com 1.092,47 ha, encontra-se representada pelo bairro de Neópolis e parte dos bairros Candelária, Capim Macio, Ponta Negra e Pitimbu (IBGE, 2000), com população em 2024 de 56.229 habitantes. A bacia JS não dispõe de sistema de esgotamento sanitário. No bairro Ponta Negra, existe uma Estação de Tratamento de Esgotos em operação que foi implantada há três anos e está inserida na bacia J. A ETE Ponta Negra dispõe de caixa de areia, grade, calha Parshall, uma lagoa facultativa, duas lagoas de maturação e um laboratório de físico-química e



microbiologia para o controle da qualidade do efluente. O esgoto tratado é lançado em valas de infiltração.

A bacia LS, com 714,93 ha, por sua vez, encontra-se representada por parte dos bairros Felipe Camarão, Guarapes e Planalto (IBGE, 2000), com população prevista para 2024 de 29.895 habitantes. A bacia LS não dispõe de sistema de esgotamento sanitário.

A bacia MS, com 691,29 ha, encontra-se representada por parte dos bairros Capim Macio, Ponta Negra e Parque das Dunas (IBGE, 2000), com população prevista para 2024 de 14.811 habitantes. A bacia MS não dispõe de sistema de esgotamento sanitário. Existe uma estação elevatória em operação, denominada EEE-2MS, também conhecida como estação elevatória do Praia Shopping. Sua contribuição é recalçada para a EE-03NS, de onde segue para a ETE Ponta Negra.

A bacia NS, com 1.778,47 ha está totalmente esgotada. É constituída pelos sistemas da Via Costeira e do bairro de Ponta Negra, na sua porção que integra a bacia. Possui sete estações elevatórias, sendo quatro na Via Costeira e três em Ponta Negra. As estações elevatórias da Via Costeira são denominadas de EE-VC1, EE-VC2, EE-VC3 e EE-VC4 estão localizadas ao longo desta via. A EE-VC1 lança seus efluentes em um poço de visita na via costeira e daí segue para a EE-VC2, que recalca sua contribuição para a EE-VC3. Esta estação elevatória bombeia para a EE-VC4 que, por sua vez, recalca para a EE3-NS em Ponta Negra.

O sistema de Ponta Negra possui três estações elevatórias. A EE1-NS localiza-se na Rua Erivan França (Av. Beira Mar). Sua contribuição é recalçada para a EE3-NS. A EE2-NS está localizada na Vila de Ponta Negra também tem seus efluentes bombeados para a EE3-NS.

A EE3-NS é uma estação elevatória de grande porte, recebe toda contribuição dos esgotos do sistema de Ponta Negra e da Via Costeira. Está localizada em uma área anexa a uma lagoa que recebe as contribuições de drenagem pluvial do bairro de Ponta Negra.

A bacia OS com 913,49 ha, encontra-se representada por parte dos bairros Cidade Nova, Candelária, Pitimbu e Planalto (IBGE, 2000), com população em 2024 de 38.226 habitantes. Na bacia OS não há rede coletora de esgotos.



Características da EPC

As principais características do Sistema Ponta Negra são apresentadas no quadro abaixo:

Município: Natal e Parnamirim – RN	
Bacias: J, L, M, N e O (Natal)	Zona: Sul
Sistema Proposto: ESGOTAMENTO SANITÁRIO	
População Total do Sistema Ponta Negra (2024): 139.161 habitantes	
Área: 3.412,18 há	
Per Capita: 180 e 300 l/hab x dia	
Índice de Cobertura (2024) (%)	100

Descrição da Unidade Da Estação De Pré-Condicionamento (EPC)

Geral

Remoção de sólidos grosseiros por gradeamento; de areia por desarenadores de limpeza mecanizada; e de sólidos flutuantes por milipeneiramento

Específico

PROCESSO UNITÁRIO	TECNOLOGIA ADOTADA
Desarenação	Caixas de Areia mecanizadas por gravidade
Medição de vazão	Medidores tipo Parshall
Peneiras rotativas	Abertura de 1,0 mm, tipo “Contra-Shear”
Emissário submarino	Tubulação em PEAD e difusores finais Compressores
Disposição final de resíduos	Aterro Sanitário

- CAIXA DE AREIA - tipo quadrada, mecanizada, com sedimentação gravimétrica da areia. A areia separada será acumulada em uma caçamba apropriada para posterior



transporte até local de aterro sanitário. As unidades de desarenação serão providas de canal de *by-pass*, que poderá servir a apenas uma ou às duas unidades, caso necessário;

- UNIDADE DE MEDIÇÃO DE VAZÃO - medidor tipo Parshall, provido de um indicador de vazão;
- PENEIRAS ROTATIVAS - do tipo “Contra-shear”, com aberturas de 1,0 mm;
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - motor-bombas / vazões. Constituída de poço de sucção com 04 (quatro) conjuntos motor-bomba de eixo vertical para recalque da vazão máxima horária até a Caixa de Transição e Descarga. Será localizada na área da Estação de Pré-Condicionamento após as saídas das Peneiras Rotativas;
- CAIXA DE TRANSIÇÃO E DESCARGA - Caixa em estrutura de concreto situada no ponto mais elevado, ainda no emissário terrestre, que fará a transição da linha de recalque para o trecho por gravidade até a disposição final dos esgotos no difusor
- LINHAS DE RECALQUE - proteção dos equipamentos de recalque;
- EMISSÁRIO E TUBULAÇÃO DIFUSORA – Na forma de “risers”, ou seja, de tubos que se elevarão da tubulação enterrada em solo marinho, até a posição de descarga projetada para injeção de efluentes sanitários nas águas marinhas receptoras.

Tipo de Obra (construção, ampliação, recuperação)	Construção
Órgão Responsável pela Operação:	CAERN
EMISSÁRIO SUBMARINO PONTA NEGRA	
Material:	PEAD
Diâmetro Externo (mm):	1 x 1.200
Extensão Terrestre (m):	4.668,00
Extensão Submarino (m)	5.632,00
Extensão Total (m):	10.300,00

Implantação

Deverá ser construído um *pier* temporário de construção, passando por sobre a areia da praia e avançando mar adentro por 400 m, isto é, por toda a extensão em que a



tubulação do emissário submarino deverá ser assentada em uma vala, de modo que fique recoberta por 2 m, a partir de sua geratriz superior.

A ação implicará em introdução de uma estrutura o que irá modificar a dinâmica sedimentar refletindo diretamente na interação dos processos de erosão/sedimentação da faixa de praia, quer seja do local modificado quer seja no seu entorno. A introdução de um píer provisório irá interferir no sistema de *by pass* e conseqüentemente poderão ocorrer alterações na morfogênese da faixa de praia com erosão em alguns locais e engordamento em outros.

A construção do píer provisório resultará em alterações principalmente nas faixas de estirâncio e antepraia, sendo estas as zonas mais afetadas no local de interferência direta das obras.

Será preparado, na praia, um canteiro de obras que permita a soldagem dos tramos da tubulação, uns após outros, de modo a poderem ser colocados nas valas submarinas as quais serão escavadas junto ao *pier*, no trecho em que serão enterrados e rebocados flutuando, até a posição em que serão submersos e assentados sobre o solo marinho.

Em relação às Áreas de Preservação Permanente, ressalta-se que um trecho das dunas fixas situadas nas imediações do Morro do Careca será afetado pela implantação da tubulação do emissário.

O método de escavação da vala a ser aberta, ao lado do *pier* e de reboque da tubulação até seu local de assentamento sobre o solo marinho, dependerá de proposição da empreiteira a ser contratada.

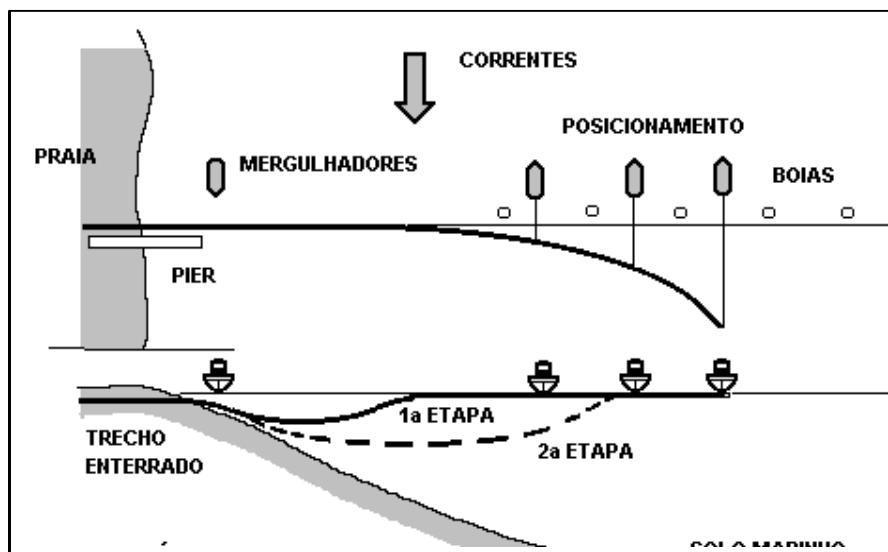
De modo geral, dependendo das condições locais, junto ao *píer*, a vala poderá ser escavada com emprego, ou não, de estacas pranchas em suas laterais, de modo a conservá-la aberta por todo o tempo de escavação, por dragagem, e de assentamento e re-cobertura da tubulação assentada.

De modo geral, o reboque da tubulação até sua posição de projeto e a operação para seu assentamento se realiza pelo método denominado como “air venting”, ou seja, método de exaustão controlada do ar hermeticamente contido no interior da tubulação, que a faz flutuar.

A tubulação do emissário submarino é projetada para flutuar com os blocos de ancoragem, de concreto, já neles colocados. A tubulação é então cheia com ar, que

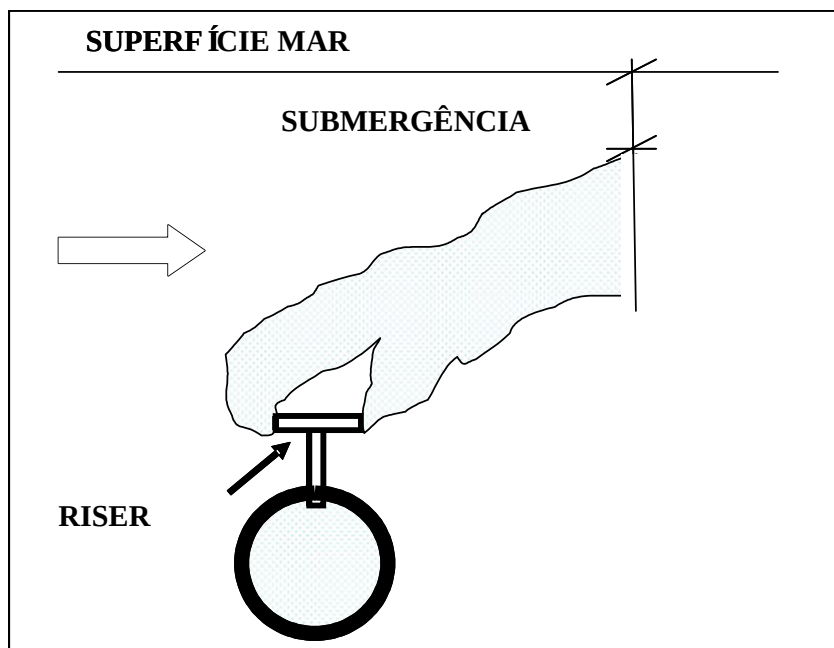
fica retido internamente por meio de tampões herméticos que são acoplados às suas extremidades. A estes tampões são acopladas válvulas que permitem a entrada de água do mar, através da saída controlada do ar, quando da imersão da tubulação, já com seus blocos de ancoragem, em sua posição de projeto, por sobre o solo marinho. Esta operação de submergência se inicia desde o ponto junto ao *pier*, em que a tubulação aflora de sob o fundo marinho, continuando, de forma controlada por toda sua extensão, até seu ponto mais afastado da linha de costa.

Para a realização dessa operação de assentamento necessitar-se-á do emprego de algumas embarcações, uma para rebocar a tubulação para fora e outras menores, para manterem esta tubulação flutuando perfeitamente posicionada por sobre seu alinhamento de projeto, que deverá estar fisicamente marcada por bóias de alinhamento. O número de embarcações a serem utilizadas para reboque da tubulação flutuando irá depender das condições de mar e do método de operação a ser proposto pela empreiteira a ser contratada. Uma ou duas embarcações de apoio deverá(ão) ainda ser(em) empregada(s), para utilização de mergulhadores que irão participar da operação de “air venting” e auxiliar na solução de eventuais problemas que possam vir a surgir durante as operações a serem realizadas.



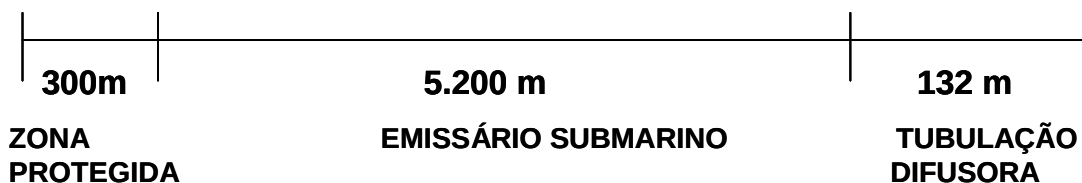
Nota da equipe técnica responsável por este estudo complementar: O posicionamento das correntes, adotado no quadro do estudo apresentado está errado, visto que está ao contrário.

Vale comentar que o emissário submarino será implantado, em toda sua extensão, utilizando tubulação em PEAD, sendo que a partir de 400m de extensão quando atingir uma colina d'água de 10m de profundidade será assentado sobre o solo marinho. Na tubulação difusora serão instalados *risers*, como difusores, como mostrado no esquema a seguir apresentado.



DILUIÇÃO INICIAL - no topo da pluma de diluição vertical mínima de cerca de 1: 200, (Gonçalves, F.B. Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários). Isto significa ter-se uma concentração colifórmica no topo da pluma vertical de diluição inicial igual a $3,0 \times 10^6$ CF / 100 ml.

DISPERSÃO HORIZONTAL E DECAIMENTO BACTERIANO



Considerando a corrente marinha superficial de 0,40 m/s atuando sobre a pluma de dispersão horizontal (ainda que em direção paralela à linha de costa) e considerando



uma dispersão horizontal comumente ocorrente de 1:3 e, ainda, o valor do T90 (tempo em que ocorre uma redução em 90% na concentração colifórmica quando se trata de efluentes sanitários brutos ou apenas pré-condicionados) igual a 1.5 horas, tem-se:

- Uma distância máxima de cerca de 2.000 a 4.000 m do ponto de boiância da pluma de diluição inicial, onde a concentração colifórmica na pluma horizontal de dispersão e de decaimento bacteriano terá atingido a concentração colifórmica determinada pelo CONAMA, mesmo se sabendo que não estará direcionada para a praia e sim seguindo a ela paralela.

ANÁLISE

A Resolução CONAMA 357 de de 2005 – 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 – não aparece citada nos estudos apresentados para a análise da alternativa do emissário submarino, a qual é aqui considerada como Resolução específica para o estabelecimento de parâmetros de balneabilidade bem como do lançamento dos efluentes a serem lançados, cuja qualidade se dará em função da tecnologia de tratamento a ser adotada.

Dentre os estudos realizados, não foram identificadas referências e análises acerca do estirâncio, antepraia e pós-praia, sugerindo que essas estruturas geomorfológicas representativas da dinâmica costeira, não foram consideradas. Ao analisarem-se os perfis praias, poder-se-ia ter reconhecido a situação atual sobre a ocorrência, ou não, de processos erosivos (e sua dimensão e dinâmica), ou ainda, de processos sedimentares nesses espaços aonde se pretende instalar o emissário e outras estruturas de suporte a sua instalação.

Também não foi identificado estudos ou análise em relação a deriva litorânea, o qual é reveste-se de importância para o transporte sedimentar ao longo da costa, principalmente, para a etapa referente a implantação do emissário, na qual haverá escavação do solo marinho por dragagem.

Outro dado importante para uma análise mais precisa, diz respeito a não definição clara, nos estudos apresentados, da localização do canteiro de obras, não ficando claro se o mesmo estará instalado na praia ou próximo a ela.



Ademais, dados técnicos como:

- Qual a extensão do canteiro de obras e demais dimensões?
- Qual a sua localização (coordenadas geográficas, ainda que aproximadas em “área manchada” em mapa)?
- Deverá haver supressão vegetal na área escolhida?
- O canteiro de obras atende a NBR referente à instalação de canteiro de obras?
- Qual a previsão de execução dessa obra, ou seja, por quanto tempo o canteiro de obras ficará instalado?
- Qual o destino/tratamento será dado aos resíduos gerados no canteiro de obras?
- A obra apresenta Plano de Gestão de Resíduos Sólidos?
- As ações envolvendo escavação serão monitoradas de que forma?

Considerando que a área analisada está em ambiente de singular beleza paisagística, bem como diversas áreas contidas no espaço analisado constituem-se em Áreas de Preservação Permanente, segundo Código Florestal 4771/65 e MP 2166/01 e Resolução CONAMA 303/2002, a localização do canteiro de obras pode ensejar modificações substantivas na avaliação de impacto ambiental, ainda que a Resolução CONAMA 369/2006 abra exceções de utilização de APP para fins de utilidade pública ou interesse social. Vale salientar que além das características físicas do solo (neosolo quartzarênico) indicar uma forte taxa de infiltração, o local apresenta-se como um dos principais atrativos turísticos de expressão internacional, além de apresentar setores praias com desova de tartarugas marinhas e em outros setores, constituir-se em área de segurança nacional.

Também não foi verificada a realização de estudos, ainda que de forma pontual, a análise do bentos, nécton, séston e plâncton. Sem essa análise para definição dos impactos sobre o ecossistema da coluna d’água, obrigatoriamente este estudo opta por considerar os piores cenários para avaliação de impacto ambiental segura. Entretanto, é necessário que o estudo seja realizado para conhecimento acerca do ecossistêmica da Estrutura Típica Tropical – ETT e toda a dinâmica da biota marinha nesse contexto específico. Dessa forma tanto a calibração do sistema de monitoramento de balneabilidade de ambientes costeiros pode ser efetivamente



realizado, como também, o controle e aferição dos parâmetros de qualidade do efluente a ser lançado no oceano, sem impactos de longo prazo indesejáveis, podem ser adotados em nível máximo de segurança ambiental.

Foi verificado que no estudo do LABOMAR é definida uma corrente superficial para MARÉS de SIZÍGIA, variando de 0.81 a 0.91 m/s (enchente) e 0.67 a 0,88 m/s (vazante). Dessa forma, não se pode generalizar toda a coluna d'água com uma única corrente. Ela deve ser avaliada de forma estratificada (dependente da informação da densidade), levando-se em consideração a interface água/atmosfera, a qual possui uma grande influência direta com o vento (Camada Ekman).

Vale salientar que a profundidade só não é considerada no mar aberto, onde o fundo oceânico está muito distante da camada eufótica, superficial. Entretanto, em ambiente costeiro, a dinâmica de correntes pode ser determinante para a produção nova (entrada de nutrientes externos ao ecossistema) como pela produção regenerada (sustentada biologicamente pela reciclagem de nutrientes já acumulado no ecossistema), o que implica diretamente no balanço do fluxo de energia do ecossistema pelágico.

É importante considerar que essas informações não se referem ao trabalho realizado pela Fundação COPPETEC, mas as correntes estimadas pelo LABOMAR usando flutuadores improvisados, no caso balões coloridos, representam mais a velocidade do vento 0,1m acima da água que as correntes na camada superficial.

Uma estimativa prática, em geral superdimensionada, para magnitude de corrente superficial de deriva causada pelo vento é dada pela fórmula $0,03 \times V_{10}$, onde V_{10} é a velocidade do vento a 10m da superfície.

Considerando que os ventos locais têm velocidades típicas de 5 m/s, chega-se a uma velocidade de deriva da ordem de ~ 0.15 m/s, que somada à velocidade média das correntes, 0,2 m/s, resulta em uma velocidade superficial da ordem de 0,35 m/s. Portanto, os valores obtidos pelo LABOMAR com balões coloridos não são representativos de correntes superficiais, logo não sendo adotados pela COPPETEC como referência para suas considerações e análise.

Para a fase de implantação do empreendimento, várias informações são necessárias para a Avaliação de Impactos Ambientais, visto que a modificação de locais, bem como variações de métodos e de tecnologias, podem inferir diversos



tipos e expressividades dos impactos a eles cominados. Por exemplo, para a instalação do PIER já deve ser determinado o método de escavação e reboque para a análise dos impactos, bem como devem ser respondidas perguntas como:

- Qual o destino da areia dragada?
- Como será realizada a re-cobertura?
- A área marinha será isolada?
- Existe controle ou gestão das embarcações pesqueiras (com destaque para a artesanal)?

Visto que essas respostas não se encontravam nos estudos, foram analisadas as informações constantes nos Projeto Orla de Natal e Parnamirim, para verificação das questões referentes às comunidades pesqueiras, mas necessita-se de definição dos métodos de dragagem e demais obras da fase de instalação para dimensionamento dos impactos ambientais e suas respectivas medidas mitigadoras. Também em função da inexistência dessas informações, a equipe técnica optou pelo cenário mais impactante possível.

3.1.1.1. Considerações do Projeto

1) Os Efeitos na saúde pública

Foram estabelecidos padrões de natureza bacteriológica, para balneabilidade, considerando o contato entre nadadores e organismos patogênicos que possam estar presentes na água do mar. Estes padrões classificam as águas de acordo com o Quadro 01.

QUADRO 01. Padrões de Balneabilidade. (*)

Classificação	Coliformes Totais	Coliformes Fecais
	NMP/100 ml	NMP/100 ml
Excelente	< 1250	< 250
Muito Boa	< 2500	< 500
Satisfatória	< 5000	< 1000

(*) 80% do tempo, não devendo haver indicação visual da presença de esgotos

Os esgotos tratados nas instalações da EPC, uma vez lançados em profundidade e a distância adequada no oceano, não deverão interferir com as condições de balneabilidade junto à costa, devendo ser mantidos os padrões de qualidade para balneabilidade definidos na Resolução CONAMA 274/2000, abaixo transcritos.

QUADRO 02. Critérios para a zona de balneabilidade próximo à costa.

Qualidade (*)	Enterococos	Escherichia Coli	Coliformes Fecais
Excelente	< 25 / 100 ml	< 200 / 100 ml	< 250 / 100 ml
Muito boa	< 50 / 100 ml	< 400 / 100 ml	< 500 / 100 ml
Satisfatória	< 100 / 100 ml	< 800 / 100 ml	< 1000 / 100 ml
Imprópria	> 100 / 100 ml	> 800 / 100 ml	> 1000 / 100 ml

(*) em pelo menos 80% do tempo

Concentração colifecais igual a 1.000 / 100 ml, admitida pela Resolução CONAMA 234/2005, como satisfatória para águas marinhas em zonas de balneabilidade, zona esta correspondente a uma faixa com 300 m de largura, lindeira e estendendo-se ao longo da linha de praia. Foi verificada a possibilidade de ocorrerem correntes marinhas adversas, no sentido da extremidade do emissário submarino (Tubulação Difusora) para a zona de balneabilidade passível de ser afetada; que poderiam vir a causar concentrações de colifecais, nesta zona. Esta possibilidade foi descartada, através dos conhecimentos adquiridos em pesquisas locais e em textos da literatura técnica disponível.

Como decaimento bacteriano, isto é tempo em que às concentrações de organismos colifórmicos decrescem em 90%, foi considerado como 1,5 horas para esgotos brutos, apenas pré-condicionados, tomando por base extensa literatura técnica e informações



de monitoramentos realizados em sistemas de disposição oceânica em operação em várias latitudes do Brasil;

Foi estabelecida, pela observação de campanhas batimétricas realizadas, uma distância de posicionamento da Tubulação Difusora em relação à zona de balneabilidade igual a 5.200 m. Adotada esta extensão para o Emissário Submarino, a profundidade de projeto relativa à tubulação difusora foi verificada como igual a 15 m.

Adotado como condição de projeto, a não ocorrência de estratificação vertical das águas marinhas na área de posicionamento da tubulação difusora, conforme verificado “in loco” e na literatura técnica especializada

2) Efeitos Estéticos

A legislação relaciona os seguintes indicadores para avaliação de possível prejuízo estético à água do mar: sólidos flutuantes, óleos e graxas, e substâncias capazes de produzir depósitos ou acúmulos indesejáveis. A legislação estabelece que estes parâmetros devem estar “visualmente ausentes”, o que na prática quer dizer “não devem ser visíveis”.

3) Efeitos na Ecologia Marinha

A legislação inclui uma lista de substância e indicadores químicos, alguns dos quais não tem maior influência no caso da disposição final adequada de esgotos em águas oceânicas profundas, como DBO, OD, pH, uma vez que a faixa de diluição inicial de 100 : 1 ou 200 : 1 é facilmente obtida: um segundo grupo de 47 substâncias representa potenciais tóxicos ou perigosos. Este último grupo é incluído no caso de águas oceânicas classificadas como propagação da vida marinha ou pesca comercial.

Um sistema de dispersão oceânica é calculado normalmente sob dois aspectos: o decaimento bacteriano para correntes em direção a praia, e a manutenção da pluma de dispersão de esgotos sempre afogada. O cálculo da pluma de esgotos obedece a condicionantes básicas da diluição inicial de 1:100 e somente esta condição já estabelece uma superioridade na tratabilidade conseguida com tratamento secundário.



O restante da dispersão e do consumo da matéria orgânica é fruto da estratificação da mancha de esgotos produzida no fundo do mar pelo binômio: temperatura e salinidade. O cálculo se faz através de modelagem matemática que processa os diversos valores de correntes (valor e direção) e os respectivos decaimentos bacterianos no sentido de obter-se os valores de colimetria estabelecidos pelo CONAMA, na zona de balneabilidade das praias.

ANÁLISE

A estratificação da coluna de água é reconhecida em toda a literatura científica, especialmente quando se trata de Oceanos Tropicais, e seus ecossistemas associados, logo, esta equipe discorda da afirmação contida no estudo apresentado. É fato comprovado que as intensidades das correntes são extremamente dependentes da estratificação da coluna d'água e pela proximidade da costa, podem sofrer influência das marés de sizígia e quadratura. Em toda a extensão do estudo apresentado foi citada apenas a corrente de 0.4 m/s, mas não foi considerada a corrente superficial (interface oceano/atmosfera) ao longo da maré de sizígia. Dessa forma, este estudo complementar considerará os efeitos das correntes em seu cenário mais adverso, visto que os estudos apresentados não são conclusivos e não apresentam as informações requeridas para a análise.

Em todo estudo de impacto ambiental as considerações e análises devem ser elaboradas vis a vis com a legislação vigente, regra essa nem sempre considerada no estudo apresentado. Afinal, é fundamental para AIA de um emissário submarino de destino final de esgotos, devem ser avaliados os parâmetros citados na legislação, antes da implantação do empreendimento para efeitos de monitoramento ao longo da fase de implantação e da fase de operação.

Alguns desses parâmetros (como por exemplo, o NITRATO) devem:

- a) serem caracterizados/quantificados através de amostragem in loco, seguido de análises químicas;
- b) estudados ao longo da literatura, sobre qual a média prevista para esgotamentos sanitários precedidos por EPC; e
- c) realizar modelagem.



A qualidade da água marinha, conforme a Res. CONAMA 357/05 não se dá apenas pela quantificação de coliformes fecais e totais, pois os mesmos têm uma vida curta em ambiente marinho por decorrência da salinidade, dessa forma outros parâmetros também tem de ser observados.

Para o caso do grupo de substâncias (47 substâncias) que representam potenciais tóxicos ou perigosos, incluído no caso de águas oceânicas classificadas como propagação da vida marinha ou pesca comercial, deve ser avaliado através de testes ecotoxicológicos com organismos bioindicadores, antes da implantação do empreendimento para efeitos de monitoramento ao longo da implantação e na operação.

Mais uma vez, a opção desta equipe foi de considerar o pior cenário, como por exemplo, a falha de algum equipamento que pode destinar no oceano esgoto sem a eficiência estimada ou desejada. Assim, a falha de algum equipamento pode resultar na emissão de efluentes com uma baixa eficiência de tratamento (pior cenário). Este efluente pode resultar na mortandade de organismos aquáticos, principalmente os organismos planctônicos, por decorrência do aumento da turbidez da coluna de água, influenciando na cadeia trófica local. Outra classe afetada seria a dos organismos bentônicos que dependendo da quantidade das partículas em suspensão na coluna d'água poderiam causar o soterramento dos mesmos. Como o estudo apresentado não contempla os citados efeitos na ecologia marinha, então recomenda-se que os impactos na coluna d'água sejam monitorados após a realização de estudos sobre a biota marinha local, e que esses estudos sejam concluídos antes da entrada em operação do sistema, visto que precisa de um tempo e de planejamento para executar as ações necessárias à segurança ambiental da operação como um todo.

Outras informações importantes

A EPC tem por objetivo, entre outros, remover substâncias gordurosas, em suspensão e flotantes, com dimensões maiores que 1,0 mm, de modo a garantir aspectos estéticos aceitáveis na região do lançamento.



O material resultante do pré-tratamento na EPC (areia e materiais inorgânicos/inertes, e material retido nas peneiras) será colocado em caçambas apropriadas e transportado a aterro sanitário para ser enterrado como forma de disposição final.

O Emissário Submarino propriamente dito constará em uma tubulação em Polietileno de Alta Densidade – PEAD, material que vem sendo empregado com sucesso em instalações semelhantes no Brasil, como é o caso dos emissários de Niterói (em operação), Barra da Tijuca (em implantação), Rio das Ostras (implantação contratada), etc.

3.1.1.2. Dados Oceanográficos

a) LABOMAR – ESTUDO ANEXO AO RELATÓRIO DA CAERN

Correntes De Maré

Dados de campo – OUT/2007 - através da realização de duas campanhas oceanográficas. A primeira realizada em ocasião de ocorrência de maré de sizígia (29 e 30/10) e a segunda, realizada em ocasião de ocorrência de maré de quadratura (04/10):

- Maré de quadratura – (a) Pela manhã: amplitude de maré de 1 metro, e, (b) Pela tarde: duas preamares e duas baixa-mares durante o dia;
- Maré de sizígia - com amplitude de maré para todo intervalo superior a 2 m, com picos de amplitude de 2,6 m.

A diferença entre os valores, máximo e mínimo, dos níveis de maré, foi tomada como sendo 2,30 m.

ADCP - O equipamento utilizado, para medir as correntes marinhas, é um correntômetro modelo ADP 3D (*acoustic doppler profiler*) com sensor acústico de frequência 1,5 MHz. O instrumento induz um som em uma determinada frequência, que se propaga através da água e consegue captar material particulado em suspensão, ao longo da coluna d'água, os quais refletem o som ecoando de volta ao



sensor. O efeito Doppler refere-se à mudança de frequência do sinal transmitido pelo sensor, causada pelo movimento relativo entre o aparelho e o material em suspensão da água sob a ação do feixe das ondas sonoras. Como o material em suspensão se desloca na mesma velocidade da corrente de água, a magnitude do efeito Doppler é diretamente proporcional a essa velocidade. Medindo-se a frequência dos ecos que retornam do material em suspensão e comparando-a com a frequência do som emitido, o ADCP determina a velocidade da partícula que é a mesma da corrente da água esta medida pode ser relativa a posicionamento diferencial por GPS, ou em relação ao fundo. O aparelho, durante as campanhas oceanográficas, foi posicionado a boreste de um barco pesqueiro através de uma estrutura de sustentação para permitir a navegação do barco com velocidade moderada, de 3-4 nós, durante a medição. Os sensores foram orientados para baixo, imersos na água a uma profundidade de cerca 50-60 cm em relação à linha d'água, para evitar que devido à navegação, os sensores saíssem da água. Para melhor obtenção de qualidade dos dados, faz necessária a calibração ao norte magnético e o nivelamento da sonda no costado da embarcação, evitando desvios, já que os eixos X, Y e Z devem formar planos o mais próximo dos ângulos Zênite e Nadir (0° na horizontal e vertical). A navegação é feita à velocidade mínima de governo, ou seja, velocidade pouco maior que a das correntes para que a embarcação não seja dominada pelas forças dos fluxos estuarinos e nem pelo vento e não desvie a direção da embarcação sobre o perfil e nem interfira nas medidas de velocidade.

Flutuadores - balões de encher de diferentes cores lançadas em pontos distintos ao longo da região visando identificar alterações hidrodinâmicas à medida que os pontos se distanciavam da linha de costa. Todos os flutuadores continham água doce para desse modo eliminar o efeito do vento sobre os balões que se encontravam na camada superficial da coluna d'água, evitando assim a obtenção de resultados passíveis de baixo grau de confiabilidade.

MARÉ DE QUADRATURA

Maré Vazante



ADCP - 4 perfis - os 3 primeiros correram uma linha de 6 Km e o último, 5 Km, obtendo os seguintes resultados:

- Direção NORTE das Correntes;
- Velocidade média=0,21 m/s, sendo a máxima=0,25 m/s e a mínima=0,18 m/s;
- As maiores intensidades das correntes ocorreram mais próximo a costa, onde as cotas batimétricas apresentaram-se mais rasas.

Flutuadores - 4 pontos lançados a 1, 2, 3, e 4,3 km da linha de costa na região de Ponta Negra durante uma maré de vazante, obtendo os seguintes resultados:

- Direção NORTE/NORDESTE das Correntes;
- Velocidade média=0,46 m/s, sendo a máxima=0,51 m/s e a mínima=0,42 m/s.

MARÉ DE SIZÍGIA

Maré Enchente e Vazante

ADCP - 6 perfis em horários determinados através da curva de maré, que caracterizaram os momentos de marés de vazante e enchente, obtendo os seguintes resultados:

- Direção NORTE das Correntes;
- Velocidade média da maré vazante=0,11 m/s, e da maré enchente=0,18 m/s, sendo a máxima=0,40 m/s (nas porções mais afastadas da linha de costa).

Flutuadores - 5 pontos lançados 1, 2, 3, 5 e 7 km da linha de costa na região de Ponta Negra durante uma meia maré de enchente e uma meia maré de vazante, durante um dia de atividades de campo sob regime de maré de sizígia, obtendo os seguintes resultados:

- Direção NORDESTE das Correntes;



- Velocidade média para maré vazante=0,75 m/s, sendo a máxima=0,88 m/s e a mínima=0,67 m/s;
- Velocidade média para maré enchente=0,87 m/s, sendo a máxima=0,91 m/s e a mínima=0,81 m/s.

OBS: A análise dos dados referentes ao regime de marés para o porto de Natal foi primordial para a escolha do período de execução das atividades de campo, uma vez que um levantamento detalhado durante um período inteiro de maré de sizígia durante um período de fortes ventos na região **(que correspondem aos meses de agosto a outubro)**

Hidroquímica - Temperatura, Condutividade, Salinidade, Oxigênio Dissolvido, Turbidez E Ph

Coletados dados com o auxílio de uma sonda multiparamétrica portátil HORIBA U10, previamente calibrada com solução padrão (*probe solution*). Este equipamento foi utilizado para medir os seguintes parâmetros: Temperatura, Condutividade, Salinidade, Oxigênio Dissolvido, Turbidez e pH. Também foi considerada a hora de coleta de cada um dos parâmetros para que fosse possível analisar correlações entre os resultados e parâmetros biológicos.

Aquisição de dados em pontos aleatórios ao longo da costa + coleta de sedimentos
As amostrais localizadas mais próximas do ponto de lançamento do emissário (AM01, 02, 03, 15 a 20) apresentaram os seguintes resultados:

- Salinidade média – 33,7‰, sendo a mínima de 32,9‰ e a máxima de 34‰,
- Temperatura média – 25,9°C, sendo a mínima de 25,7 e a máxima de 26,2,
- Ph médio – 7,66, sendo a mínima de 7,10 e a máxima de 8,32,
- Condutividade média – 51,41, sendo a mínima de 50,5 e a máxima de 53,3,
- Turbidez média – 16,55, sendo a mínima de 0 e a máxima de 40.



Análise Granulométrica e Carbonatos

- Substrato arenoso com sedimentos apresentando textura variando de areia fina a muito grossa, predominando as texturas de areia média a muito grossa, havendo uma forte tendência ao aumento do diâmetro dos grãos a medida que se afasta da linha de costa em direção ao mar;
- Grãos pobremente selecionados, mas também aparecem graus de seleção moderadamente selecionada, muito pobremente selecionadas e extremamente mal selecionadas;
- Presença de sedimentos biodetríticos originários do desenvolvimento de algas pertencentes aos gêneros *Halimeda* e *Lithothamniu*, assim como nódulos;
- Material mais silicibioclástico com presença de conchas e de outros restos de organismo;
- Os teores de carbonato de cálcio variam de 21,35 a 96,09%, mas a maioria das amostras apresenta teores acima de 80%, refletindo o caráter de sedimentação bioclástica da área.

Batimetria

- Mapeamento foi realizado a uma velocidade média de 7 km/h através de perfis transversais médios ao longo de toda região, sendo coletados aproximadamente 21.000 pontos, na maré de quadratura, e, 67.000 pontos, na maré da sizígia, de ecobatimetria;
- Dados de profundidade foram corrigidos ao nível reduzido da Diretoria de Hidrografia e Navegação – Marinha do Brasil (DHN) para eliminar o efeito da maré, utilizando como base à curva de maré obtida por intermédio das atividades de campo e a tábua de maré do porto de Natal, objetivando dar suporte à correta modelagem batimétrica;
- Suave declive das cotas batimétricas nos primeiros 500 m distante da linha de costa, havendo a partir desse ponto uma depressão abrupta da profundidade e posterior a essa queda o assoalho mantém uma forma aproximadamente homogênea com suave declive até a região mais distante da costa (6 km);



- Profundidade média encontrada é de 11 metros, com presença de picos de profundidade máxima em torno de 13 metros (maré de quadratura) e 22 metros (maré de sizígia), sendo estes valores encontrados na zona mais distante da costa a aproximadamente 6 km e 14 Km, respectivamente.

ANÁLISE

Foi verificado que o lançamento de balões flutuadores foi realizado em uma época de forte intensidade de ventos (dados climatológicos) o que pode estar mascarando a média anual. Entretanto, reflete também a máxima da intensidade do vento na camada mais superficial do oceano (interface Oceano/Atmosfera), o que não pode ser considerado como dados relevantes da deriva oceânica.

Por outro lado, os dados foram coletados mais significativamente a E/SE do ponto de lançamento do emissário, o que não é muito relevante visto que a direção das correntes ocorre na direção oposta (N/NE) e a pluma dar-se-á na direção da corrente. Desta forma, tornam-se necessários maiores pontos amostrais a N/NE do ponto de lançamento do emissário.

Esse fato pode ser observado a partir dos dados climatológicos da EMPARN. Vale salientar que pode haver, em algumas épocas do ano, uma corrente superficial (Interface Oceano/Atmosfera) para NW, a qual pode influenciar a camada superficial da pluma (caso esta consiga alcançar a superfície). Entretanto, a partir da alternativa posteriormente verificada, a profundidade do emissário não remete a essa possibilidade visto que a pluma estaria a mais de 200 metros do limite externo da faixa de balneabilidade, e com uma diluição acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, como será discutido ao final deste documento, em suas considerações finais.



b) EIA/RIMA – CAERN/FCPC (Fundação Cearense de pesquisa e Cultura)

Alternativas do Projeto

1. Emissário Submarino de Ponta Negra – Oceano Atlântico (com 5.332 mts e 3.750 mts):

- a. Na frente do Morro do Careca,
- b. Atrás do Morro do Careca,
- c. Forte dos Reis Magos

2. Emissário para Infiltração nas Dunas do Alagamar,

3. Emissário Fluvial – Rio Jundiáí (variante UASB)

- Climatologia – VENTOS

EMPARN – os ventos incidentes em Natal apresentam uma velocidade média de 27,4 km/h (ou 7,6 m/s), com rajadas de 31,2 km/h (ou 8,7 m/s), em outubro, e durante os meses de inverno ou concentração pluviométrica de apenas 23,0 km/h (ou 6,4 m/s), notadamente em março.

- Os ventos predominantes são de E-SE, a exceção dos registrados nos meses de maio, junho e setembro nos quais a direção predominante é SW, especificamente o octante S-SW.

Geologia Marinha

Na latitude de Natal, a plataforma continental é uma das mais, senão a mais, estreita margem continental brasileira, com cerca de vinte quilômetros de talude, e mais aproximados seiscentos e cinquenta quilômetros de sopé, até atingir o fundo abissal que lhe limita a base.

A plataforma continental se caracteriza por apresentar uma superfície grosseiramente plana.



São encontradas basicamente três coberturas sedimentares, onde a delimitação dessas fácies baseou-se principalmente em sua composição, (porcentagem de componentes bióticos e de carbonato de cálcio), dando uma menor ênfase aos sedimentos.

- **Fácies Terrígenas** - Ocupando uma área reduzida da plataforma interna, as fácies terrígenas se constituem por 60% de sedimentos terrígenos, compostas predominantemente por areias quartzosas, com granulometria variando de grosso a médio (1,0 a 0,25 mm). A fração orgânica não ultrapassa 40% do total, sendo composta por briozoários, fragmento de conchas de moluscos, algas calcárias e foraminíferos (destacando, Archaias e Miliolidae)

- **Fácies de Transição** - Aparecem em uma pequena área situada entre a fácies terrígena e a fácies de algas calcárias e em uma mancha dentro dessa última. Ocorre na plataforma média, em uma parte reduzida, e ao norte, da plataforma externa. Caracteriza-se litologicamente e biologicamente como uma mescla das fácies terrígenas e calcária. Na análise química, as algas coletadas nessa fácies revelaram um conteúdo de Fe_2O_3 maior que o contido na fácies calcária, evidenciando assim uma contribuição mais efetiva de material terrígeno.

- **Fácies de Algas Calcárias** - Inicia-se entre as isóbatas de 12 e 15 metros da plataforma interna e estende-se até a plataforma externa. Essa fácies caracteriza-se por uma mescla biogênica/ biotritica, em sua maior parte (90 a 100%), é composta por fragmentos de algas calcárias, sendo a Melobesiae a mais freqüente e, em menor parcela, as partículas de Halimeda. Observa-se nessa fácies, um aumento de CaO , Cu , Zn e P_2O_5 , com relação a fácies de transição. A dominância das algas calcárias nessa fácies provoca relativa diminuição dos outros organismos: foraminíferos, moluscos, briozoários, entre outros.

Em resumo, o estudo da plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte, apresentou uma predominância de sedimentação carbonática sobre a terrígena. Tal fato se explica pela pequena contribuição continental, em uma plataforma estável, pouco profunda, e com águas limpas, quentes e moderadamente salinas,



favorecendo o desenvolvimento de organismos produtores de carbonato. O conteúdo biótico caracteriza-se por algas coralinas incrustantes ramificadas, responsáveis pelo alto teor de carbonato nos sedimentos.

Dinâmica Sedimentar

As ondas incidentes na região de Natal provêm de SE, E e NE, destacando-se entre estas as de SE pela frequência e pela maior energia. Dominam a região as ondas do tipo sea, formadas pela influência dos ventos locais. Já as ondas de swell são formadas a partir das variações das condições meteorológicas do Atlântico Norte.

As ondas variam de altura ao longo do ano. De dezembro a maio ocorrem às ondas de menor altura, entre 0,4 e 2,8 metros, e as de maior altura, até 4,0 m, ocorrem de junho a novembro. As ondas mais frequentes apresentam alturas significativas entre 0,90 e 1,30 m resultando em uma altura média, em relação a todos os intervalos considerados, de 1,14 m.

O período associado com a altura significativa das ondas apresenta uma frequência maior de 6,2 s, e um período médio de 6,4 segundos.

QUADRO 03. Tipos de Onda com Base na Esbeltez.

Direção da crista de onda (°Az)	Esbeltez (Ho/Lo)	Frequência (%)	Classificação
> 25	0,35	0,0500	Sea
25 a 35	8,32	0,0400	Sea
35 a 50	16,83	0,0286	Sea
50 a 75	43,01	0,0200	Sea
75 a 100	19,22	0,0133	indefinida
100 a 150	9,2	0,0100	Swel
150 a 200	1,84	0,0067	Swel
< 200	0,63	0,0050	Swel

Com relação à distribuição direcional, se observa que as ondas de maior energia estão relacionadas principalmente com a direção ESE e, secundariamente, com o



rumo leste. Por último, vale ressaltar que, no período de setembro a fevereiro, não foram observadas ondas provenientes de ENE. O período médio também apresenta variações anuais e direcionais, com limites anuais entre 4,8 e 10,8 segundos.

Águas Oceânicas (Balneabilidade)

O dimensionamento do comprimento de um emissário submarino para a cidade de Natal estará sempre comprometido com a profundidade da dispersão e não especificamente com o decaimento bacteriano nas correntes em direção à costa. Profundidades iguais ou maiores que 14,0 m na maré mínima somente são observadas a distâncias a partir de 10km da costa.

Biota Marinha

Na caracterização do meio marinho foram feitos sensos visuais, nos quais se procurou avaliar a composição faunística e florística dos ecossistemas circunvizinhos (costões rochosos, praia arenosas, recifes de arenito), para o qual foram feitas caminhadas ao longo do litoral registrando o maior número de organismos possíveis. A identificação dos componentes bióticos da área de influência direta (AID) do empreendimento compreendeu o levantamento da flora, da fauna e das suas interações, feita através de visita ao local e pesquisa bibliográfica.

Os organismos marinhos da área de influência do empreendimento podem ser divididos em três grandes comunidades biológicas marinhas: planctônica, bentônica e nectônica.

- Comunidade Planctônica - organismo de vida flutuante, sem um poder natatório significativo para a locomoção horizontal, cuja distribuição e dispersão ocorre principalmente através das águas (ação dos ventos, ondas e marés). composta pelo fitoplâncton (organismos autotróficos que dependem da disponibilidade de luz e nutrientes para o desenvolvimento) e zooplâncton (organismos heterotróficos que se



alimentam basicamente de fitoplâncton), protistas (protozooplâncton) e organismos procariontes autótrofos e heterótrofos (bacterioplâncton);

- Fitoplâncton - Diatomáceas; Cianofíceas; Dinoflagelados e Clorofíceas;
- Zooplâncton - caracteriza-se por apresentar uma grande biomassa e uma pequena diversidade de organismos, onde o grupo dos Copepodas é o mais significativo, chegando a alcançar 80% ou mais do número total de indivíduos (ECOPLAN, 1990). Na região do empreendimento, é comum de se registrar em frequência de ocorrência e abundância indivíduos de Appendicularia, possivelmente do gênero Oikopleura. Os Chaetognatha, representados por algumas espécies de Sagitta, também são bastante frequentes. Outros organismos também podem ser observados no zooplâncton (larvas de Gastropoda, larvas de Polychaeta, larvas de Brachyura, ovos e larvas de peixes e de crustáceos), apresentando valores significativos;
- Bacterioplâncton - engloba as bactérias existentes no domínio pelágico e as Cyanophyceae;
- Comunidade Bentônica - organismos que vivem associados ao fundo marinho, podendo estar fixos aos substratos duros (ex.: algas, esponjas, hidrozoários, corais, briozoários, moluscos, equinodermos), enterrados nos sedimentos (ex.: moluscos, anelídeos poliquetos), locomovendo-se sobre o fundo dos oceanos (ex.: moluscos, crustáceos, equinodermos) ou mesmo em associados entre uns e outros. Desta maneira, o tipo de substrato afeta diretamente a distribuição dos organismos que compõem a comunidade bentônica. Entre os grupos presentes na macrofauna bentônica, os poliquetas têm sido identificados como bons indicadores da poluição orgânica; frente ao enriquecimento orgânico, este grupo apresenta um decréscimo na riqueza de algumas espécies e um aumento na abundância de outras poucas.

All - substrato duro- espécies de macroalgas *Padina gimnospora*, *Ulva fasciata*, *Caulerpa sp* e alguns representantes do grupo das Gelidielas e Hypneas, celenterados antozoários (*Palythoa sp* e anêmonas), celenterados hidrozoários (*Thyroscyphus ramosus*) e uma ampla gama de esponjas, *Collisella subrugosa* (chapeuzinho-chinês), *Crassostrea rhizophorae* (ostra), *Littorina ziczac* (buzinho), *Tegula viridula* (buzio), *Stramonita haemastoma*, *Hastula cinerea*, *Brachidontes*



exustus, *Thais haemastoma* e *Aplysia dactylomela* (lebre-do-mar), espécies de crustáceos como: *Ligia exotica* (barata-da-praia), *Pachygrapsus transversus* (caranguejo), *Clibanarius* sp (ermitão), *Tetraclita stalactifera* (cracas) e sobre as algas alguns morfotipos de antípodos. *A^Thais haemastoma* é utilizada como indicador de poluição por metal pesado.

Poças de maré - Muraenidae, Ophichthidae, Gobiidae, sendo encontrado com maior frequência os peixes conhecidos como soldadinho (*Abudefduf* sp.).

Praia de Ponta Negra - Macroalgas das espécies: *Gracilaria* sp, *Gracilaria ferox*, *Cryptonemia crenulata*, *Osmundia obtusiloba*, *Hypnea musciformis*, *Botryocladia occidentalis*, *Dictyopteris delicatula*, *Sargassum vulgare*, *Gelidium americanum*, *Gelidiella acerosa*, *Enteromorpha*, *Ulva lactuca*, *Ulva fasciata*, *Digenia simplex*, *Coralina* sp., *Cryptonemia* sp., *Laurencia* sp., *Spatoglossum* SP. Crustáceo: *Ocypode quadrata* (maria-farinha). Moluscos bivalves: *Donax striatus*, *Codakia* cf. *costata*, *Tivela mactroides*, *Tellina* sp. e *Fissurella* sp. Equinodermo *Mellita quinquesperforata* (bolacha-da-praia).

- Comunidade Nectônica - composto por uma grande variedade de animais (invertebrados e vertebrados) providos de órgãos de locomoção eficientes o bastante para permitir-lhes deslocamentos consideráveis no meio aquoso;
- Peixes – no litoral do Rio Grande do Norte, as famílias mais representativas de peixes foram: Clupeidae, Engraulidae, Hemirhamphidae, Exocoetidae, Mugilidae e Carangidae.. Na praia Ponta Negra a espécie de peixe *Pomadasys corvinaeformis* (córó), é muito capturada em áreas próximas à costa;
- Quelônios - Segundo os moradores da região na área do empreendimento é comum o avistamento de tartarugas marinhas das espécies *Chelonia mydas* e *Caretta caretta*;
- Mamíferos marinhos - para a região costeira do Rio Grande do Norte, registrou 12 espécies de odontocetos e 1 de misticeto. Igualmente registrou um total de 99 encalhes, dos quais (64) foram da espécie *S. guianensis*; (5) *S. bredannensis*; (4) *Tursiops truncatus*; (3) *Stenella clymene*; (3) *Kogia sima*; (3) *Ziphius cavirostris*;



Globicephala sp; (2) *S. attenuata*; (2) *P. macrocephalus*; (2) *Megaptera novaeangliae*; (1) *S. longirostris*; (1) *Kogia breviceps*; (1) *Peponocephala electra* e (5) exemplares de cetáceos não identificados.

ANÁLISE

Os dados referentes a balneabilidade tratados no estudo referem-se tão somente as praias de Cotovelo e Redinha. Não foram, portanto, considerados os dados de balneabilidade de praia de Ponta Negra, Área de Influência Direta do empreendimento. Mesmo assim, os dados utilizados remetem ao ano de 2001, o que se mostra ultrapassado e sem consistência para análise, exaltando mais ainda, a necessidade de realização de estudos mais atualizados sobre os parâmetros ambientais realizados.

Não foram realizadas coletas de amostras d'água para caracterização qualitativa e quantitativa das comunidades planctônicas, sendo estas, de extrema importância para o monitoramento da AID ao longo das fases de implantação e operação do emissário.

Na avaliação visual, evidentemente não é possível se caracterizar e quantificar espécies microscópicas, incluindo as microalgas tóxicas que podem existir na região e com a emissão de nutrientes (esgoto), há a possibilidade delas causarem um desequilíbrio ecológico, incluindo nesse caso a ocorrência de marés vermelhas.

Na comunidade bentônica (AID e AII) não foi utilizada a metodologia de contagem e quantificação das espécies (quadrate). Somente citar algumas espécies por caráter visual não é significativo para análises de monitoramentos futuros e verificação de impactos.

Outrossim, os dados pertinentes ao zooplâncton são de 1990. Com certeza algo pode ter mudado em 19 anos. Também não ficou claro a existência ou não de poliquetas na AID. É necessário que se faça a sua identificação e posterior quantificação para inferência dos dados no monitoramento. Também recomenda-se o estudo sobre o gastrópodo *Thais haemastoma* em relação a sua identificação e quantificação para o seu posterior monitoramento, visto que o mesmo se alimenta de detritos.



c) COPPETEC/UFRN – MODELAGEM

Conceitos

Zona de mistura ativa – chegada do efluente no corpo receptor. O escoamento da pluma ejetada é significativamente diferente do escoamento ambiente no corpo receptor. O jato efluente possui velocidade muito maior que a do ambiente, e com densidade significativamente menor. Conseqüentemente, há uma grande diferença de quantidade de movimento entre o efluente ejetado e a água ambiente - pluma boiante.

Campo afastado ou zona de mistura neutra/passiva - Na mediada em que se afasta da linha difusora, a pluma ejetada vai se misturando com a água ambiente, até tornar-se neutra. As densidades se equilibram e igualam-se as quantidades de movimento da pluma efluente encorpada e do escoamento ambiente receptor. A partir de então, se tem uma pluma neutra.

Comprimento idealizado do Emissário

Para otimização do comprimento de emissários como o ESPN, é usual considerar que o alvo seja a garantia de condições de balneabilidade com concentrações de coliformes inferiores a 1000 nmp/100 ml, em uma **faixa costeira de 300 m**, chamada **zona de balneabilidade**.

Dados carregados - Características da região da linha difusora do emissário

- Profundidades entre 10 e 15 m;
- Velocidades médias na faixa dos 0,2 a 0,4 m/s;
- Densidade praticante homogênea na vertical, eventualmente pode ocorrer pluma emergente, que é a situação menos favorável.



Em locais mais profundos com gradientes verticais de densidade é comum a pluma de emissários ficarem submersa, e.g. aprisionada abaixo de uma termoclina, impedindo assim sua chegada ao litoral. Os resultados obtidos, indicaram que a pluma do ESPN, com vazão reduzida para 0,673 m³/s, tende a ficar submersa na maior parte do tempo para emissários com comprimento maior que 2600m. Para os casos do ESPN com comprimentos menores, por conta de lançamento de efluentes de tratamentos secundário e terciário, ocorre emergência da pluma durante as mais baixas baixamares.

Domínio do modelo

O domínio de modelagem adotado estende-se, a partir do eixo do Emissário Submarino:

- Cerca de 22 km para o Norte,
- Cerca de 12 km para o Sul, e,
- Cerca de 10 km para o Leste

O domínio inclui o estuário do Rio Potengi e o estuário do Rio Pirangi. O dimensionamento do domínio leva em conta que as correntes na região do ESPN são predominantemente para Norte, por isso é mais estendido para o Norte.

Calibração

I) MDT – Modelo Digital do Terreno

1. Contornos de margem: considera-se que, em geral, o contorno do domínio de modelagem do ESPN é atual e preciso, pois foi extraído das mais atuais Cartas Náuticas 802 e 810 da DHN e de imagens georreferenciadas do *Google Earth* de 2009.



2. Batimetria e tipo de material de fundo: considera-se que, em geral, as informações batimétricas e de caracterização do material de fundo do domínio de modelagem do ESPN são atuais e precisas. Os dados utilizados foram extraídos das mais atuais Cartas Náuticas 802 e 810 da DHN e de informações sedimentológicas disponibilizadas no EIA-RIMA fornecido pela CAERN para a região vizinha ao eixo do ESPN.

Dados no interior do estuário do Rio Potengi foram disponibilizados pela UFRN com base na dissertação de mestrado “*Estudo Hidrodinâmico do Estuário do Rio Potengi, Natal/RN*” (Figueiredo, 2007). Dados no interior do estuário do Rio Pirangi foram extraídos do trabalho “*Complementação do Estudo de Capacidade de Autodepuração do Rio Pirangi, para Atender o Sistema de Esgotamento Sanitário de Pium, Cotovelo e Pirangi do Norte*”, de 12/2007, fornecido pela CAERN.

Quanto aos sedimentos, segundo consta no EIA-RIMA, os fundos da região de costa aberta do domínio modelado contém basicamente areias variando de média a grossa. Na base de dados adotou-se uma amplitude de rugosidade equivalente de fundo típica deste sedimento, com valor médio de 3 cm. Isso equivale a rugas de fundo com altura média de 6 cm.

Na região do estuário do Potengi, a rugosidade equivalente foi em grande parte considerada semelhante, exceto nas regiões de bancos e franjas de mangue. Em tais localidades foram adotados valores de rugosidade equivalente variando entre 3 e 10 cm. Há alguns locais no interior dos estuários com macro rugosidades de até 50 cm para simulação de efeitos de arrecifes, bancos emergentes e similares.

II) Hidrodinâmica

1. Calibração de níveis de água.- Os dados obtidos com os modelos são consistentes com as previsões de maré para o Porto de Natal nos meses de fevereiro e setembro de 2009.

2. Dados de vazões fluviais - valores médios de vazões fluviais (Rios Doce, Jundiá, Potengi e Pirangi).



3. Dados de Vento - no EIA-RIMA os dados disponibilizados são apenas na forma de rosas de vento e tabelas e gráficos com dados estatísticos. Para uso na modelagem hidrodinâmica é ideal se dispor de séries temporais de ventos típicos de condições de verão e de inverno. Na falta de tais dados, foram geradas séries temporais representativas dos meses de Fevereiro e Setembro, caracterizando padrões típicos de meses de verão e de inverno. O mês de Fevereiro foi especialmente selecionado por apresentar ventos de Leste e Leste-Sudeste mais freqüentes, o que favorece a geração de correntes de deriva nas camadas superficiais em direção à linha de costa. O mês de Setembro foi especialmente selecionado por apresentar os ventos intensos de Sudeste, que também geram correntes de deriva em direção à costa.

4. Calibração de correntes médias na coluna de água – Os dados disponibilizados (Labomar) indicam, em resumo, que as correntes na região do ESPN mediadas nos dias selecionados para representar condições de sizígia e quadratura pouco variam entre si. No geral, os valores registrados apresentam magnitudes variando entre de 0,20 e 0,40 m/s junto à superfície e entre 0,05 e até 0,20 m/s próximo ao fundo na região do ESPN, com direções predominante de Sul para Norte.

Nas camadas mais próximas da superfície, até cerca de 3 m, as correntes sofrem mais o efeito dos ventos, sendo mais frequentemente defletidas em direção à costa, seguindo um rumo entre Norte e Noroeste. Nas camadas de fundo mais afastadas da costa, as correntes seguem mais alinhadas com o rumo norte, e nas camadas de fundo mais próximas da costa ocorrem efeitos de correntes de retorno em resposta à deriva das camadas superficiais em direção à costa. Assim, verifica-se correntes com rumo mais Norte-Nordeste nos locais mais rasos, próximos da linha de costa. Fica claro que ventos desfavoráveis tenderiam a levar a pluma do emissário para o rumo Norte - Noroeste.

O efeito do vento ocorre mais fortemente nos primeiros 10% da altura da coluna de água. Isso corresponde a cerca de 1.5m, pois na localidade dos perfis as profundidades são próximas de 15 m.

Transporte



Sobre calibração da dispersão turbulenta em campo afastado: Para avaliar, em caráter geral, os coeficientes de dispersão turbulenta em corpos de água naturais sem estratificação significativa, pode-se usar um traçador. Para o caso de plumas de emissários é usual o emprego de corantes fluorescentes como traçadores, seguidos de campanhas de medição que se estendem por períodos de 6 a 12 horas. No caso em questão, adotou-se os mesmos coeficientes de dispersão calibrados e utilizados em simulações do emissário do Rio Vermelho em Salvador.

Calibração de reações cinéticas de decaimento bacteriano: no caso de modelagem de transporte de plumas de emissários de esgoto, é no campo afastado que ocorrem os processos de decaimento bacteriano. O SisBaHiA® adota um processo muito realista variando dinamicamente a taxa de decaimento bacteriano, usualmente caracterizada pelo parâmetro T_{90} , em função da quantidade de radiação solar incidente na pluma, salinidade e temperatura. Por sua vez, o modelo computa a quantidade de radiação solar em função da data e hora, localidade geográfica, profundidade do topo da pluma, espessura da pluma e turbidez da água.

QUADRO 04. Dados utilizados na modelagem da pluma efluente.

Vazões de Efluentes Sanitários Pré-Condicionados	0,673 m³/s
Concentração Efluentes Pré-Condicionados	3,5 x 108 nmp-CF / 100 ml
Extensão Total do Emissário = 5200 m +132 m linha difusora =	5332 m
Diâmetro do Emissário Submarino e Tubulação Difusora	0,70m
Profundidade de descarga da Tubulação Difusora	15,00 m
Diâmetro dos Orifícios Difusores	0,11 m
Número de Orifícios Difusores	36
Espaçamento de Orifícios Difusores	3,67 m



Cenários

1. Comprimento original de 5.332m, sendo 5200m de tubulação a partir da linha de costa, mais linha difusora de 132m no final com efluentes pré-condicionados com colimetria de 3.5×10^8 nmp/100 mL.

2. Encurtado em 2.6 km, i.e. com 2.732m, sendo 2600m de tubulação a partir da linha de costa, mais linha difusora de 132m no final com efluentes pré-condicionados com colimetria de 3.5×10^8 nmp/100 mL.

- com efluentes de tratamento secundário com colimetria de 1.0×10^7 nmp/100 mL.

3. Encurtado em 3.2 km, i.e. com 2.132 m, sendo 2000m de tubulação a partir da linha de costa, mais linha difusora de 132m no final com efluentes de tratamento secundário com colimetria de 1.0×10^7 nmp/100 mL.,

4. Encurtado em 4.2 km, i.e. com 1.132m, sendo 1000m de tubulação a partir da linha de costa, mais linha difusora de 132m no final com efluentes de tratamento terciário com colimetria de 1.0×10^5 nmp/100 mL.

Resultados

1. Comprimento original de 5.332m - profundidade da linha difusora de 15 m - a área de influência da pluma efluente do ESPN projeta-se para o rumo NNW, estendendo-se por cerca de 18 km, com largura máxima de cerca de 3 km. Verifica-se que a zona de balneabilidade ao longo do litoral de Natal está fora da área de influência do emissário. O afastamento de 5200m da linha difusora do ESPN, tal como colocado no projeto básico, é excessivo. Verifica-se que o limite da zona de balneabilidade, faixa de 300 ao longo do litoral, fica a no mínimo 2 km da área de influência do ESPN.



2. Comprimento de 2.732 mts SEM TRATAMENTO (colimetria de 3.5×10^8 nmp/100 mL) - profundidade média da linha difusora de 11.5 m - a espessura da pluma oscilaria em torno de 5 metros, o que é cerca de 15% menor que a espessura da pluma para a situação original. Porém a pluma fica mais próxima da superfície livre, chegando a emergir em breves momentos durante condições de verão. No inverno a pluma fica sempre submersa .

Na condição de verão existe uma folga de cerca de 500 m entre a isolinha de 1% e o limite da zona de balneabilidade. Por sua vez, na condição de inverno, a isolinha de 1% tangencia o limite da zona de balneabilidade.

3. Comprimento de 2.732 mts COM EFLUENTES DE TRATAMENTO SECUNDÁRIO (colimetria de 1.0×10^7 nmp/100 mL) - A linha de 1% de probabilidade de passagem da pluma está bem afastada do limite da zona de balneabilidade. Na condição de verão existe uma folga de mais de 1.0 km entre a isolinha de 1% e o limite da zona de balneabilidade. Por sua vez, na condição de inverno, a isolinha de 1% dista no mínimo 500m do limite da zona de balneabilidade.

4. Comprimento de 2.132 mts COM EFLUENTES DE TRATAMENTO SECUNDÁRIO (colimetria de 1.0×10^7 nmp/100 mL) - profundidade da linha difusora passa para 11.2 m. - No verão, a pluma fica mais próxima da superfície, chegando a emergir durante baixamares mais baixas, especialmente em marés de sizígia. No inverno, como as correntes paralelas à costa são mais intensas, a pluma não emerge. A linha de 1% de probabilidade de passagem da pluma ainda tem folga para o limite da zona de balneabilidade. Porém, pelo fato de ocorrer pluma emergente em condições de baixamares mais baixas, não é recomendável emissário mais curto. Verifica-se que no verão há uma folga de cerca de 1000 m entre a isolinha de 1% e o limite da zona de balneabilidade.

5. Comprimento de 1.132 mts COM EFLUENTES DE TRATAMENTO TERCIÁRIO (colimetria de 1.0×10^5 nmp/100 mL) - profundidade da linha difusora passa para 11.2 m. - Destaca-se que os efluentes de tratamento terciário, com colimetria de 1.0×10^5 nmp/100 mL, lançados pelo ESPN estariam enquadrados nos padrões de



balneabilidade no final do campo próximo. No verão, a pluma fica mais próxima da superfície, chegando a emergir durante baixamares mais baixas, especialmente em marés de sizígia. No inverno, como as correntes paralelas à costa são mais intensas, a pluma não emerge. Como a diluição mínima no final do campo próximo é maior que 200 vezes, consta-se que no máximo a 115m da linha difusora a colimetria teria caído para menos que 500 nmp/100 mℓ, portanto em condições de balneabilidade. O comprimento do emissário ainda poderia ser um pouco mais curto, visto que a linha de 1% de probabilidade de passagem da pluma ainda tem folga para o limite da zona de balneabilidade. Porém, pelo fato de ocorrer pluma emergente em condições de baixamares mais baixas, não é recomendável emissário mais curto.

Conclusão

Para efluentes sem tratamento, o ESPN pode ser encurtado em até 2.6 km, ou seja, o ESPN ótimo teria um comprimento total de 2.732m, sendo 2.600 m de tubulação mais 132 m de linha difusora.

Para efluentes com tratamento secundário, o ESPN pode ser encurtado em até 3.2 km, ou seja, o ESPN ótimo teria um comprimento total de 2.132m, sendo 2.000 m de tubulação mais 132 m de linha difusora.

Para efluentes com tratamento terciário, o ESPN poderia ser encurtado até em mais de 4.0 km, ou seja, o ESPN ótimo poderia ter um comprimento total de 1.132m, sendo 1.000 m de tubulação mais 132 m de linha difusora.

Comprimentos ótimos do ESPN para lançamento de efluentes com diferentes tipos de tratamento:

Comprimento ótimo		
Tipo de tratamento	Tubulação	Total
Pré-condicionamento	2600 m	2732 m
Tratamento Secundário	2000 m	2132 m
Tratamento Terciário	1000 m	1132 m



O risco de se ter o ESPN com menos de 2.600m seria o ESPN funcionar com problemas operacionais na ETE. Neste caso a zona de balneabilidade estaria comprometida.

3.2. Considerações sobre o estudo de alternativa de disposição no solo do esgoto tratado da Estação de Tratamento de Esgotos da Zona Sul de Natal.

Para a análise da alternativa 10, qual seja *“tratamento terciário (sistema UASB + MBBR + DS + floc/flot/dec + uv) com disposição final de injeção no aquífero dunas de Alagamar”*, tomou-se por referência as reuniões técnicas realizadas no âmbito da sede da empresa START, e as informações contidas no estudo desenvolvido pela FUNPEC ***“Análise consubstanciada da disposição de efluentes tratados na área das dunas de Alagamar - faixa costeira entre Natal e Parnamirim-RN”***. O disposto no relatório do estudo ora considerado está embasado em procedimentos técnicos respeitáveis e conhecidos, dentro das limitações que envolvem especificamente a base de dados para a sua realização.

Cientes das dificuldades que enfrentam estes estudos, no que tange à falta de um banco de dados de poços e de informações hidrogeológicas mais confiáveis para o seu desenvolvimento, dentro do qual estivessem representados pontos de coleta de registros com distribuição espacial mais uniforme e consistente e nos quais houvesse disponibilidade de séries históricas destes registros. Esta seria a situação ideal para que fossem consideradas mínimas as possibilidades de falhas nas conclusões técnicas apresentadas. Entretanto, considerando-se o tempo de execução do projeto, estima-se que ajustes poderão ser realizados com a aquisição contínua de novos dados.

Daquilo que se depreendeu da leitura do relatório em epígrafe, conforme também já exposto nas duas reuniões supracitadas, apresenta-se as seguintes considerações:

- 1) Estudar a possibilidade de utilização mista da injeção dos efluentes na bateria de poços alinhados em relação à costa da Barreira do Inferno com a disposição dos mesmos na Bacia de Infiltração. Esta possível solução traria consigo algumas



vantagens ao longo do extenso período de execução do projeto, dentre as quais se destacam:

- a) Diminuição no número de poços de injeção;
- b) Maior distanciamento entre os poços;
- c) Menor impacto na possível contaminação do aquífero atualmente explorado;
- d) Menor influência no aumento na carga potenciométrica ao longo da linha;
- e) Disposição na Bacia realizada somente no período menos chuvoso.

2) Estudar a possibilidade de injeção dos efluentes em poços mais profundos, que buscassem reservatórios atualmente não utilizados para a captação de água, tais como o arenito calcífero já identificado em poços perfurados em outras regiões de Natal, segundo informações de técnicos atuantes na área de perfuração de poços. Tal solução também traria as vantagens básicas apontadas nos subitens Ic e Id. Para a viabilização desta opção, consideram-se as seguintes ações a serem executadas com a maior brevidade:

- a) Perfuração de um poço, em local a ser definido na linha de poços projetada, com o objetivo de identificar a presença do reservatório constituído pelo arenito calcífero;
- b) Caso identificado este reservatório, realizar testes de injetividade no mesmo;
- c) Identificados os valores de injeção compatíveis com os necessários para o projeto ou que viabilizassem menor impacto sobre o aquífero ora explorado, realizar adaptação, ainda considerando a execução da solução mista apontada no item 1;
- d) Caso não ocorram estes arenitos calcíferos, realizar a cimentação da parte mais profunda e aproveitar o poço para testes de injeção nos reservatórios atualmente considerados para descarte pelo projeto.

3) Estudar a possibilidade do uso de poços direcionais ou inclinados no sentido do mar, no lugar dos poços verticais para injeção ora considerados. Tal opção, além das vantagens já explicitadas nos itens Ic e Id, traria outras coadjuvantes tais como:

- a) Maior comprimento da face de reservatórios disponível para injeção;



- b) Número significativamente menor de poços para a injeção, dependente da inclinação dos mesmos, ainda considerando a solução do item 1;
- c) Criação ao longo do tempo de um alto potenciométrico dentro do mar que poderia servir de contra fluxo para o movimento natural de descarga do aquífero ora explorado nesta direção;
- d) Manutenção do nível piezométrico na área de exploração no continente por um tempo maior, viabilizando a maior exploração acarretada pelo aumento da população.

Todas estas opções demandam estudos, custos e tempo de execução que certamente devem ser analisados por bons profissionais da área, dos quais o Estado do Rio Grande do Norte é certamente um grande celeiro. Em adição sugere-se que casos históricos no mundo sejam buscados para que maior base, com custos menores de pesquisa, seja aproveitada em benefício do projeto e da população de Natal.

ANÁLISE

Segundo análise da COPPETEC os dados indiquem a ocorrência do pior cenário, qual seja, há uma homogeneidade vertical. Isso porque considerando a baixa profundidade da área de interesse, <15m, a intensidade das correntes, a intensidade e frequência dos ventos, a COPPETEC entende que seria surpreendente se houvesse estratificação, também por desconhecer pontos na costa do Nordeste com estratificação significativa em locais de costa aberta com profundidades inferiores a 20 m.

Entretanto, a oceanóloga componente da equipe deste Estudo Complementar pondera que às vezes esse fato pode ocorrer. Isso em função de caso prático verificado em outro projeto com as questões de correntes um pouco mais a Norte deste estudo (Município de Maracajaú), onde o objetivo (e da equipe de oceanógrafos, que trabalham com a referida técnica) é avaliar a corrente ao longo da coluna d' água entorno de 15 m dentro de uma Unidade de Conservação da Natureza (APA do Recife dos Corais). No referido caso, o trabalho está sendo



realizado com derivador, mas segundo uma correta metodologia (com vela submersa e todas as escalas respeitadas entre a bóia e a vela).

Segundo a equipe de biólogos que está fazendo mergulhos para caracterização da fauna, existe uma corrente muito forte em torno de 8 metros de profundidade, onde a equipe mergulha amarrada; e, a 15 metros de profundidade, a corrente muda totalmente sua característica. Segundo análises realizadas, a salinidade a 8 m e a 15 m é distinta e, conseqüentemente, a densidade. O fato é que neste local, não muito distante da área do “emissário” (mesmo alinhamento da costa), existe uma estratificação na coluna d’água com 15 m de profundidade na época de inverno no ano (inverno – chuvas) e pelo aporte fluvial (que embora existente, não se apresenta muito representativo, como o Rio Potengi). Desta forma, neste estudo entende-se como fundamental a realização de estudos específicos, com metodologia adequada, pontuais e específicos, para avaliar se a coluna d’água é ou não homogênea ao longo de todo o ano.

Outro ponto a considerar é que embora à utilização da técnica de medição de correntes através de flutuadores represente apenas a “tendência de deslocamento da camada superior”, e se existe a possibilidade da pluma emergir à superfície, poderia suscitar dúvidas quanto a consideração sobre as correntes superficiais de interface Oceano/Atmosférica (flutuadores).

Entretanto a COPPETEC pondera afirmando que o modelo hidrodinâmico utilizado é 3D. A pluma toca a superfície por breves momentos, mas tem espessura de 5 a 6 m, portanto não é razoável usar velocidades superficiais como representativas do transporta advectivo da pluma. Além disso, os valores medidos com flutuadores são claramente exagerados, pois o método de medição do estudo apresentado, sem dúvida, foi inadequado e os dados estão errados e não servem para o propósito da modelagem. Como já afirmado, os dados medidos com flutuadores improvisados, balões coloridos, não são representativos da velocidade de transporte da pluma do emissário que, mesmo quando toca a superfície por breves momentos, tem espessura da ordem de 5m. Velocidades de balões flutuantes empurrados pelo vento são muito maiores que as velocidades das correntes ao longo da espessura da pluma.



Mesmo que os dados fossem bons e representativos das correntes na camada superficial, a duração das medições é insignificante em relação à duração das simulações. Vale lembrar que a modelagem hidrodinâmica desenvolvida pela Coppetec é 3D, e que o campo de correntes utilizado foi o da cota média do topo da pluma, portanto, bastante conservador.

Também em relação a vazão considerada, pondera ainda dizendo que o trabalho da Fundação Coppetec foi realizado com os dados e especificações fornecidos pelo contratante. No caso, usou-se a vazão máxima de projeto para o ESPN de 0,673 m³/s durante todo o tempo. Isso é irreal e a favor da segurança, visto que há variação de vazão ao longo das horas do dia a menor desse valor, e que a vazão máxima (considerada como constante) só ocorrerá, de fato, em momentos de pico. É importante destacar que essas vazões consideradas correspondem as decisões projetuais do contratante, correspondendo com a realidade projetada.

Verificou-se que os dados de fundo de oceano, para dimensionamento da interferência de fundo oceânico, dentre outras, não foi verificado no Estudo apresentado, o qual poderia ter sido realizado, por exemplo, através de fotografias submarinas. Entretanto essa Informação que deveria ter sido apresentada não consta no EIA/RIMA apresentado.

Mas vale salientar que o valor considerado pela Coppetec é bastante usual em fundos oceânicos com tais características. Ademais, no caso em questão, uma diferença de mais ou menos 50% na rugosidade de fundo não teria efeito prático sensível nos resultados.

Nas informações contidas no EIA/RIMA constam dados de vento de junho e setembro com direção predominante de SW, especificamente o octante S-SW. Verificou-se que esta informação não foi utilizada pela Coppetec.

A Fundação informou que o modelo utilizou séries temporais de ventos para fevereiro e setembro, e não valores estatísticos disponibilizados no EIA. Ventos de SW levariam a pluma para longe da costa e não seriam a favor da segurança.

A comparação é pertinente? Por quê??



Ao comparar-se com o caso do emissário submarino do Rio Vermelho, em relação a não presença de estratificação na coluna d'água (praticamente homogênea na maior parte do tempo) a Coppetec faz correlação exemplificativa com o caso de Ponta Negra, também porque apresenta magnitudes de correntes similares na região do descarte do emissário submarino do Rio Vermelho. Entretanto, esse estudo considera fundamental a comprovação do fato mediante a realização de estudos, a partir de dados coletados em Ponta Negra, para com segurança, poder se afirmar que a coluna d'água apresenta-se ou não homogênea ou praticamente homogênea na maior parte do tempo.

Um dado a ser considerado refere-se a que o estudo da Coppetec utilizou apenas o decaimento bacteriano, em detrimento a outros parâmetros previstos na Resolução CONAMA 357/05. A Coppetec pondera informando que linhas difusoras de emissários são projetadas para maximizar a diluição inicial, de modo a se obter o enquadramento dos parâmetros de qualidade de água, exceto balneabilidade, dentro da zona de mistura ativa, ou zona de mistura inicial ou campo próximo. Como mostrado nos relatórios da Coppetec, no caso do ESPN, tal zona em geral se estende a menos de 100m da linha difusora.

Em geral, projetam-se linhas difusoras para obtenção de diluição mínima 100 vezes ao final do campo próximo. Assim é feito, porque as cargas orgânicas de esgotos in natura têm concentrações de ~300 mg/l. Pela Res. CONAMA 357, águas salinas classe 1 devem ter concentração de carga orgânica total de até 3 mg/l. Portanto, se a diluição inicial for no mínimo 100x, o padrão da RC-357 para concentração de carga orgânica estará atendido fora da zona de mistura ativa.

As diluições requeridas para enquadrar nutrientes, como compostos de nitrogênio e fósforo, são menores que 100x. Isso quer dizer que, no caso do ESPN, em distâncias geralmente inferiores a 100 m da linha difusora, as concentrações de carga orgânica e nutrientes estariam enquadradas nos padrões de água salina classe 1 da RC-357.

Efetivamente, o problema com lançamentos de esgotos em emissários está na questão sanitária, comumente caracterizada pela contagem do número mais provável, nmp, de bactérias indicativas por 100 ml, ou nmp/100ml. Os grupos de bactérias indicativas mais usuais são: coliformes termotolerantes, escherichia coli e



enterococos. A RC-357 aceita os três como possíveis indicadores. Por ter uso mais amplo e muito maior facilidade de exames laboratoriais, o padrão mais empregado é o baseado em contagem de coliforme termotolerantes. No qual se considera água própria para contato primário se a concentração for inferior a 1000 nmp/100 ml.

Tipicamente a concentração de coliformes termotolerantes no esgoto in natura é de cem mil a um milhão de vezes maior que o mínimo requerido para balneabilidade. Portanto, não se atinge o padrão de balneabilidade com o processo de diluição inicial no campo próximo. Por isso, são feitas modelagens de plumas de colimetria e não de plumas de nutrientes ou carga orgânica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises técnicas contidas neste trabalho vêm corroborar, em tese, com as informações contidas em outros estudos complementares ao EIA-RIMA apresentado pela FCPC à CAERN (CAERN, LABOMAR, FUNPEC E COPPETEC), e que tem sido constantemente criticado pela comunidade científica local, juristas e leigos, por negligenciar certas informações e estudos de extrema importância para a análise real dos impactos ambientais, decorrentes da instalação de um emissário submarino de efluentes de esgotos domésticos.

Neste estudo verifica-se a necessidade real de se conhecer previamente os atributos marinhos da Área de Influência Direta do empreendimento, sobretudo quanto aos impactos a serem gerados quanto a trofodinâmica do ambiente oceânico local, visto que, via de regra, o lançamento de material rico em nutrientes no ambiente oceânico, impacta na cadeia trófica marinha e é necessário conhecer em que nível isso ocorre. Também a ação física sobre o fundo oceânico, aonde a intervenção de engenharia civil ocorrerá, pode gerar erosão (fase de instalação) com repercussões no ambiente transicional costeiro.

Ainda que se tenha um importante instrumento de monitoramento de balneabilidade estabelecido através de modelagem matemática, para a operação do empreendimento, é importante que se realizem estudos sobre a biota marinha submetida a essa intervenção, para que se possa alimentar outros mecanismos de



monitoramento importantes para a manutenção da qualidade ambiental do oceano e das áreas transicionais da costa. Assim, além dos indicadores utilizados na modelagem disponibilizada pela Coppetec, é necessário que se complementem os estudos e a calibração do modelo com outros bioindicadores de manutenção da qualidade biótica e sanitário do meio.

Na análise sobre a solução de infiltração e injeção dos efluentes tratados em nível terciário na Formação Barreiras (alternativa 10), este estudo complementar aponta a necessidade de se conhecer as potencialidades de exploração hidrogeológica do arenito Calcífero, tanto para disposição dos efluentes tratados em nível terciário por injeção por meio de poços injetores, quanto na possibilidade de seu uso para abastecimento público de água.

Este estudo sugere a possibilidade de construção de poços inclinados, voltados para o oceano, de forma a orientar os fluxos subterrâneos em direção Leste, evitando-se a ocorrência de cunha salina e a possibilidade dos fluxos subterrâneos verterem-se para o Rio Pitimbu, conforme apontado no estudo hidrológico contratado à FUNPEC (***Análise consubstanciada da disposição de efluentes tratados na área das dunas de Alagamar - faixa costeira entre Natal e Parnamirim-RN***) e apresentados à CAERN.

Entretanto vale ressaltar que estudos complementares para que essa alternativa venha a se constituir em opção viável, são necessários, especialmente por requererem cuidados quanto a possibilidade de verter em direção ao Rio Pitimbu, o que elevaria sobremaneira sua vazão, bem como saturar o solo das formações geológicas tipo falésia, promovendo sua instabilidade geotécnica, ou mesmo, em função de características físico-químicas do efluente do emissário, reagir com a formação calcífera, gerando processos erosivos e futuras formações de dolinas. Ainda que essas possibilidades sejam remotas, mas precisam ser estudadas.

Diante das diversas ponderações e análises constantes deste Primeiro Produto, percebe-se a necessidade de estudos mais aprofundados no que concerne a trofodinâmica oceânica na AID, bem como as incertezas quanto a geração de possíveis impactos ao Rio Pitimbu em decorrência dos fluxos subterrâneos horizontais promovidos pela elevação do nível hipsométrico do Aquífero Barreiras



com a injeção em aquífero ou por infiltração do efluente, e da importância de realizar-se estudos de viabilidade do arenito calcífero.

Ainda a incômoda situação de, em não dispondo ainda de um Plano de Reúso de Efluentes de Esgotos e de Águas Residuárias, essa alternativa não poder ser executada por não apresentar amparo legal, denota a grande fragilidade sanitário e o atraso quanto a utilização dos mecanismos disponíveis pela engenharia ambiental para, de forma racional, realizar as ações necessárias para mitigação das ações antropogênicas alteradoras da qualidade ambiental.

Mas fica aqui o reconhecimento da urgente necessidade de promoção de investimentos na área de Esgotamento Sanitário no município do Natal e da eminência do retorno da verba alocada para estes investimentos ao Tesouro Nacional, impossibilita momentaneamente, a realização de tais estudos, visto o tempo a ser demandado, sendo, por isto, necessário o apontamento daquela alternativa que certamente gerará o menor impacto ao meio receptor, bem como possibilitará que, com o advento e avanço das pesquisas, possa haver a reversão do destino final dos efluentes tratados.

Nos produtos que seguirão a este, serão apresentadas as análises comparativas das alternativas propostas pela CAERN, bem como de alternativas levantadas pelo grupo de discussão formado por técnicos e cientistas coordenados pelo Engenheiro Agrônomo Leonardo Tinôco, e que desta forma possibilitarão a correta tomada de decisão pela Concessionária e pela população participante, quanto a melhor alternativa a ser adotada como solução ao Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Sul de Natal e de áreas do município de Parnamirim.



CAPÍTULO II

PRODUTO 02

ANÁLISE COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS DA ZONA SUL DE NATAL - SISTEMA PONTA NEGRA



1. ANÁLISE COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS DA ZONA SUL DE NATAL - SISTEMA PONTA NEGRA

A partir dos dados analisados, constantes do Produto 01 acima foi procedida a análise comparativa sobre as diversas alternativas que compuseram o escopo deste estudo, em seguimento a metodologia adotada no início dos trabalhos.

As informações e os dados que serviram de base para a análise das alternativas foram retirados dos seguintes documentos:

- a) Análises Complementares e Prognósticos do Funcionamento do Emissário Submarino de Ponta Negra em Natal-RN, com Efluentes Tratados. R1 – Relatório de Otimização do ESPN com Efluentes de Tratamentos Secundário e Terciário. Contratado pela CAERN à COPPETEC (Professores Paulo Cesar Colonna Rosman e Ada Cristina Scudelari). Abril de 2009;
- b) Estudo de Alternativa de Disposição no Solo do Esgoto Tratado da Estação da Zona Sul de Natal. Contratado pela CAERN à FUNPEC (equipe coordenada pelo Prof. Antônio Marozzi Righetto), compreende a análise das alternativas de disposição da água no solo, a partir da superfície ou induzida por poços de injeção. Maio de 2009;
- c) Estudo de Alternativas de Tratamento e Disposição Final de Efluentes do Sistema de Esgotos de Ponta Negra – Zona Sul de Natal. CAERN, Diretoria Técnica, Gerência de Projetos (Engº Valmir Melo da Silva). Maio de 2009;
- d) Análises Complementares e Prognósticos do Funcionamento do Emissário Submarino de Ponta Negra em Natal-RN, com Efluentes Tratados. R2 – Relatório de Avaliação de Aspectos Sedimentológicos e Estruturais. Contratado pela CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte à COPPETEC - Assinado pelos professores Paulo Cesar Colonna Rosman e Ada Cristina Scudelari. Julho de 2009;
- e) Análise Comentada da Avaliação Econômica das Alternativas de Tratamento e Destinação Final dos Efluentes do Sistema de Esgotos de Ponta Negra - Zona Sul



de Natal. CAERN, Diretoria Técnica, Gerência de Projetos (Engº Valmir Melo da Silva). Julho de 2009;

f) Apontamentos sobre o ambiente marinho e transicional. Paola Fracasso . Julho de 2009;

g) Estudo de Alternativa de Disposição no Solo do Esgoto Tratado da Estação da Zona Sul de Natal (Considerações Sobre), do Geólogo Ivan Edilberto Mendes Teixeira;

h) Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima de Parnamirim / Projeto Orla (MMA, SPU/GRPU-RN, IDEMA, IBAMA, SETUR, PMP, Capitania dos Portos, Organizações da sociedade e de movimentos comunitários), do Engenheiro Agrônomo MSc. Leonardo Tinôco e do Geógrafo MSc. Gustavo Szylagi.

Os dados de custos e dispêndios do empreendimento, constantes deste documento, foram retirados do documento referenciado no item “e” acima.

Como fruto das discussões da equipe técnica responsável pela elaboração deste estudo, resolveu-se acrescentar mais duas alternativas às que foram originalmente apresentadas pela CAERN (documento “c”), o que resultou nas seguintes alternativas:

1. Estação de Pré Condicionamento (EPC) + Emissário Marítimo de 2600 m;
2. EPC + Lagoas Facultativas + Emissário Marítimo de 2600 m;
3. EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Emissário Marítimo de 2000 m;
4. EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Emissário Marítimo de 2600 m;
5. EPC + (Reator UASB + Filtro Biológico Percolador) + Emissário Marítimo de 2000 m;
6. EPC + (Reator UASB + Filtro Biológico Percolador) + Emissário Marítimo de 2600 m;
7. EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Marítimo de 1000 m;
8. EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Terrestre até o Rio Jundiá;



9. EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Terrestre até o Rio Potengi;
10. EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV + Coagulação/Flotação)+ Injeção no Aquífero;
11. EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Infiltração no solo + (2ª Etapa Injeção / Exportação);
12. EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Reúso da água.

1.1. Descrição das Alternativas

Atualmente a área de abrangência do projeto de Esgotamento Sanitário da CAERN compreende as Bacias J, M, N e O de Natal, encampando os bairros de Ponta Negra, Capim Macio, Neópolis, Nova Parnamirim (Bacia II e sub-bacias), além das comunidades de Pium, Cotovelo e Pirangi, as bacias de Lagoinha e da Rota do Sol. As vazões médias trabalhadas pelo projeto para os anos de 2009, 2019 e 2029 (início meio e fim de plano), são respectivamente, 442,69 L/s, 556,17 L/s e 715,44 L/s.

A descrição das alternativas apresentadas a seguir foi essencialmente extraída do documento “c” referenciado na introdução deste.

Alternativa 01

- Estação de Pré Condicionamento (EPC) + Emissário Marítimo de 2600 m;
- Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A Estação de Pré-Condicionamento foi concebida para a vazão média de fim de plano. O tratamento preliminar envolve unidades de remoção de sólidos grosseiros, de remoção de sólidos sedimentáveis, de medição de vazão e de mitigação de odores;
- Constará basicamente do seguinte: Gradeamento Médio Mecanizado, tipo cremalheira; Gradeamento Fino Mecanizado, com espaçamento de 3mm em peneiras rotativas; Desarenamento através de Caixas de Areia; Medição de Vazão de Esgoto; Sistema de Captura e Lavagem de Gases;



- Para destinação final dos esgotos foi prevista apenas a opção de destinação através de emissário submarino com extensões de 2.732,00m, sendo 132,00 m correspondente a extensão dos difusores. A extensão total do trecho terrestre do emissário é de 3.512,50m.

Alternativa 02

- EPC + Lagoas Facultativas + Emissário Marítimo de 2600 m;
- Nesta concepção de tratamento estão previstas duas etapas de obras. Na primeira, a ETE terá capacidade para a vazão média de 550,81 l/s. Na segunda etapa, para a vazão média de fim de plano;
- O sistema de tratamento terá as seguintes fases:

a) Tratamento Preliminar como na Alternativa 01.

b) Tratamento Secundário.

- Prevê o aproveitamento das 03 (três) lagoas existentes e construção de uma nova lagoa complementar com 15,28 Ha. As lagoas de maturação existentes seriam aprofundadas para 2,00m de profundidade passando todas elas a funcionar como lagoas facultativas em paralelo. Para o funcionamento nesta configuração, admitiu-se o parcelamento das vazões proporcionalmente às áreas à meia seção das respectivas lagoas;
- O tratamento propiciado pelas Lagoas Facultativas, na 1ª Etapa, em condições controladas, conforme se demonstra no memorial de cálculo anexa, poderá reduzir a concentração de DBO entre 75% e 85%. No que se refere a coliformes, a valores entre 90 e 99%, ou a concentrações da ordem de $3,0 \times 10^6$ a $4,0 \times 10^5$ NPM/100ml, parâmetros estes perfeitamente compatíveis com os estudos de otimização da extensão do emissário marítimo, posto que estes, por questões de segurança, consideraram um índice de colimetria da ordem de $3,5 \times 10^7$ NPM/100ml;
- O efluente de saída de cada lagoa facultativa será encaminhado para o poço de sucção da Estação Elevatória Final e daí bombeado para a Caixa de Transição e



desta para o lançamento final no mar, através de emissário por gravidade, tendo o trecho marítimo uma extensão de 2.732,00m, incluindo 132m de difusores;

- Para atendimento da vazão de fim plano, verificou-se que o sistema de lagoas facultativas não terá capacidade de absorver a carga orgânica, fazendo-se necessário implantar um sistema de aeração forçada;
- Estudos preliminares realizados indicam que para atendimento da vazão da 2ª etapa será necessário adaptar as lagoas existentes transformando-as em duas séries de lagoas em paralelo, compreendendo lagoas aeradas aeróbias de mistura completa, lagoas aeradas facultativas, lagoas facultativas e de maturação;
- Para esta nova situação seriam instalados cerca de 52 aeradores flutuantes de fluxo ascendente, com densidade de potência de 175W/m^3 , motores de 12,5 CV, assegurando-se que depois do polimento nas lagoas facultativas e de maturação, será conseguida uma qualidade de efluente compatível com os padrões de lançamento preconizados nos estudos de otimização do emissário oceânico;
- Nestas novas condições, o efluente tratado, em condições controladas, permitirá a redução de DBO em cerca de 85% e de coliformes em 99%, significando concentrações finais da ordem de 45 mg/l para a DBO e cerca de $3,0 \times 10^4$ NPN/100ml de Coliformes Fecais, parâmetros estes compatíveis com as condições para lançamento no mar, através de emissário submarino de 2.732m, conforme recomendações dos estudos de otimização realizados;
- A Estação Elevatória Final para bombeamento de efluentes tratados será comum para qualquer das alternativas de disposição final.

Sistema de disposição final

Na presente alternativa a destinação final dos efluentes seria feita através de emissário submarino com extensão de 2.732,00m, incluindo os difusores.

Alternativas 03 e 04

- EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Emissário Marítimo de 2000 m;
- EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Emissário Marítimo de 2600 m;



- Deve-se ressaltar que estas duas opções diferem apenas quanto à extensão do trecho de emissário marítimo;
- Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A ETE concebida terá capacidade para a vazão média de fim de plano;
- O sistema de tratamento terá as seguintes fases:

- a) Tratamento Preliminar como na Alternativa 01;
- b) Tratamento Primário.

- Serão utilizados Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo tipo UASBs – (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket), conforme projetado pela KL Engenharia, cujas características técnicas estão resumidas abaixo:

- a) Quantidade de Módulos: 06 (seis), cada um com 2 sub-módulos.
- b) Largura: 12,00 m;
- c) Comprimento: 29,00 m;
- d) Profundidade útil: 5,00 m.

- A redução de carga orgânica no presente caso, expressa em termos de remoção de DBO foi estimada 70%, embora possa atingir até 75% em condições bem controladas de operação. A concentração de coliformes, igualmente, em condições controladas, poderá ser reduzida a valores da ordem de $1,0 \times 10^6$ NPM/100ml;
- O lodo proveniente dos UASBs será bombeado para uma unidade de centrifugação de lodo e daí para áreas de estocagem;
- A ETE contará com queimadores de gás, localizados em área cercada próxima aos reatores RAFAs. Os queimadores de gás serão equipados com corta-chamas e válvulas de segurança;



Tratamento Secundário

- O tratamento secundário consistirá basicamente no polimento final do efluente em lagoas de polimento. Para isso serão aproveitadas as 03 (três) lagoas existentes e construída uma nova lagoa complementar com 7,36 ha;
- As lagoas existentes serão convertidas em lagoas de polimento, com profundidade de 1,00m. Para esta configuração admitiu-se o parcelamento das vazões proporcionalmente às áreas à meia seção das respectivas lagoas. Todas as lagoas, inclusive a nova a ser construída, funcionarão em paralelo;

As características das lagoas estão resumidas abaixo:

- a) O tratamento propiciado pelo sistema, em condições controladas, conforme se demonstra na memória de cálculo anexa, poderá reduzir a concentração de DBO em cerca de 80%;
- b) A redução dos índices de colimetria poderá atingir valores da ordem de $7,0 \times 10^4$ NPM/100ml, parâmetros estes perfeitamente compatíveis com os estudos de otimização da extensão do emissário, posto que estes, por questões de segurança consideraram um índice de colimetria da ordem de $3,5 \times 10^7$ NPM/100ml no ponto de lançamento final;
- c) O efluente de saída de cada lagoa será encaminhado para o poço de sucção da Estação Elevatória Final e daí bombeado para a Caixa de Transição e desta para o lançamento final no mar.

Foram analisadas e orçadas as duas opções de emissário marítimo, ou seja, extensão de 2.132m e 2.732m, incluindo 132m de difusores.

Sistema de Tratamento e Destinação Final de Lodo

Será feito através de 02 (duas) centrífugas, sendo uma de reserva com capacidade de tratar 135,00 m³/dia de lodo.



Desidratação Mecânica do Lodo

- O lodo será desidratado mecanicamente por “*decanter*” centrífugas instaladas no segundo nível do edifício de desidratação;
- O sistema operará 12 horas por dia, sem equipamentos de reserva. Na eventualidade de manutenção de um equipamento o outro operará 24 horas por dia;
- Todo o sistema de desidratação será construído e instalado na 1ª etapa de obras;
- Esta alternativa, embora ligeiramente mais cara que a alternativa 03, devido à utilização dos Reatores de Manta de Lodo, apresenta maior flexibilidade para ampliação futura do sistema de tratamento. Além de atender às condições de fim de plano, as áreas remanescentes facilitarão ampliações futuras da capacidade de tratamento caso isso se configurar necessário;
- A Estação Elevatória Final para bombeamento de efluentes tratados será comum para qualquer das alternativas de disposição final.

Sistema de destinação final dos esgotos tratados

No presente estudo foram orçadas as duas opções de destinação marítima, ou seja, através de emissários submarinos com extensões de 2.132 e 2.732,00m.

Alternativas 05 e 06

- EPC + (Reator UASB + Filtro Biológico Percolador) + Emissário Marítimo de 2000 m;
- EPC + (Reator UASB + Filtro Biológico Percolador) + Emissário Marítimo de 2600 m;
- Deve-se ressaltar que estas duas opções diferem apenas quanto à extensão dos trechos de emissário submarino;
- Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A ETE concebida terá capacidade para a vazão média de fim de plano.
- O sistema de tratamento terá as seguintes fases:
 - a) Tratamento Preliminar como para Alternativa 01;



- b) Tratamento Primário como para as alternativas 03 e 04;
- c) Tratamento Secundário: Filtros Biológicos Percoladores – FBP com Decantadores Secundários.

- O tratamento secundário será feito por meio de filtros biológicos percoladores (FBP), que consistem, basicamente, em tanques preenchidos com material de alta permeabilidade, tal como pedras ou material plástico, sobre o qual os esgotos são aplicados. Após a aplicação, os esgotos percolam em direção aos drenos de fundo;
- Será utilizado FBP de alta taxa, que é submetido a uma taxa de aplicação de carga orgânica bastante superior à aplicada no FBP de baixa taxa. Como consequência, o FBP de alta taxa apresenta menor requisito de área. Neste sistema, a recirculação do efluente é praticada regularmente;
- Serão implantados 04 (quatro) FBP de alta taxa com as seguintes características: Diâmetro 22,00 m; Altura do meio suporte 4,00 m; Material do meio suporte - Peças de plástico;
- A recirculação do efluente será feita da saída dos FBP para a entrada dos mesmos através de 02 (duas) estações elevatórias, sendo uma para cada conjunto de dois FBPs;
- O lodo proveniente dos FBPs deverá ser removido em decantadores secundários, de forma a diminuir o nível de sólidos em suspensão no efluente final;
- Na primeira etapa serão implantados 04 (quatro) decantadores com as seguintes características:

- a) Diâmetro 30,00 m;
- b) Profundidade útil junto à parede lateral 3,00 m;
- c) Dispositivo de remoção do lodo - Ponte raspadora mecanizada.

- O lodo gerado no processo será conduzido aos reatores UASBs para digestão previamente à disposição final, através de 02 (duas) estações elevatórias, sendo uma para cada conjunto de dois decantadores.



Desinfecção (não haverá)

- Como os sistemas de tratamento com reator UASB e pós-tratamento em filtros biológicos são pouco eficientes na remoção de organismos patogênicos, conseguindo-se, no máximo, efluente com concentração da ordem de 1×10^6 NPM/100ml, este tipo de ETE, dependendo da destinação final do efluente, necessita de uma unidade de desinfecção final para atender à legislação ambiental;
- No presente caso, em se tratando de efluentes tratados a nível secundário para fins de destinação no mar, poderá ser dispensada a unidade de desinfecção.

Sistema de Tratamento e Destinação Final de Lodo

- Considerando o porte da ETE e a quantidade de lodo gerado, o tratamento do lodo será feito em centrífuga e em leiras de secagem;
- É prevista a implantação de duas centrífugas, sendo uma reserva, para realizar o deságüe do lodo biológico proveniente dos reatores UASB. Os equipamentos serão instalados em um prédio fechado. As características relevantes à operação do processo são as seguintes: Vazão total de lodo (final de plano) 192,54 m³/d; Teor de sólidos no lodo a desaguar 4,0%; Teor de sólidos no lodo desaguado 20 a 25%;
- O lodo a ser desaguado será armazenado em poços de lodo, que servirão para amortecer os picos de produção de lodo e para armazenar o lodo durante o período em que a centrífuga não estiver operando. Serão implantados 02 (dois) poços de formato tronco-cônico com as seguintes dimensões: Diâmetro superior 5,00 m; Altura útil total 4,00 m; Diâmetro da base 1,00 m;
- O lodo originário das centrífugas receberá a secagem complementar do lodo em leiras em área contígua às lagoas existentes. Foi prevista, com o objetivo de reduzir o volume de lodo para disposição final, fornecendo um lodo seco com teor de sólidos de aproximadamente 40%. As características do pátio das leiras de secagem são as seguintes: Número de leiras 30; Seção das leiras – Triangular; Largura da leira 3,00 m; Comprimento da leira (início de plano) 23,00 m; Comprimento da leira (final de plano) 28,00 m; Altura da leira 1,00 m;



- Depois de desidratado e mineralizado será remanejado para uma área de estocagem também localizada em área adjacente às lagoas existentes. Estima-se que todo lodo produzido poderá ser comercializado, reservando-se para aterro sanitário, se for necessário, os volumes excedentes que ultrapassarem a capacidade de estocagem;

A estação elevatória final é comum a todas as alternativas.

Sistema de destinação final

No presente estudo foram orçadas as duas opções de destinação marítima, ou seja, através de emissários submarinos com extensões de 2.132m e 2.732,00m, incluindo os difusores.

Alternativa 07

- EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Marítimo de 1000 m;
- Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A ETE concebida terá capacidade para a vazão média de fim de plano;
- O sistema de tratamento terá as seguintes fases:

- a) Tratamento Preliminar como para as Alternativas 01 a 06;
- b) Tratamento Primário como para as alternativas 03 a 06;
- c) Tratamento Secundário/Terciário.

- Neste tipo de configuração de tratamento, os efluentes oriundos do tratamento primário (UASBS) receberão tratamento biológico complementar, através de Reatores de Leito de Biofilme Móvel, chamado de processo MBBR, para fixação da população microbiana, o qual conta com Câmara Anóxica para desnitrificação e compartimento para aeração (filtração aerada) onde ocorre a nitrificação dos efluentes;



- No canal de saída das caixas de areia existe uma estrutura de separação onde são derivados cerca de 25% do esgoto bruto para a Câmara Anóxica dos Filtros Aerados, de maneira a garantir a formação da massa biológica ativa nos mesmos e possibilitar a desnitrificação do esgoto antes deste afluir aos decantadores secundários, evitando a perda de sólidos nestes e a consequente queda de eficiência do tratamento;
- A parcela restante do esgoto bruto desarenado é direcionada aos reatores anaeróbios, por gravidade, passando antes por uma estrutura de distribuição de vazão. Nesta estrutura também aflui a vazão de excesso de lodo secundário;
- O efluente dos reatores anaeróbios é conduzido por gravidade aos Filtros Biológicos Aerados Submersos, passando antes também por uma estrutura de distribuição de vazão. Nesta estrutura também aflui a vazão de retorno de lodo secundário;
- Anexo aos filtros aerados será construído uma Câmara Anóxica (CA) para promover a transformação do nitrato do esgoto em nitrogênio gás. As CAs serão equipadas com misturadores submersíveis (um misturador em cada câmara) para manter a matéria em suspensão;
- Os Filtros Aerados serão parcialmente preenchidos com material plástico para suporte de biomassa e equipados com sistema de distribuição de ar, para prover oxigênio para a decomposição da matéria orgânica e para a nitrificação, assim como para promover a mistura do conteúdo dos tanques. O ar é fornecido por um sistema de sopradores e tubos de distribuição.

Desinfecção

- No presente caso, em se tratando de efluentes tratados a nível terciário, mesmo para fins de destinação no mar, em função da extensão do emissário foi considerada indispensável à unidade de desinfecção. Sendo assim será construída uma unidade de desinfecção com luz ultravioleta;
- Para a ETE Ponta Negra foram considerados reatores UV de contato (lâmpadas imersas);



- Para o final de plano são previstos 03 (três) reatores UV de lâmpadas imersas, com as seguintes características: Potência total do sistema 100 kW; Concentração de coliformes no efluente 1.000 NMP/100 mL.

Sistema de Tratamento e Destinação Final de Lodo

- Considerando o porte da ETE e a quantidade de lodo gerado, o tratamento do lodo será feito em centrífuga e em leiras de secagem;
- É prevista a implantação de duas centrífugas, sendo uma reserva, para realizar o deságüe do lodo biológico proveniente dos reatores UASB. Os equipamentos serão instalados em um prédio fechado. As características relevantes à operação do processo são as seguintes: Vazão total de lodo (final de plano) 192,54 m³/d;
- O lodo a ser desaguado será armazenado em poços de lodo, que servirão para amortecer os picos de produção de lodo e para armazenar o lodo durante o período em que a centrífuga não estiver operando. Serão implantados 02 (dois) poços de formato tronco-cônico com as seguintes dimensões: Diâmetro superior 5,00 m; Altura útil total 4,00 m; Diâmetro da base 1,00 m;
- O lodo originário das centrífugas receberá a secagem complementar do lodo em leiras em área contígua às lagoas existentes. Foi prevista, com o objetivo de reduzir o volume de lodo para disposição final, fornecendo um lodo seco com teor de sólidos de aproximadamente 40%. As características do pátio das leiras de secagem são as seguintes: Número de leiras 30; Seção das leiras – Triangular; Largura da leira 3,00m; Comprimento da leira (início de plano) 23,00m; Comprimento da leira (final de plano) 28,00 m; Altura da leira 1,00m;
- Depois de desidratado e mineralizado será remanejado para uma área de estocagem também localizada em área adjacente às lagoas existentes. Estima-se que todo lodo produzido poderá ser comercializado, reservando-se para aterro sanitário, se for necessário, apenas os volumes excedentes que ultrapassem a capacidade de estocagem;

A estação elevatória final é comum a todas as alternativas.



Sistema de destinação final dos efluentes

No presente estudo foi orçada apenas a opção de destinação marítima através de emissário submarino com extensão de 1.132 m, incluindo os difusores.

Alternativas 08 e 09

- EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Terrestre até o Rio Jundiaí;
- EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Terrestre até o Rio Potengi;
- Deve-se ressaltar que estas duas opções diferem apenas quanto à extensão dos trechos de emissário terrestre mantendo as concepções para as demais unidades do sistema;
- Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A ETE concebida terá capacidade para a vazão média de fim de plano;
- O sistema de tratamento terá as seguintes fases:
 - a) Tratamento Preliminar como para Alternativa 01 e demais;
 - b) Tratamento Primário como para alternativas 07;
 - c) Tratamento Secundário/terciário como para a alternativa 07;
 - d) Desinfecção como para a alternativa 07.

Sistema de destinação final

- O ***emissário terrestre para o Rio Potengi*** terá dois trechos distintos, com as seguintes características:
 - a) 1º. Trecho por Recalque: Diâmetro: (da EEF até a Caixa de Transição): 900 mm; Extensão: (Da EEF até a Caixa de Transição): 450,00m; Material: PVC, PRFV ou similar;
 - b) 2º. Trecho por gravidade: Diâmetro a partir da Caixa de Transição até o ponto de lançamento no estuário: 900 mm; Extensão a partir da Caixa de Transição até o



ponto de lançamento: 15.726m; Extensão total do trecho terrestre: 16.376m; material do Trecho terrestre: PEAD, PVRFV ou similar.

- O ***emissário terrestre para o Rio Jundiaí***, com 15.700m de extensão, também terá dois trechos distintos, com as seguintes características:

a) 1º. Trecho por Recalque: Diâmetro: (da EEF até a Caixa de Transição): 900 mm; Extensão: (Da EEF até a Caixa de Transição): 9.450,00m; Material: PVC, PRFV ou similar;

b) 2º. Trecho por gravidade: Diâmetro a partir da Caixa de Transição até o ponto de lançamento no rio: 900 mm; Extensão a partir da Caixa de Transição até o ponto de lançamento: 6.250,00 m; Extensão total do trecho terrestre: 15.700 m; Material do Trecho terrestre: PEAD, PVRFV ou similar.

- A memória de cálculo do sistema deixa de ser apresentada no presente estudo uma vez que foram preservadas todos os estudos realizados pela KL Engenharia Ltda.

Alternativa 10

- EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV + Coagulação/Flotação) + Injeção no Aquífero;

- Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A ETE concebida terá capacidade para a vazão média de fim de plano;

- O sistema de tratamento terá as seguintes fases:

a) Tratamento Preliminar como para alternativa 01 e demais;

b) Tratamento Primário como para a alternativa 07;

c) Tratamento Secundário/terciário como para a alternativa 07;

d) Desinfecção como para a alternativa 07;

e) Polimento Final.



- Em se tratando de efluentes destinados a injeção no aquífero subterrâneo, os quais não poderão conter particulados, necessário se torna fazer o polimento final complementar através de unidade de floculação/flotação e todo o sistema de aplicação de polímeros visando remover os sólidos suspensos remanescentes do sistema de decantação secundária;
- Na ETE do sistema proposto o efluente dos decantadores secundários pode apresentar ainda, elevada concentração de particulados, que poderão dificultar a infiltração através de injeção no aquífero, provocando ou acelerando o processo de obstrução dos interstícios do aquífero;
- Para assegurar que o efluente final apresente características qualitativas incondicionalmente adequadas à injeção no aquífero, torna-se necessário o emprego de processos físico-químicos de Coagulação-Floculação e Flotação por Ar Dissolvido.

Coagulação/Floculação

- A mistura e dispersão rápida de coagulante catiônico (Coagulação) em meio aquoso neutraliza a carga superficial dos particulados favorecendo a agregação destas partículas e a formação de flocos (floculação) com características adequadas à operação unitária física de separação dessas partículas sólidas (flotação);
- Na caixa instalada à jusante da Calha Parshall, a vazão de efluente coagulado, que escoar em canal aberto, é distribuída proporcionalmente nas Câmaras ou Tanques de Floculação (duas em paralelo), onde este é submetido a uma agitação lenta durante cerca de 25 min;
- Cada Tanque ou Câmara de Floculação compreende 04 (quatro) Compartimentos em série, onde estão instalados Floculadores mecânicos tipo turbina axial com montagem fixa, para promover a mistura lenta requerida para floculação química, dimensionados para assegurar gradientes de velocidade decrescentes (70, 50, 30 e 30 seg^{-1});
- As Câmaras de Floculação com volume útil de 700,0 m^3 são tanques de concreto armado, e seus compartimentos têm forma prismática e seção quadrada, previamente estimadas em 12,00 x 12,00 m e profundidade útil de 5,00 m;



Sistema de Flotação por Ar Dissolvido

- A Flotação por Ar Dissolvido (FAD) é um processo físico utilizado para a remoção de partículas em suspensão e/ou flutuantes (fase dispersa) do meio líquido (fase contínua), por meio de bolhas de ar de pequeno diâmetro que, ao aderirem à superfície dessas partículas, reduzem a densidade aparente do conjunto partícula/bolha, aumentando da força ascensional (empuxo) que sobre elas atua, carreando-as para a superfície do Tanque de Flotação;
- O sistema é composto por Tanque de Flotação; Tanque de Saturação; Bombas de recirculação e pressurização e Compressor de ar;
- Completada a floculação, o efluente dos Floculadores é coletado em uma calha (Calha de efluente floculado), de onde flui por gravidade, através de tubulação para Flotadores Mecanizados (operação em paralelo), onde ocorre a remoção dos flocos em suspensão, visando à clarificação do efluente e conseqüente adensamento do lodo;
- A Flotação por Ar Dissolvido (FAD) é feita através da dissolução de ar num volume de efluente recirculado (25% da fase líquida) de dentro dos Flotadores no Tanque de Saturação (pressão absoluta acima de 3 atm). Após saturação de ar no Tanque de Saturação, o recirculado retorna aos Flotadores (pelo fundo), onde com a redução de pressão (controlada através de uma válvula redutora de pressão), o ar dissolvido tende a desprender do líquido, formando microbolhas que aderem à superfície das partículas sólidas (flocos) e promovem o arraste destas para a superfície livre dos Flotadores;
- A remoção de sólidos suspensos totais pode variar de 90 a 95%, dependendo primordialmente da Relação Ar/Sólidos (A/S) que deve estar compreendida entre 0,04 a 0,06 kg ar/kg SST afluente:

a) Desinfecção como para a alternativa 07;

b) Sistema de Tratamento e Destinação Final de Lodo como para a alternativa 07.



Sistema de destinação final

- Para a esta alternativa foi orçada apenas a opção de injeção no aquífero subterrâneo, não obstante os estudos realizados terem cotejado uma alternativa de infiltração através de um sistema de lagoas;
- A injeção dos efluentes no aquífero prevê a ocupação de uma faixa de 150 m x 3.000m de extensão, a ser construída paralelamente à costa litorânea, no terreno do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno. O início da faixa ficará situado por volta das coordenadas N = 9.348.000, E = 261.000, estendendo-se até as proximidades da *prainha* da CLBI;
- O trecho terrestre do emissário até a Caixa de Transição (CT) tem as seguintes características:

- a) Diâmetro: (da EEF até a Caixa de Transição): 900 mm;
- b) Extensão: (Da EEF até a Caixa de Transição): 2.670,00m;
- c) Material: PVC, PRFV ou similar.

- O trecho terrestre que vai da Caixa de Transição até o início da linha de distribuição para os poços de injeção são as seguintes:

- a) Diâmetro: (da EEF até a CT): 700 mm;
- b) Extensão: (Da EEF até a CT): 700,00m;
- c) Material: PVC, PRFV ou similar.

- Os estudos demonstraram que em virtude da carga hidráulica disponível relacionada com o nível da água mínimo na Caixa de Transição e o nível do aquífero subterrâneo, seria possível a redução do diâmetro deste trecho para 700 mm, com bastante folga;
- A linha de distribuição para injeção através de poços terá as seguintes características:

- a) Diâmetros: variáveis de 100 mm a 700 mm;



- b) Extensão da linha distribuidora: 3.000m;
- c) Material: PVC DEFOFO ou similar, PN 10;
- d) Afastamento da linha de poços em relação à beira-mar: 140,00m;
- e) Distância entre poços: 20,00m;
- f) Vazão unitária por poço: 4,49 l/s;
- g) Diâmetros dos poços de injeção: 6”.

Alternativa 11

- EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Infiltração no solo + (2ª Etp - Injeção / Exportação);
- A alternativa 11 distingue-se da alternativa 10 apenas em dois aspectos:

a) Seria implantada em duas etapas, sendo que na primeira cerca de 300 l/s dos esgotos tratados seriam infiltrados através de uma lagoa de infiltração, e na segunda etapa a maior parte da vazão seria injetada nos aquíferos, caso novos estudos demonstrem sua viabilidade utilizando poços especiais, inclinados ou curvos em direção ao mar, etc, ou poços de rebaixamento e exploração implantados no entorno da lagoa de infiltração e exportação desse excedente para outra bacia, provavelmente o Rio Pirangi;

b) A ETE não seria semelhante à da alternativa 07 acrescida de flotação, mas sim semelhante à da alternativa 04 e, se necessário, filtração secundária na segunda etapa.

- A infiltração no solo através de bacia de infiltração tem sua localização restrita a uma área máxima de 94 ha em uma depressão natural com solo do tabuleiro costeiro o qual permite a implantação de uma bacia de infiltração de grande dimensão. Este local, já identificado (ver documento “e” referenciado) é o único possível para implantação de tal lagoa de infiltração;
- Para disposição do efluente tratado da ETE diretamente na superfície do solo através de uma bacia de infiltração, o estudo demonstrou que a capacidade máxima de infiltração é de 310 L/s, inferior a necessidade exigida no final do plano pela ETE



de Ponta Negra, obrigando, pois, a implantação imediata de alguns poços de injeção, que poderiam ser utilizados para os estudos necessários para expansão da solução. Outra solução para atendimento imediato seria a execução de cerca de 10 poços de rebaixamento no entorno da lagoa de infiltração e exportação da água ou reuso.

Alternativa 12

- EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Reuso da água;
- A ETE da alternativa 12 seria semelhante a da alternativa 04, mas o tratamento complementar para reuso da água não pode ser detalhado, porque não se pode definir o tipo de reuso que poderia ser realizado.

1.2. Análise Comparativa das Alternativas

Os Quadros 01, 02 e 03 (anexos), apresentam a síntese da análise comparativa de alternativas. Diversos parâmetros foram avaliados e, sendo uma análise comparativa, a valoração de cada parâmetro foi feita considerando cada uma das colunas do quadro separadamente, em função das características das alternativas referentes ao parâmetro contemplado em cada coluna. As escalas de valoração vão desde o valor mínimo de 01 ao máximo de 10, ou desde baixíssimo a altíssimo, dependendo do caso.

Em seguida destacam-se considerações sobre aspectos mais importantes da análise de alternativas, conjuntamente com a avaliação crítica das mesmas.

Alternativa 01

- Estação de Pré Condicionamento (EPC) + Emissário Marítimo de 2600 m;
- Esta alternativa tem a seu favor os custos e dispêndios mais baixos, e contra ela todas as desvantagens da disposição oceânica de esgotos, à luz dos conhecimentos atuais;



- O **Conselho Municipal de Saneamento Básico – COMSAB**, de Natal, já tomou decisão pela qual os esgotos do Sistema Ponta Negra devem ser tratados, qualquer que seja a solução de disposição final, considerando que algumas alternativas serão excluídas porque não se dispõe de estudos suficientes e que o tratamento dos esgotos viabiliza a reversão de uma solução a outra, caso estudos mais aprofundados venha a mostrar a conveniência ou mesmo necessidade de reverter a solução adotada, pois não se deve esperar a realização destes estudos, que demandam tempo de anos em alguns casos, porque é urgente a solução dos problemas de esgotos de Natal. Discussões posteriores à decisão do COMSAB, em diversos fóruns e instância, têm aceitado e ratificado a necessidade do tratamento dos esgotos para qualquer que seja a solução de disposição adotada, seja por questões de segurança sanitária e ambiental, seja porque não se tem estudos suficientemente seguros para adotar uma solução de difícil reversibilidade. Em suma, o COMSAB não aceita a adoção da alternativa 01 porque entende que, em face da incerteza que se tem na escolha das alternativas, por não dispor de tempo para realizar estudos suficientes de alta confiabilidade, a solução adotada deve ser facilmente reversível à outra, e é o tratamento dos esgotos (ETE) que garante a reversibilidade da solução a ser adotada;
- No nosso entender esta alternativa deve ser excluída;

Alternativa 02

- EPC + Lagoas Facultativas + Emissário Marítimo de 2600 m;
- A principal vantagem desta alternativa é poder aproveitar as lagoas existentes, o que baixa o custo de implantação. Porém tem a grande desvantagem de ocupar toda a área da ETE existente, e o efluente teria algas, com impactos no mar em caso de disposição oceânica, e impossibilitaria as opções de infiltração e injeção no solo ou mesmo de reuso da água, pela dificuldade de tratamento complementar. Ademais, pode causar problemas de odores, pois está dimensionada com taxa de aplicação superficial de carga orgânica muito elevada. Mas o que realmente pesa contra esta alternativa é que ela tem custo e dispêndios semelhantes aos das alternativas 03 e 04 e, portanto, a relação benefício / custo é bem menor;



- Comparando-se a alternativa 02 com as alternativas 03 e 04, que também utilizam lagoas de estabilização, conclui-se pela sua exclusão.

Alternativas 03 e 04

- EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Emissário Marítimo de 2000 m;
- EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Emissário Marítimo de 2600 m;
- As alternativas 03 e 04 distinguem-se apenas pela extensão do emissário marítimo;
- Estas alternativas também têm a vantagem de aproveitar a estrutura de lagoas de estabilização já existente, mas o uso de reator anaeróbio (UASB) antecedendo as lagoas, que passam a funcionar como lagoas de polimento, lhes acrescenta algumas vantagens: menor área de lagoas, dando maior flexibilidade para expansão e construção de tratamento complementar; menor carga orgânica superficial nas lagoas, e menor risco de problemas locais; menor concentração de coliformes fecais no efluente, e maior segurança sanitária;
- Quanto ao problema de algas no efluente, recomenda-se como medida mitigadora a implantação de lagoas com enchimento de pedras de mão para funcionarem como filtros rudimentares de eficiência já comprovada na remoção de algas. Esta medida é possível porque o arranjo das lagoas é diferente do da alternativa 02, e há disponibilidade de área;
- A alternativa 03 tem menor custo e dispêndio, porque o emissário é menor, mas com o emissário com esta extensão pode haver afloramento da pluma de dispersão do efluente no mar, o que é uma desvantagem muito grande no caso de Natal, que tem o turismo dependente da beleza de seu mar e suas praias, e não pode correr o risco do efeito negativo de uma mancha no mar. Ademais, logicamente os riscos da alternativa 03 são maiores que os da 04;
- Entendemos que a diferença de custo não justifica os maiores riscos, inclusive econômicos, da alternativa 03 em relação à alternativa 04, e que, por este motivo, esta última exclui a outra.



Alternativas 05 e 06

- Alternativa 05 - EPC + (Reator UASB + Filtro Biológico Percolador) + Emissário Marítimo de 2000 m;
- Alternativa 06 - EPC + (Reator UASB + Filtro Biológico Percolador) + Emissário Marítimo de 2600 m;
- As alternativas 05 e 06 diferem das alternativas 03 e 04 porque no lugar das lagoas de polimento são utilizados filtros biológicos percoladores. As vantagens das alternativas 05 e 06 sobre as alternativas 03 e 04 resultam da menor área para a ETE. Se o terreno pudesse ser vendido esta seria uma vantagem considerável, mas não é o caso. Por outro lado, a substituição das lagoas de polimento por filtros biológicos acarreta algumas desvantagens: o custo aumenta bastante (da ordem de R\$8.000.000,00) e o dispêndio mais ainda (da ordem de R\$12.000.000,00); a produção de lodo aumenta os riscos de problemas locais; a segurança sanitária é menor ($CF+ 10^6$ / 100 ml do efluente);
- Assim como ocorreu para as alternativas 03 e 04, a alternativa 06 apresenta-se mais vantajosa que a alternativa 05, porque com a adoção desta última pode haver afloramento da pluma, e a diferença de custos não justifica os riscos advindos. Portanto, a alternativa 06 exclui a alternativa 05;
- Mas a relação benefícios / custos da alternativa 06 não compete com a mesma relação da alternativa 04, que é bem mais vantajosa, e, portanto, a alternativa 04 supera ambas alternativas 05 e 06.

Alternativa 07

- EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Marítimo de 1000 m;
- A ETE propiciaria tratamento terciário com remoção biológica de nitrogênio, mas não seria muito eficiente na remoção de fósforo, e desinfecção por ultravioleta. Uma ETE com semelhante grau de tratamento somente seria necessária se o lançamento em rios ou lagos fosse à única alternativa, e ainda restaria o problema da remoção de fósforo. Para lançamento no mar o grau de tratamento da ETE não é necessário,



e nem suficiente para o que se propõe, pois acrescentaria apenas segurança sanitária e ambiental que já é aceitável e de risco baixo comparada as demais alternativas de solução. Portanto, o custo da alternativa 07 não se justifica.

Alternativas 08 e 09

- Alternativas 08 - EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Terrestre até o Rio Jundiaí;
- Alternativas 09 - EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV) + Emissário Terrestre até o Rio Potengi;
- As alternativas 08 e 09 são semelhantes. O que as diferencia é o percurso do emissário terrestre e o ponto de lançamento dos esgotos tratados no estuário dos rios Jundiaí e Potengi, que é o mesmo. A ETE seria a mesma da alternativa 07;
- Estas duas alternativas têm ambas três grandes desvantagens:

a) A incerteza quanto à capacidade de o estuário suportar o lançamento desses esgotos, mesmo tratados (a vazão é significativa), pois não se dispõe de estudos suficientes;

b) As execuções dos emissários terrestres além do custo elevado, traria sérios transtornos para a cidade;

c) Provavelmente os impactos ambientais sobre o estuário seriam maiores que sobre o mar (alternativa 07), ou no solo e aquífero (alternativas 10 e 11), ou no reuso das águas (alternativa 12). Uma só dessas desvantagens já seria forte motivo condicionante para adoção destas alternativas.

- O lançamento no Rio Jundiaí, mais acima no estuário, seria mais problemático e cercado de maior incerteza que o lançamento no Rio Potengi, mais perto da foz. Certamente a capacidade de auto-depuração do estuário naquele ponto é menor, e pouco se sabe de suas condições hidrodinâmicas e ecológicas;
- Quanto ao caminhamento dos emissários terrestres, é difícil definir qual seria mais traumático e causaria mais impactos ambientais. O emissário da alternativa 08 teria que cortar áreas habitadas e também Áreas de Proteção Ambiental. O da



alternativa 09 teria sua maior extensão ao longo da Via Costeira, que é lindéira do parque das Dunas, Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral, e situada no sopé das dunas;

- No nosso entender, com esse grau de tratamento não haveria necessidade de emissário terrestre tão longo, caro e traumático para a cidade, pois seria preferível o aproveitamento dos efluentes para diversos usos (urbano não potável, industrial, agrícola, etc), sobretudo para reuso quase irrestrito da água, ou mesmo o lançamento no mar ou a infiltração no solo, ambos mais próximos e de menor custo. Desta forma, entendemos que estas Alternativas não se justificam comparativamente às outras.

Alternativa 10

- EPC + (Reator UASB + Reator MBBR + Desinfecção por UV + Coagulação/Flotação)+ Injeção no Aquífero;
- A alternativa 10 apresenta as vantagens de propiciar enorme possibilidade de modulação e expansão e ser a mais segura do ponto de vista sanitário. Ademais, evitar-se-ia os impactos da disposição oceânica ou do lançamento no estuário dos rios Potengi e Jundiaí. Outra vantagem é que pode ser facilmente revertida para outra solução, com aproveitamento das bombas dos poços para outros usos. Embora o dispêndio final seja elevado, o custo de implantação poderia ser reduzido mediante uma implantação escalonada por etapas;
- Pesa contra ela duas grandes desvantagens: necessita de intervenções impactantes em área de dunas, que poderia ser minimizada através de medidas mitigadoras de inserção ambiental do projeto; e o fato de não se ter grande certeza sobre as consequências da infiltração dos esgotos nas dunas (ver documento “b” referenciado). Porém, o que condiciona e dificulta sua implantação de forma mais imperativa é a necessidade de negociações provavelmente difícil e demorada com a aeronáutica para cessão da área, bem como o licenciamento de empreendimento em área de preservação ambiental.



Alternativa 11

- EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Infiltração no solo + (2ª Etp - Injeção / Exportação);
- A alternativa 11 distingue-se da alternativa 10 em dois importantes aspectos:

a) Seria implantada em duas etapas, sendo que na primeira cerca de 300 l/s dos esgotos tratados seria infiltrada através de uma lagoa de infiltração, e na segunda etapa a maior parte da vazão seria injetada nos aquíferos através de poços especiais, ou exportada para injeção em outra bacia, ou para o Rio Pirangi, ou para reuso, ou vários destinos combinados;

b) A ETE não seria semelhante à da alternativa 07 acrescida de flotação, mas sim semelhante à da alternativa 04, e, se necessário, filtração secundária na segunda etapa.

- A ETE com lagoas, como na alternativa 04, e a infiltração nas dunas na primeira etapa reduziria o custo e os dispêndios da alternativa 10, mantendo suas vantagens. Os poucos poços implantados na primeira etapa permitiriam aprofundar os estudos sobre a injeção dos esgotos tratados nos aquíferos, inclusive quanto a possibilidade de utilizar poços curvos e inclinados em direção sob o mar e de injetar no aquífero Calcífero sob o aquífero Barreiras (ver documento “g” referenciado), o que resolveria vários dos problemas e incertezas atribuídas à alternativa 10;
- Contudo, restam os problemas de entendimentos e negociações com a Aeronáutica, acrescidos da desvantagem de ser necessário desmatar a área das dunas para a lagoa de infiltração, o que pode ser minimizado com medidas mitigadoras de inserção ambiental do projeto, pois afinal a área já é uma depressão natural em terreno não edificante. Mas, na verdade o grande problema desta alternativa é que se permite aprofundar os estudos aumenta o grau de incerteza. Outra forte desvantagem é o risco de elevar significativamente as concentrações de nitrato no Rio Pitimbu, pela infiltração, ou do Rio Pirangi, no caso de exportação, o que precisa ser mais bem avaliado, aumentando o grau de incerteza. Seria porem muito interessante no caso de vir a ser aproveitada a água dos poços de exploração



para reuso. Em suma, propicia tempo para estudos mais detalhados de alternativas para a segunda etapa, mas aumenta muito o grau de incerteza.

Alternativa 12

- EPC + (Reator UASB + Lagoas de Polimento) + Reuso da água;
- O reuso das águas reduz a necessidade de captação de águas primárias em mananciais naturais, que são assim preservados para usos mais restritivos, e, devido à menor geração de efluentes finais, evita a poluição ambiental, que é atualmente a principal responsável pela degradação da qualidade das águas. O reuso controlado de águas é a tecnologia com maior potencialidade para preservação da qualidade das águas e o mais eficaz instrumento tecnológico para gestão dos recursos hídricos. Atualmente é uma tendência internacional o reuso controlado de águas, visto como extremamente vantajoso do ponto de vista econômico e ambiental;
- O aproveitamento dos esgotos tratados do Sistema ponta Negra provavelmente seria uma alternativa interessante e vantajosa. Mas não se pode contrair a implantação de um sistema de aproveitamento de esgotos tratados sem ter um plano de reuso controlado de águas suficientemente estruturado e institucionalizado, e isso leva tempo;
- Um plano de reuso controlado de águas para aproveitar os esgotos tratados do sistema Ponta Negra certamente não poderia contemplar apenas os limites do Município de Natal. Seria necessário um plano a nível intermunicipal, e, preferencialmente, Estadual;
- Para implementar e institucionalizar um plano suficientemente estruturado e articulado de reuso controlado de águas em nível estadual, antes de tudo é fundamental que se faça um diagnóstico para conhecer e estimar as disponibilidades e demandas de água de reuso, avaliando as atividades agrícolas e industriais, potenciais consumidores, além da demanda pelo uso urbano não potável. Depois é necessário estabelecer legislação própria, pois não se tem ainda no Brasil legislação para regulamentação do reuso controlado de águas. No mais, é fundamental o papel articulador do Estado. No Rio Grande do Norte certamente a articulação poderia ser



efetivada através da SEMARH, inicialmente formulado o Plano juntamente com os órgãos vinculados – IGARN, IDEMA e CAERN – e depois agregando outros órgãos do estado, como as secretarias de desenvolvimento econômico e da agricultura, EMATER e EMPARN, e potenciais geradores e usuários (consumidores) de água de reuso;

- O aproveitamento da água de reuso associado aos serviços públicos de saneamento básico poderia gerar benefícios econômicos e ambientais, mas a estruturação de um programa de incentivo tributário é um dos mecanismos fundamentais para o sucesso do Plano, assim como é fundamental que as políticas ambiental e econômica do Estado sejam favoráveis a esse propósito;
- Ocorre que nem a SEMARH nem a CAERN têm um plano de reuso de águas que possibilite o aproveitamento dos esgotos da Zona Sul de Natal reunidos no sistema Ponta Negra. Este fato exclui a Alternativa 12 como viável a curto prazo.



2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que com base nos dados que se dispõem, limitados pela impossibilidade de realizar estudos, experimentos, verificações e simulações mais completos, detalhados e confiáveis, em face do tempo disponível, condicionado pela urgência de resolução dos problemas e efetivação da contratação dos projetos executivos e das obras com recursos já assegurados, mas dependentes de definições em curto prazo, e considerando estar-se analisando a partir da situação mais desfavorável, do ponto de vista dos impactos ambientais possíveis, pode-se concluir o seguinte:

- O estudo de avaliação comparativa de alternativas indica a alternativa 04 como a mais viável, mas recomenda-se que sejam aprofundadas as discussões e estudos de pelo menos mais três alternativas: alternativa 03; alternativa 06; e alternativa 11;
- Na ausência de estudos mais detalhados e de maior conhecimento das condições ambientais para algumas das alternativas e suas conseqüências, foi necessário considerar a incerteza dos condicionantes ambientais do projeto como fator importante na análise de alternativas. Por exemplo, não se conhece com os devidos detalhes as condições hidrodinâmicas e ecológicas do estuário dos rios Potengi e Jundiaí, bem como também não se conhece as mesmas condições do mar na zona de influencia do emissário marítimo, nem se tem certeza absoluta sobre as conseqüências da injeção de esgotos tratados no Aquífero Barreiras ou outros, sob as dunas de Alagamar. Para dirimir as dúvidas e incertezas seriam necessários estudos que excedem os prazos para contratação dos projetos e obras, e não se pode esperar por isso;
- A incerteza quanto à solução mais adequada a médio e longo prazo foi o fator preponderante que definiu a reversibilidade da solução como condicionante imperativo, e definiu a exclusão da alternativa de menor relação custo/benefício, superando até mesmo os questionamentos ambientais dos impactos da disposição oceânica de esgotos sem tratamento e sua polêmica aplicabilidade à luz dos conhecimentos modernos e da tendência atual de restrições ambientais mais exigentes no futuro próximo;



- É uma pena que não se tenha a negociação e os entendimentos com a aeronáutica mais avançados, para diminuir os empecilhos postos para as alternativas 10 e 11;
- É lamentável que nem a CAERN nem a SEMARH, e enfim o Estado do Rio Grande do Norte não tenham um Programa de Reuso Controlado de Águas que permita o aproveitamento dos esgotos da Zona Sul de Natal reunidos no Sistema de Ponta Negra, a exemplo do que vem acontecendo em vários países do Mundo e também no Estado de São Paulo, Brasil. Mas infelizmente não se pode contratar solução para tratamento e disposição de esgotos prevendo o aproveitamento produtivo dos efluentes tratados sem que se tenha definido e estruturado um Plano de Reuso controlado das águas, pois para isso haveria necessidade de institucionalizar o Plano e elaborar os projetos básicos de reuso, incluindo o(s) emissário(s) terrestre(s) e os sistemas de gestão e regulação. Estima-se que isso demandaria cerca de dois a três anos de articulações institucionais e negociações com parceiros e usuários. Este fato exclui a alternativa 12 para implantação a curto prazo, mas mantém-se esta alternativa como viável a médio ou longo prazo, com grau de certeza não definido, reforçando a conveniência de se considerar a reversibilidade das outras alternativas como parâmetro importante na análise comparativa.



3. ANEXOS

QUADRO 01. Análise comparativa de alternativas

ALTERNATIVAS	Eficiência esperada (projeto)	In = Investimento DT = Dispendio total	Confiabilidade operacional	Complexidade const. e oper.	Consolidação da tecnologia	Modulação e expansão
1 EPC+ EM 2600 m (2)	DBO = 300 mg/L (3) CF = $3,5 \times 10^7$ / 100ml.	In= 29.250.000 (4) DT= 45.270.000	9	1	10	1
2 EPC+ Lag Fac+ EM 2600 m	DBO= 75 – 45 mg/L CF= 3×10^6 – $3,0 \times 10^4$	In= 41.170.000 DT= 59.240.000	7	1	10	4
3 EPC+ (UB+Lag Pol)+ EM 2000 m	DBO= 60 mg/L CF= 7×10^4 / 100 ml	In= 43.130.000 DT= 61.700.000	8	2	9	7
4 EPC+ (UB+Lag Pol)+ EM 2600 m	DBO= 60 mg/L CF= 7×10^4 / 100 ml	In= 45.750.000 (5) DT= 64.350.000	8	2	9	7
5 EPC+ (UB+FBP)+ EM 2000 m	DBO típica = 40 mg/L CF= 1×10^6 / 100ml,	In= 50.750.000 DT= 73.620.000	8	4	9	8
6 EPC+ (UB+FBP)+ EM 2600 m	DBO típica = 40 mg/L CF= 1×10^6 / 100ml,	In= 53.380.000 DT= 76.240.000	8	4	9	8
7 EPC+ (UB+MBBR+UV)+ EM 1000 m (6)	DBO típica = 30 mg/L CF= 1×10^3 / 100ml]	In= 50.580.000 (7) DT= 77.050.000	7	6	8	8
8 EPC+ (UB+MBBR+UV) + ET Rio Jundiaí	DBO típica = 30 mg/L CF= 1×10^3 / 100ml	In= 54.500.000 (8) DT= 80.980.000	7	6	8	8
9 EPC+ (UB+MBBR+UV)+ ET Rio Potengi	DBO típica = 30 mg/L CF= 1×10^3 / 100ml	In= 55.500.000 (8) DT= 81.970.000	7	6	8	8
10 EPC+ (UB+MBBR+UV +Flt)+ Injeção no aquífero	DBO típica = 20 mg/L CF < 10^3 / 100ml	In= 58.140.000 DT= 92.690.000	7	8	5	9
11 EPC+ (UB+Lag P)+ Infiltração (2ª Etap Injeç ou exportação) (9)	DBO típica = 20 mg/L CF = 10^3 / 100ml	In= 36.800,000 (10) DT=47.100,000	7	4	3	8
12 EPC+ (UB+Lag Pol)+ Reúso da água	Variável Indefinida	In= indefinido DT= auto sustent	8	2	9	7

Nomenclatura: EPC = Estação de Pré Condicionamento; EM = Emissário Marítimo; ET = Emissário Terrestre; Lag Fac = Lagoas Facultativas ; UB+Lag Pol = UASB + Lagoas de Polimento; UB+FBP = UASB + Filtro Biológico Percolador; Reator MBBR; Flt = Flotação.

Observações: (1) São comuns a qualquer das alternativas, a fase de Tratamento Preliminar (EPC), a Estação Elevatória Final (EEF) e o trecho Terrestre do Emissário (ETC) até a Caixa de Transição, com extensão de 2.670,00m, em 900 mm de diâmetro, exceto para as opções de disposição final nos rios Potengi ou Jundiaí; (2) Acrescer à extensão dos emissários marítimos 132 m de difusores.; (3) Seguro, pois os esgotos de Ponta Negra têm atualmente DBO e CF baixos (médias de 350 mg/l e $3,5 \times 10^6$ CF/100 ml); (4) Custo comuns: EPC R\$8.808.600 – EEF R\$2.364.600 – ETC R\$3.638.200 – (EPC+EEF+ETC) R\$14.811.400; (5) Esta alternativa, embora ligeiramente mais cara (10% - não significativo) que a altern. 2, dá flexibilidade para ampliação futura em áreas remanescentes; (6) Em função da extensão do emissário foi considerada indispensável a desinfecção (UV – ultra violeta), mas não seria necessária a desnitrificação; (7) Custos detalhados: MBBR R\$35.382.500; UV R\$ 1.582.400. Mesmo dispensando a desnitrificação o custo seria ainda muito elevado; (8) Custos detalhados: ET Potengi R\$ 16.172.000; ET Jundiaí R\$ 15.186.200; (9) Infiltração nas dunas na primeira etapa e infiltração mais injeção nos aquíferos ou exportação na segunda etapa; (10) Só para a primeira etapa; (11) As alternativas com custo menor que R\$80.000.000,00, poderão ensejar o remanejamento de recursos para aumentar a área de abrangência (Cidade Satélite e San Vale), de importante relevância para preservação do aquífero subterrâneo de natal.



QUADRO 02. Análise comparativa de alternativas (continuação)

ALTERNATIVAS	Risco sanitário	Riscos prob. ambientais	Risco problema Local (na ETE)	Reversibilidade à outra alternativa	Retorno social investimento	Incerteza de condicion. projeto
1 EPC+ EM 2600 m	Alto (pesqueiro) (CF= 3,5 10 ⁷)	Médio (Rompimento)	Muito Baixo	Requer ETES. Difícil. Alto custo	Baixíssimo	Baixa
2 EPC+ Lag Fac+ EM 2600 m	Baixo	Médio Algas	Médio λs: 400 Kg DBO/ha.dia	Baixa (área p/ ETE complementar)	Baixo	Baixa
3 EPC+ (UB+Lag Pol)+ EM 2000 m	Baixo	Médio Aflora pluma	Baixo λs: 300 Kg DBO/ha.dia	Fácil	Baixo	Baixa
4 EPC+ (UB+Lag Pol)+ EM 2600 m	Muito baixo	Baixo *	Baixo λs: 300 Kg DBO/ha.dia	Fácil	Baixo	Baixa
5 EPC+ (UB+FBP)+ EM 2000 m	Médio	Médio Baixo	Baixo Lodo	Fácil	Baixo	Baixa
6 EPC+ (UB+FBP)+ EM 2600 m	Médio Baixo	Baixo	Baixo Lodo	Fácil	Baixo	Baixa
7 EPC+ (UB+MBBR+UV)+ EM 1000 m	Baixo	Muito baixo	Baixo Lodo	Muito Fácil	Muito Baixo	Baixa
8 EPC+ (UB+MBBR+UV) + ET Rio Jundiá	Baixo	Baixo	Baixo Lodo	Muito Fácil	Muito Baixo	Alta (> que alt. 9) Requer estudos
9 EPC+ (UB+MBBR+UV)+ ET Rio Potengi	Baixo	Baixo	Baixo Lodo	Muito Fácil	Muito Baixo	Alta Requer estudos
10 EPC+ (UB+MBBR+ Flt + UV) + Injeção no aquífero Solo	Não há Ou baixíssimo	Baixo	Baixo Lodo	Muito Fácil	Muito Baixo	Alta Requer estudos
11 EPC+ (UB+Lag P)+ Infiltração (2ª Etap Injeç ou exportação) (9)	Baixo	Baixo	Baixo Lodo	Fácil	Baixo	Alta Requer estudos
12 EPC+ (UB+Lag Pol)+ Reúso da água	Baixo ou Muito Baixo	Baixo ou Muito Baixo	Baixo ou Muito baixo	Fácil	Altíssimo Indiretos	Requer estudos e definições

Nomenclatura: EPC = Estação de Pré Condicionamento; EM = Emissário Marítimo; ET = Emissário Terrestre; Lag Fac = Lagoas Facultativas ; UB+Lag Pol = UASB + Lagoas de Polimento; UB+FBP = UASB + Filtro Biológico Percolador; Reator MBBR; Flt = Flotação.



QUADRO 03. Análise comparativa de alternativas (continuação)

ALTERNATIVAS	Vantagens	Desvantagens	Condicionante imperativo	Medidas mitigadoras
1 EPC+ EM 2600 m	Investimento baixo	Impacto no mar, e riscos. Irreversibilidade	Irreversibilidade	
2 EPC+ Lag Fac+ EM 2600 m	Aproveita estrutura existente	Algas no efluente Área toda ocupada	Relação Benef/Custo << que alt 3 e 4	
3 EPC+ (UB+Lag Pol)+ EM 2000 m	Aproveita estrutura existente Possibilidade Expansão	Algas no efluente * Risco Pluma aflorante	Risco Pluma aflorante	* Filtro rudimentar de pedras
4 EPC+ (UB+Lag Pol)+ EM 2600 m	Aproveita estrutura existente Risco sanit. muito baixo	Algas no efluente *		* Filtro rudimentar de pedras
5 EPC+ (UB+FBP)+ EM 2000 m	Área reduzida	Custo. CF= 10 ⁶ Risco Pluma aflorante	Relação Ben/Custo não compete c/ Alt. 4.	
6 EPC+ (UB+FBP)+ EM 2600 m	Área reduzida	Custo. CF= 10 ⁶	Relação Ben/Custo não compete c/ Alt. 4.	
7 EPC+ (UB+ MBBR+UV)+ EM 1000 m	Baixo risco em caso de rompimento do emissário	Custo elevado.	Não se justifica o custo da ETE para disposição oceânica	
8 EPC+ (UB+MBBR+UV)+ ET Rio Jundiá	Evita Disposição Oceânica	Transtornos (Impacto Ambiental) durante a construção do ET.	Desconhecimento da capacidade suporte do Rio (> que para Alt. 9)	
9 EPC+ (UB+MBBR+UV)+ ET Rio Potengi	Evita Disposição Oceânica	Transtornos (Impacto Ambiental) durante a construção do ET.	Desconhecimento da capacidade suporte do Rio. Custo não compete com Alt. 7	
10 EPC+ (UB+MBBR+ Flt + UV) + Injeção no aquífero	Enorme Modulação e reversibilidade. Risco sanitário baixíssimo.	Intervenção em área de preservação * Custo tratamento alto	Negociação difícil com a Aeronáutica, e demorada	* Projeto inserido ambientalmente
11 EPC+ (UB+Lag P)+ Infiltração (2ª Etap Injeç ou exportação) (9)	Ambientais e sanitários. Custo investimento inicial baixo (1ª Etapa).	Desmatamento de Dunas Risco contaminação rios Pitimbu e Pirangi	Negociação difícil com a Aeronáutica, e demorada	* Projeto inserido ambientalmente
12 EPC+ (UA+Lag Pol)+ Reúso da água	Econômicas, sociais e Ecológicas. Alto Retorno social investimt	Falta de definições e arranjo institucional	Nem CAERN, nem Estado, nem Município têm programa de reúso controlado	

Nomenclatura: EPC = Estação de Pré Condicionamento; EM = Emissário Marítimo; ET = Emissário Terrestre; Lag Fac = Lagoas Facultativas ; UB+Lag Pol = UASB + Lagoas de Polimento; UB+FBP = UASB + Filtro Biológico Percolador; Reator MBBR; Flt = Flotação.



CAPÍTULO III

PRODUTO 03

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS, MEDIDAS MITIGADORAS, PLANO DE MONITORAMENTO, RESULTADOS E CONCLUSÕES



1. INTRODUÇÃO

Os principais meios pelos quais a poluição atinge águas costeiras são as descargas diretas: poluição de rios que desembocam nas praias, descarga de contaminantes existentes na atmosfera e carregamento de contaminantes presentes no solo por meio de chuvas, descarga acidentais com navios, descargas industriais e rompimento de tubulações industriais submarinas.

Um dos aspectos mais complexos da gestão em áreas costeiras é a disposição final de esgotos. Neste caso, uma tomada de decisão deve estar embasada não somente nos estudos ambientais, mas também na capacitação tecnológica, incluindo soluções regionais estrategicamente desenvolvidas com a participação da comunidade local. Neste contexto, a Agenda 21 da Organização das Nações Unidas destaca a participação e o papel dos grupos sociais na tomada de decisões, bem como a conscientização e disponibilidade de informações para a gestão e desenvolvimento sustentável de áreas marinhas e costeiras. Segundo o objetivo 17.5 da referida Agenda, é necessário “proporcionar, na medida do possível, o acesso as informações relevantes por pessoas, grupos e organizações envolvidos, e de lhes facultar as oportunidades para consulta e participação no planejamento de tomada de decisões, nos níveis apropriados” (Marcellino *et al*, 2006).

Em áreas litorâneas, em geral, uma das alternativas básicas para a solução do problema dos esgotos sanitários costuma ser o lançamento submarino, através de emissários, precedido pelo pré-tratamento dos esgotos e o tratamento dos esgotos, normalmente, ao nível secundário com desinfecção final e posterior lançamento em corpo receptor marinho, tendo como objetivo principal garantir a balneabilidade das praias próximas e também de minimizar os prejuízos ambientais aos corpos de águas receptores (Sobrinho, 2006).

A Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, em um dos seus últimos boletins informativos (ABES, 2005), menciona que a situação do saneamento no Brasil deixa muito a desejar e contribui para os baixos números de nosso Índice de Desenvolvimento Humano.

O esgoto constitui-se, quase que na sua totalidade (cerca de 90%), de água, sendo o restante composto por sólidos sedimentáveis, sólidos não sedimentáveis e



substâncias dissolvidas. O esgoto também contém detergentes, fosfatos, nitratos, sulfatos, ureia, amônia, amoníaco, gorduras, entre outras substâncias que podem ser potencialmente perigosas a saúde da biota, como por exemplo: cianetos, arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel, selênio, pesticidas, e micro-organismos propagadores de doença (Tommasi, 2009).

Os poluentes dos esgotos são classificados em três tipos: convencionais, não convencionais e tóxicos. Os convencionais são a DBO (Demanda Bioquímica do Oxigênio – quantidade necessária para a decomposição da matéria-orgânica presente no esgoto), acidez (quanto mais baixo o pH, mais poluente é o esgoto), quantidade de coliformes fecais, óleos, graxas e sólidos em suspensão. Os não convencionais são a DQO (Demanda Química do Oxigênio – quantidade necessária para a decomposição de materiais inorgânicos presente no esgoto), fluor, alumínio, sulfitos e amônia. E os tóxicos são substâncias como clorofórmio, níquel, selênio e benzidina (Tommasi, 2009).

2. OBJETIVO

O presente produto tem como objetivo fornecer subsídios a tomada de decisão para a implantação e operação do emissário submarino, como disposição final dos esgotos sanitários do Município de Natal (Sistema Ponta Negra) e do Município de Parnamirim / RN, através da avaliação de impactos ambientais de duas alternativas propostas para tratamento ao nível secundário, sendo estas, por EPC + UASB + lagoas de polimento e filtro rudimentar de pedras; e EPC + UASB e filtro percolador biológico (FPB).

I – Avaliar os impactos ambientais considerando as fases de planejamento, implantação, desmobilização e operação do emissário submarino para tratamento e disposição final dos esgotos sanitários de Natal – sistema Ponta Negra e de Nova Parnamirim/RN nos ambientes marinho e transicional, a partir dos estudos previamente dispostos:



- a) Estação de Pré-Condicionamento (EPC) dos esgotos tendo como destino final dos efluentes, o lançamento submarino (estudo elaborado pela CAERN);
 - b) Relatórios Técnicos de Análise Ambiental do Litoral de Ponta Negra – RN para implantação do emissário submarino / 1a Campanha – maré de sizígia e 2a Campanha – maré de quadratura (estudo elaborado pelo LABOMAR);
 - c) EIA/RIMA (estudo elaborado pela FCPC / Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura para a CAERN);
 - d) Relatório de Otimização do ESPN com Efluentes de Tratamento Secundário e Primário (estudo elaborado pela COPPE/UFRJ e UFRN);
 - e) Relatório de Avaliação de Aspectos Sedimentológicos e Estruturais (estudo elaborado pela COPPE/UFRJ e UFRN);
 - f) Monitoramento das Condições de Balneabilidade das Praias do Estado do RN – Relatório de Vistoria Técnica realizadas nos dias 21 e 22/10/2008 nas praias da região metropolitana de Natal (estudo disponibilizado pelo IDEMA e elaborado pelo IFET/RN);
 - g) Avaliação das Condições de Balneabilidade das praias do litoral Potiguar no período de DEZ/2008 a FEV/2009 (estudo disponibilizado pelo IDEMA e elaborado pelo IFET/RN); Estudo de Alternativa de Disposição do Esgoto Tratado da Estação de Pium, Cotovelo e Pirangi do Norte através de Infiltração e / ou Poços de Injeção, FUNPEC-UFRN - Março/2009;
- II – Apresentar os programas de minimização (medidas mitigadoras preventivas e corretivas) de impactos da disposição oceânica, elaborados a partir do levantamento de todos os impactos negativos previstos na Matriz de Impactos, como complemento ao EIA/RIMA elaborado pela FCPC,
- III – Apresentar o programa de monitoramento periódico no mar, bem como programa de ação emergencial e de inspeção submarina, como complemento ao EIA/RIMA elaborado pela FCPC.



3. ASPECTOS LEGAIS / LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A fim de suportar as Avaliações dos Impactos Ambientais (AIA), foi realizado um levantamento da legislação ambiental aplicável ao empreendimento de interesse, abordando as esferas: federal e estadual.

3.1. Leis e Decretos Federais

- Constituição Federal de 1988 - Embasamento legal;
- Decreto Federal nº 24.643, de 10/07/1934 - Código das Águas;
- Lei Federal nº 4.771, de 15/09/1965 - Institui o Código Florestal;
- Lei Federal nº 5.197, de 3/01/1967 - Dispõe sobre a proteção à Fauna e dá outras providências;
- Lei Federal nº 5.318, 26 de setembro de 1967 - Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento;
- Lei Federal 6.513, de 20/12/1977 - 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;
- Lei Federal nº 9.433, de 08/01/1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989;
- Lei Federal nº 9.605, de 12/02/1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências;
- Decreto Federal nº 2.612, de 3/06/1998 - Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências;
- Lei Federal nº 9.984, de 17/07/2000 - Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de



Recursos Hídricos, e dá outras providências;

- Decreto Federal nº 4.339, de 22/08/2002 - Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade; e,
- Decreto Federal nº 5.092, de 21/05/2004 - Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente.

3. 2. Resoluções – CONAMA

- Resolução CONAMA nº 01/86 - Define diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental;
- Resolução CONAMA nº 11/86 - Dispõe sobre alterações na Resolução nº 001/86;
- Resolução CONAMA 20/86 – estabelece padrões de qualidade para as águas salinas, além dos padrões de emissão;
- Resolução CONAMA nº 237/97 - Dispõe sobre conceitos, sujeição, e procedimento para obtenção de Licenciamento Ambiental, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 274/00 - – define critérios de categoria para a balneabilidade: Própria (Excelente, Muito Boa e Satisfatória) e Imprópria;
- Resolução CONAMA nº 302/02 - Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno;
- Resolução CONAMA nº 303/02 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente;
- Resolução CONAMA nº 307/02 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- Resolução CONAMA nº 357/05 - 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 (Classe 1 Recreação de contato primário, aquicultura – padrões para evitar toxicidade crônica, Classe 2 – Recreação de contato secundário – padrões para evitar toxicidade



aguda; e, Classe 3 - águas destinadas a: (a) navegação; e (b) harmonia paisagística);

- Resolução CONAMA nº 369/06 - Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP;
- Resolução CONAMA nº 371/06 - Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental;
- Resolução CONAMA nº 378/06 - Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional; e,
- [Resolução CONAMA nº 396/08](#) - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

3. 3. Leis e Decretos Estadual

- Constituição Estadual de 2001 - Embasamento legal;
- Lei Estadual nº 5.147, de 30/09/82 - Dispõe sobre a Política e o Sistema Estaduais de Controle e Preservação do Meio Ambiente, e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 6.367, de 14/01/93 - Institui o Plano Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 6.621, de 12/07/94 - Dispõe sobre o controle da poluição sonora e condicionantes do meio ambiente no e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 6.769, de 11/05/95 - Dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Rio Grande do Norte e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 6.908, 1/07/96 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos;
- Lei estadual nº 6.950, de 20/08/96 - Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências;
- Lei estadual nº 7.871, de 20/07/00 - Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Oriental do Estado;



- Lei Complementar nº 272, de 3/03/2004 - Regulamenta os artigos 150 e 154 da Constituição Estadual, revoga as Leis Complementares Estaduais nº 140, de 26 de janeiro de 1996, e nº 148, de 26 de dezembro de 1996, dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual do Meio Ambiente, as infrações e sanções administrativas ambientais, as unidades estaduais de conservação da natureza, institui medidas compensatórias ambientais, e dá outras providências;
- Lei Complementar nº 336, de 12/12/2006 - Altera a Lei Complementar Estadual nº 272 de 3/03/2004 e dá outras providências;
- Decreto Estadual nº 8.600, de 03/03/83 - Aprova o Regulamento da Política e Sistema Estaduais de Controle e Preservação do Meio Ambiente;
- Decreto Estadual nº 9.100, de 22/10/84 - Enquadra cursos e reservatórios d'água do Estado na classificação estabelecida na Portaria nº 13, de 15/01/76;
- Decreto Estadual nº 13.283, de 22/03/97 - Regulamentação de Outorgas e Licenças;
- Resolução CONEMA nº 04/06 - Estabelece parâmetros e critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor/degradador, dos empreendimentos e atividades efetiva ou potencialmente poluidores ou ainda que, de qualquer forma, possam causar degradação ambiental, para fins estritos de enquadramento visando à determinação do preço para análise dos processos de licenciamento ambiental;
- Resolução CONEMA nº 03/08 - Aprova nova versão do Anexo Único da Resolução CONEMA 04/2006.



4. DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS 3, 4 E 6 PROPOSTAS COMO TRATAMENTO E DESTINO FINAL DOS EFLUENTES

4. 1. Alternativa 3 - EPC + UASB + LAGOAS DE POLIMENTO + FILTROS RUDIMENTARES DE PEDRAS + Emissário Marítimo de 2000 m e Alternativa 4 - EPC + UASB + LAGOAS DE POLIMENTO + FILTROS RUDIMENTARES DE PEDRAS + Emissário Marítimo de 2600 m, acrescido 132m de difusores para ambas as alternativas

Deve-se ressaltar que estas duas opções diferem apenas quanto à extensão do trecho de emissário marítimo.

Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A ETE concebida terá capacidade para a vazão média de fim de plano.

O sistema de tratamento terá as seguintes fases:

a) Tratamento Preliminar: Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A Estação de Pré-Condicionamento foi concebida para a vazão média de fim de plano. O tratamento preliminar envolve unidades de remoção de sólidos grosseiros, de remoção de sólidos sedimentáveis, de medição de vazão e de mitigação de odores. Constará basicamente de: Gradeamento Médio Mecanizado, tipo cremalheira; Gradeamento Fino Mecanizado, com espaçamento de 3mm em peneiras rotativas; Desarenamento através de Caixas de Areia; Medição de Vazão de Esgoto; Sistema de Captura e Lavagem de Gases;

b) Tratamento Primário: Serão utilizados Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo tipo UASBs – (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket), conforme projetado pela KL Engenharia, cujas características técnicas estão resumidas abaixo:

- Quantidade de Módulos: 6 (seis), cada um com 2 sub-módulos;
- Largura: 12,00m;
- Comprimento: 29,00m; e,



- Profundidade útil: 5,00m

A redução de carga orgânica no presente caso, expressa em termos de remoção de DBO foi estimada de 70%, embora possa atingir até 75% em condições bem controladas de operação. A concentração de coliformes, igualmente, em condições controladas, poderá ser reduzida a valores da ordem de $1,0 \times 10^6$ NPM/100ml.

O lodo proveniente dos UASBs será bombeado para uma unidade de centrifugação de lodo e daí para áreas de estocagem. A CAERN deve elaborar um plano de destinação final do lodo estocado, considerando a alternativa de uso agrícola do biossólido, a ser licenciado de acordo com a legislação pertinente. Enquanto não for posto em prática o citado plano de destino final do lodo, o mesmo deve ser disposto no aterro sanitário de Natal, em Ceara Mirim.

A ETE contará com queimadores de gás, localizados em área cercada próxima aos reatores RAFAs. Os queimadores de gás serão equipados com corta-chamas e válvulas de segurança;

c) Tratamento Secundário: O tratamento secundário consistirá basicamente no polimento final do efluente em lagoas de polimento. Para isso serão aproveitadas as 3 (três) lagoas existentes e construída uma nova lagoa complementar com 7,36 Ha. As lagoas existentes serão convertidas em lagoas de polimento, com profundidade de 1,00m. Para esta configuração admitiu-se o parcelamento das vazões proporcionalmente às áreas à meia seção das respectivas lagoas. Todas as lagoas, inclusive a nova a ser construída funcionarão em paralelo. As características das lagoas estão resumidas abaixo:

- O tratamento propiciado pelo sistema, em condições controladas, conforme se demonstra na memória de cálculo anexa, poderá reduzir a concentração de DBO em cerca de 80%;
- A redução dos índices de colimetria poderá atingir valores da ordem de $7,0 \times 10^4$ NPM/100ml, parâmetros estes perfeitamente compatíveis com os estudos de otimização da extensão do emissário, posto que estes, por questões de segurança consideraram um índice de colimetria da ordem de $3,5 \times 10^7$ NPM/100ml no ponto de



lançamento final;

- O efluente de saída de cada lagoa será encaminhado para o poço de sucção da Estação Elevatória Final e daí bombeado para a Caixa de Transição e desta para o lançamento final no mar.

d) Sistema de Tratamento e Destinação Final de Lodo: Será feito através de 2 (duas) centrífugas, sendo uma de reserva, com capacidade de tratar 135,00 m³/dia de lodo.

O lodo será desidratado mecanicamente por “*decanter*” centrífugas instaladas no edifício de desidratação. O sistema operará 12 horas por dia, sem equipamentos de reserva. Na eventualidade de manutenção de um equipamento o outro operará 24 horas por dia. Todo o sistema de desidratação será construído e instalado na 1ª etapa de obras.

Esta alternativa, embora ligeiramente mais cara, devido à utilização dos Reatores de Manta de Lodo, apresenta maior flexibilidade para ampliação futura do sistema de tratamento. Além de atender às condições de fim de plano, as áreas remanescentes facilitarão ampliações futuras da capacidade de tratamento caso isso se configurar necessário.

A Estação Elevatória Final para bombeamento de efluentes tratados será comum para qualquer das alternativas de disposição final.

No presente estudo foram avaliadas duas opções de destinação marítima como sistema de destinação final dos esgotos tratados, ou seja, através de emissários submarinos com extensões de 2.132 (Alternativa 3) e 2.732,00m (Alternativa 4), incluindo 132m de difusores em cada uma.

4.2. Alternativa 6 - EPC + UASB + FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR (FBP) + Emissário Marítimo de 2600 m, acrescido de 132m de difusores

Nesta concepção de tratamento as obras serão realizadas em uma única etapa. A ETE concebida terá capacidade para a vazão média de fim de plano.

O sistema de tratamento terá as seguintes fases:

a) Tratamento Preliminar: o mesmo das alternativas 2 e 3;



b) Tratamento Primário: como para as alternativas 3 e 4;

c) Tratamento Secundário: Filtros Biológicos Percoladores – FBP com Decantadores Secundários.

O tratamento secundário será feito por meio de filtros biológicos percoladores (FBP), que consistem, basicamente, em tanques preenchidos com material de alta permeabilidade, tal como pedras ou material plástico, sobre o qual os esgotos são aplicados. Após a aplicação, os esgotos percolam em direção aos drenos de fundo. Será utilizado FBP de alta taxa, que é submetido a uma taxa de aplicação de carga orgânica bastante superior à aplicada no FBP de baixa taxa. Como consequência, o FBP de alta taxa apresenta menor requisito de área. Neste sistema, a recirculação do efluente é praticada regularmente.

Serão implantados 4 (quatro) FBP de alta taxa com as seguintes características:

- Diâmetro 22,00 m;
- Altura do meio suporte 4,00 m;
- Material do meio suporte - Peças de plástico.

A recirculação do efluente será feita da saída dos FBP para a entrada dos mesmos através de 2 (duas) estações elevatórias, sendo uma para cada conjunto de dois FBPs.

O lodo proveniente dos FBPs deve ser removido em decantadores secundários, de forma a diminuir o nível de sólidos em suspensão no efluente final.

Na primeira etapa serão implantados 4 (quatro) decantadores com as seguintes características:

- Diâmetro 30,00 m;
- Profundidade útil junto à parede lateral 3,00 m;
- Dispositivo de remoção do lodo - Ponte raspadora mecanizada.

O lodo gerado no processo será conduzido aos reatores UASBs para digestão



previamente à disposição final, através de 2 (duas) estações elevatórias, sendo uma para cada conjunto de dois decantadores.



d) Desinfecção (não haverá): Como os sistemas de tratamento com reator UASB e pós-tratamento em filtros biológicos são pouco eficientes na remoção de organismos patogênicos, conseguindo-se, no máximo, efluente com concentração da ordem de 1×10^6 NPM/100ml, este tipo de ETE, dependendo da destinação final do efluente, necessita de uma unidade de desinfecção final para atender à legislação ambiental. Mas no presente caso, em se tratando de efluentes tratados ao nível secundário em lagoas de polimento para fins de destinação no mar, será dispensada a unidade de desinfecção, por diversos fatores, como pelo ambiente salino ser adverso para a grande maioria dos microrganismos patogênicos, pela diluição do efluente tratado no corpo receptor oceânico, pelo comprimento do emissário não apresentar possibilidade de tangenciamento ou invasão da pluma na zona de balneabilidade, dentre outros.

e) Sistema de Tratamento e Destinação Final de Lodo: Considerando o porte da ETE e a quantidade de lodo gerado, o tratamento do lodo será feito em centrífuga e em leiras de secagem.

É prevista a implantação de duas centrífugas, sendo uma reserva, para realizar o deságüe do lodo biológico proveniente dos reatores UASB. Os equipamentos serão instalados em um prédio fechado. As características relevantes à operação do processo são: Vazão total de lodo (final de plano) 192,54 m³/d; Teor de sólidos no lodo a desaguado 4,0%; Teor de sólidos no lodo desaguado 20 a 25%.

O lodo a ser desaguado será armazenado em poços de lodo, que servirão para amortecer os picos de produção de lodo e para armazenar o lodo durante o período em que a centrífuga não estiver operando. Serão implantados 2 (dois) poços de formato tronco-cônico com as seguintes dimensões: Diâmetro superior 5,00 m; Altura útil total 4,00 m; Diâmetro da base 1,00 m.

O lodo originário das centrífugas receberá a secagem complementar do lodo em leiras em área contígua às lagoas existentes. Foi prevista, com o objetivo de reduzir o volume de lodo para disposição final, fornecendo um lodo seco com teor de sólidos de aproximadamente 40%. As características do pátio das leiras de secagem são:

- Número de leiras - 30;



- Seção das leiras – Triangular;
- Largura da leira - 3,00 m;
- Comprimento da leira (início de plano) - 23,00 m;
- Comprimento da leira (final de plano) - 28,00 m;
- Altura da leira - 1,00 m.

Depois de desidratado e mineralizado será remanejado para uma área de estocagem também localizada em área adjacente às lagoas existentes. Estima-se que todo lodo produzido poderá ser comercializado, reservando-se para aterro sanitário, se for necessário, os volumes excedentes que ultrapassarem a capacidade de estocagem.

A Estação Elevatória Final para bombeamento de efluentes tratados será comum para qualquer das alternativas de disposição final.

No presente estudo foi avaliada uma opção de destinação marítima como sistema de destinação final dos esgotos tratados, ou seja, através de emissário submarino com extensão de 2.732,00m, incluindo 132m de difusores (Alternativa 6).



5. QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS PRESENTES EM ESGOTO BRUTO E COM OS DIFERENTES TIPOS DE TRATAMENTOS SECUNDÁRIOS (LAGOA DE POLIMENTO E FILTRO PERCOLADOR BIOLÓGICO) X ASPECTOS LEGAIS

PARÂMETROS DE QUALIDADE	FAIXA DE CONC. + COMUM	TRATAMENTOS SECUNDÁRIOS		ATENDIMENTO LEGAL	
		EPC + UB + LAGOAS DE POLIMENTO	EPC + UASB + FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR (FBP)	RES. CONAMA 274/00	RES. CONAMA 357/05
Sólidos Totais (mg/L)	400-1000				
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	2-20	<1	<1		
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	120-400	25	30		
Sólidos em Suspensão Fixos/ Não sedimentáveis (mg/L)	20-150				
Sólidos em Suspensão Voláteis (mg/L)	100-300				
Oxigênio Dissolvido (mg/L)		>5	>5		não inferior a 6
DBO (mgO ₂ /L)	120-450	40 (REDUÇÃO DE 80%)	40 (REDUÇÃO DE 80%)		
DQO (mgO ₂ /L)	240-900	80	90		
COT (mg/L)	150-800				3
Nitrato (mg/L)		< 20	> 20		0,4
Amônia (mg/L)	15-70	<15	>15		0,4
Fósforo Total (mg/L)	2-10	<4	>4		0,062
Material solúvel em n-hexano (mg/L)	50-150				
Óleos e Graxas (mg/L)		<20	<20		virtualmente ausentes
pH		>7 <9	>7 <9		6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade



Coliformes Fecais	Enterococos (UFC/100 mL)				Excelente < 25 em 80% das amostras Boa < 50 em 80% das amostras	-
	Escherichia coli (UFC/100 mL)				Excelente < 200 em 80% das amostras Boa < 400 em 80% das amostras	-
	Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml	107-108	7x10 ⁴	1x10 ⁶	Excelente < 250 em 80% das amostras Boa < 500 em 80% das amostras	-



6. ASPECTOS RELEVANTES REFERENTES AOS ESTUDOS PREVIAMENTE APRESENTADOS x AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (AIA)

6.1. Estação de Pré-Condicionamento (EPC) dos esgotos tendo como destino final dos efluentes, o lançamento submarino (estudo elaborado pela CAERN)

Pertinente a implantação do canteiro de obras II e área de apoio não foi citada a extensão do mesmo e sua exata localização, nem tão pouco se a gestão dos resíduos atenderá a Res. CONAMA 307/02.

6.2. Relatórios Técnicos de Análise Ambiental do Litoral de Ponta Negra – RN para implantação do emissário submarino / 1a Campanha – maré de sizígia e 2a Campanha – maré de quadratura (estudo elaborado pelo LABOMAR) – os dados pertinentes a Hidroquímica, como Temperatura, Condutividade, Salinidade, Oxigênio

Dissolvido, Turbidez e pH, foram coletados mais significativamente a E/SE do ponto de lançamento do emissário, o que não é muito relevante visto que a direção das correntes ocorre na direção oposta (N/NE) e a pluma dar-se-á na direção da corrente. Desta forma, tornam-se necessários maiores pontos amostrais a N/NE do ponto de lançamento do emissário, os quais poderão ser analisados anterior a efetiva implantação do emissário, ao longo do Relatório de Monitoramento.

6.3. EIA/RIMA (estudo elaborado pela FCPC / Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura para a CAERN)

Não foram realizada coleta de amostras d'água para caracterização qualitativa e quantitativa das comunidades planctônicas sendo estas de extrema importância para o monitoramento da AID (Área de Influência Direta) ao longo da implantação e operação. Na avaliação visual não é possível de se caracterizar e quantificar espécies microscópicas, incluindo as microalgas tóxicas que podem existir na região e com a emissão de nutrientes (esgoto) pode causar um desequilíbrio ecológico,



incluindo as denominadas “marés vermelhas”. Os dados pertinentes ao zooplâncton são de 1990 e em 19 anos, mudanças nestas comunidades podem ter ocorrido.

Na comunidade bentônica (AID e AII) não foi utilizada a metodologia de contagem e quantificação das espécies (*quadrate*). Somente citar algumas espécies por caráter visual não é significativo para análises de impactos e monitoramentos futuros.

Não foram realizadas entrevistas com a comunidade que utiliza a faixa do mar, como por exemplo, os pescadores locais para que se pudesse obter informações pontuais sobre os quesitos sócio-econômicos locais.

E por fim, não foram realizados estudos referentes à dinâmica da zona praial, não sendo realizados perfis praias sazonal para saber se já existe ou não erosão/sedimentação nas praias adjacente ao empreendimento. Nada foi levantado por decorrência da deriva litorânea, dado este importante para o transporte sedimentar ao longo da costa, principalmente no que tange a fase de implantação do empreendimento onde haverá escavação do solo marinho e dragagem.

Contudo, é de grande importância ressaltar que a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) foi definida tendo como premissa básica o pior cenário, ou seja: (a) possibilidades de processos erosionais ao longo da implantação do pier e emissário submarino, bem como ao longo de sua operacionalidade; (b) ecossistema marinho extremamente biodiverso (qualitativa e quantitativamente) no que tange as comunidades planctônicas, bentônicas e nectônicas; e por fim, (c) conflitos negativos com os usuários da faixa de mar (pescadores) por decorrência da implantação do pier e emissário submarino, ainda que o Projeto Orla de Parnamirim apresentasse apenas a preocupação da comunidade pesqueira quanto a uma eventual invasão da pluma de esgotos na faixa de balneabilidade, risco descartado por várias das alternativas comparadas. Ainda assim, considerou-se o pior cenário.



6.4. Relatório de Otimização do ESPN com Efluentes de Tratamento Secundário e Primário (estudo elaborado pela COPPE/UFRJ e UFRN) / Relatório de Avaliação de Aspectos Sedimentológicos e Estruturais (estudo elaborado pela COPPE/UFRJ e UFRN)

Para o emissário submarino com comprimento de 2.732 mts COM EFLUENTES DE TRATAMENTO SECUNDÁRIO (colimetria de 1.0×10^7 nmp/100 mL.), a linha de 1% de probabilidade de passagem da pluma está bem afastada do limite da zona de balneabilidade. Na condição de verão existe uma folga de mais de 1.0 km entre a isolinha de 1% e o limite da zona de balneabilidade. Por sua vez, na condição de inverno, a isolinha de 1% dista no mínimo 500m do limite da zona de balneabilidade. Para o emissário submarino com comprimento de 2.132 mts COM EFLUENTES DE TRATAMENTO SECUNDÁRIO (colimetria de 1.0×10^7 nmp/100 mL.), a pluma; no verão, ficaria mais próxima da superfície, chegando a emergir durante baixamares mais baixas, especialmente em marés de sizígia. No inverno, como as correntes paralelas à costa são mais intensas, a pluma não emergiria. A linha de 1% de probabilidade de passagem da pluma ainda tem folga para o limite da zona de balneabilidade. Verifica-se que no verão há uma folga de cerca de 1000 m entre a isolinha de 1% e o limite da zona de balneabilidade. Porém, pelo fato de ocorrer pluma emergente em condições de baixamares mais baixas, não é recomendável emissário mais curto, por acarretar em impactos significativos e de magnitude elevada no meio sócio-econômico direta ou indiretamente relacionado à atividade turística; e, no meio biológico por decorrência de atingir a zona de atividade fotossintética proporcionando maior risco das substâncias dissolvidas serem incorporadas na cadeia trófica.

6.5. Monitoramento das Condições de Balneabilidade das Praias do Estado do RN

Relatório de Vistoria Técnica realizadas nos dias 21 e 22/10/2008 nas praias da região metropolitana de Natal (estudo disponibilizado pelo IDEMA e elaborado pelo IFET/RN) / Avaliação das Condições de Balneabilidade das praias do litoral Potiguar



no período de DEZ/2008 a FEV/2009 (estudo disponibilizado pelo IDEMA e elaborado pelo IFET/RN) - Destacaram-se como praias com as piores condições ambientais, mostrando-se IMPRÓPRIAS em pelo menos uma das semanas amostradas:

Município de Nísia floresta – Rio Pium/Pte Nov (PA 01), Município de Parnamirim – Balneário do Rio Pium (PA 05), Ponta Negra/Morro do Careca (NA 01), Ponta Negra/Acesso principal (NA 02), Ponta Negra/Free Willy (NA 03), Via Costeira/Mãe Luíza (NA 07), Areia Preta/Praça da Jangada (NA 09), Ponta Negra/Praia do Forte (NA 012), Redinha/Rio Potengi NA (013) e Ponto Extra 01 (PE-01) – saída de galeria pluvial, localizada ao lado do “Hotel Atlântico Norte”, praia de Redinha Nova, Ponto Extra 02 (PE-02) – saída de galeria pluvial, localizada em frente ao antigo “Hotel Reis Magos”, praia dos Artistas; e, Ponto Extra 03 (PE-03) – saída dupla de galerias pluviais, localizada em frente ao “Bar Roxy”, na praia dos artistas. Este últimos PEs apresentaram índices bastante elevados de coliformes fecais (todos com um valor de N.M.P. $\geq 1.600.000/100$ mL), caracterizando a ocorrência de lançamento clandestino de esgoto doméstico no local.

7. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para que possam ser identificados e analisados os impactos ambientais deve haver uma prévia identificação das atividades pertinentes as alternativas avaliadas (Alternativas 4 e 6); e análises das interações destas atividades, ou seus aspectos, sobre o meio ambiente da região de interesse, considerando a relação de causa e efeito, ou seus impactos.

A identificação e análise dos impactos levaram em consideração os diferentes aspectos ambientais pertinentes às fases do empreendimento: Planejamento, Implantação (canteiro de obras II e áreas de apoio, pier e emissário submarino) Desmobilização (canteiro de obras II, áreas de apoio e pier) e Operação (emissário submarino). Desta forma, segue abaixo os aspectos identificados para cada fase e atividade do empreendimento envolvendo as alternativas 4 e 6 - MEIO MARINHO E TRANSICIONAL:



I – Fase de Planejamento

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA E DAS ALTERNATIVAS
DIVULGAÇÃO DO EMPREENDIMENTO (AUDIÊNCIAS PÚBLICAS)
INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS E GEOMORFOLÓGICAS PRELIMINARES, INCLUINDO A TIPOLOGIA DOS SEDIMENTOS
LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS / BATIMÉTRICO
LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAFÉTRICO
ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA
LEVANTAMENTO OCEANOGRÁFICO / FÍSICO (TEMPERATURA, SALINIDADE, TURBIDEZ, CORRENTE, ONDAS E MARÉS)
LEVANTAMENTO OCEANOGRÁFICO / QUÍMICO (COLUNA D'ÁGUA - DBO, DQO, COT, NKT, FÓSFORO, METAIS PESADOS E COLIFORMES TOTAIS)
LEVANTAMENTO OCEANOGRÁFICO / QUÍMICO (SEDIMENTO - METAIS PESADOS E ECOTOXICIDADE)
ANALISE FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DOS EFLUENTES PÓS-TRATAMENTO
LEVANTAMENTO DOS USUÁRIOS DA FAIXA DO MAR (PESCADORES, SURFISTAS, COMUNIDADE)
ANÁLISE PRELIMINAR QUALI-QUANTITATIVA DA FLORA E FAUNA MARINHA
ANÁLISE PRELIMINAR QUALI-QUANTITATIVA DA FLORA E FAUNA TRANSICIONAL
LEVANTAMENTO DE PERFIS PRAIAIS E TENDÊNCIAS EROSIONAIS DA FAIXA DE PRAIA (ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DO PROJETO)
AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS E MÃO DE OBRA



II – Fase de Implantação

Atividade: INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS II E ÁREAS DE APOIO

ABERTURA DAS TRINCHEIRAS E VIAS DE ACESSO SOBRE AS DUNAS

AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS E MÃO DE OBRA

AQUISIÇÃO DE BENS, INSUMOS, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

DESLOCAMENTO DE MÁQUINAS

REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO SOBRE AS DUNAS

GERAÇÃO de RESÍDUOS SÓLIDOS

GERAÇÃO DE EFLUENTES

OCORRÊNCIA DE ACIDENTES (FUNCIONÁRIOS E MEIO-AMBIENTE)

Atividade: INSTALAÇÃO DO PIER

AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS E MÃO DE OBRA

AQUISIÇÃO DE BENS, INSUMOS, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

IMPLANTAÇÃO DO PIER

OCORRÊNCIA DE ACIDENTES (EMBARCAÇÕES, FUNCIONÁRIOS E MEIO-AMBIENTE)

Atividade: INSTALAÇÃO DO EMISSÁRIO SUBMARINO

ESCAVAÇÃO DO SOLO

MOVIMENTAÇÃO DE EMBARCAÇÕES

FUNDEIO DO EMISSÁRIO SUBMARINO

AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS E MÃO DE OBRA

AQUISIÇÃO DE BENS, INSUMOS, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

OCORRÊNCIA DE ACIDENTES (EMBARCAÇÕES, FUNCIONÁRIOS E MEIO-AMBIENTE)



III – Fase de Desmobilização

Atividade: DESINSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS II E ÁREAS DE APOIO

PREENCHIMENTO DAS ESCAVAÇÕES

LIMPEZA DA ÁREA (INSUMOS E RESÍDUOS)

RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO DE DUNAS E RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS

DESLOCAMENTO DE MÁQUINAS

OCORRÊNCIA DE ACIDENTES (FUNCIONÁRIOS E MEIO-AMBIENTE)

AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS E MÃO DE OBRA

AQUISIÇÃO DE INSUMOS E EQUIPAMENTOS

DESMOBILIZAÇÃO DE PESSOAL

Atividade: DESINSTALAÇÃO DO PIER

DESMOBILIZAÇÃO DE PESSOAL

REMOÇÃO DO PIER

REMOÇÃO DE INSUMOS

OCORRÊNCIA DE ACIDENTES (EMBARCAÇÕES, FUNCIONÁRIOS E MEIO-AMBIENTE)



IV – Fase de Operação

Atividade: EMISSÁRIO SUBMARINO COM TRATAMENTO SECUNDÁRIO

DESCARGA DOS EFLUENTES NO OCEANO

AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS E MÃO DE OBRA

OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NA ETE

OCORRÊNCIA DE ACIDENTES (ROMPIMENTO DO DUTO E PERFEITAS CONDIÇÕES DA ETE)

OCORRÊNCIA DE ACIDENTES (ROMPIMENTO DO DUTO + ETE)

V – Sem Tratamento - Cenário Atual

DESCARGA DOS EFLUENTES NO OCEANO SEM TRATAMENTO

7.1. Termos e Definições

Para as avaliações de impacto ambiental deve-se compreender uma série de definições e conceitos que são utilizados para a elaboração e discussão das análises. As definições a seguir são baseadas em normas e leis ambientais e literatura conceituada, como Resolução CONAMA 001/86; Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81), IBAMA, NBR ISO 14001:2004; entre outras fontes.

I – Aspecto Ambiental: elemento das atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente;

II – Contaminação: Introdução de um agente indesejável em um meio previamente não contaminado - atinge níveis que causam efeitos deletérios na saúde humana, ou efeitos prejudiciais nos organismos vivos;

III – Degradação Ambiental: degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

IV – Impacto Ambiental: as definições mais utilizadas em estudos e programas de



gestão ambiental são:

- a) Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I. A saúde, a segurança e o bem-estar da população; II. As atividades sociais e econômicas; III. A biota, IV. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e, V. A qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 01/86).
- b) Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização (NBR ISO 14001).

V – Meio ambiente: conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas:

- a) Meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas.;
- b) Meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente.
- c) Meio Antrópico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconômica, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

VI – Poluente: Qualquer substância ou energia que, lançado ao meio ambiente, interfere no funcionamento de parte ou de todo o ecossistema;

VII – Poluição - a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:



- a) Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) Afetem desfavoravelmente a biota;
- d) Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

VIII – Recuperação Ambiental: é o processo de recomposição de áreas degradadas, com eliminação de passivos existentes e restauração das condições ambientais de modo a garantir os outros usos e o nível de produtividade normal dos ecossistemas impactados;

IV – Recursos naturais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.

7.2. Avaliação dos Impactos Ambientais – AIA

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um dos instrumentos da política nacional de meio ambiente, onde se estabelece uma série de procedimentos para a análise dos impactos ambientais de forma sistemática. A partir das previsões de impactos na AIA é possível detectar as significâncias e magnitudes dos efeitos das atividades humanas sobre uma determinada região e ainda definir os procedimentos necessários para garantir a proteção do meio ambiente, através de medidas mitigadoras e monitoramento.

Segundo a Associação Internacional de Avaliação de Impactos (IAIA), os objetivos desse tipo de estudo são:

- I – Assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas ao processo decisório;
- II – Antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos relevantes nos



ambientes físicos, bióticos ou sociais;

III – Proteger a produtividade e capacidade dos ecossistemas assim como os processos ecológicos que mantêm suas funções;

IV – Promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidades de gestão dos recursos.

A valoração dos impactos deu-se segundo os seguintes critérios:

I – Natureza: refere-se ao tipo de alteração na qualidade ambiental, podendo ser avaliado como positivo (**POS**), quando a alteração se constituir num ganho para a qualidade ambiental, ou negativo (**NEG**) quando gera danos ao meio ambiente;

II – Extensão: abrangência do impacto em relação ao entorno da atividade. Pode ser identificado como Local (**LOC**), quando os efeitos ocorrem apenas nas imediações da ação associada, Regional (**REG**) se os efeitos se propagarem por áreas geográficas mais abrangentes, e denomina-se Estratégico (**EST**) quando afetam componentes ou recurso ambiental de importância coletiva ou nacional. Pontuações correspondentes: LOC=1, REG=3; e, EST=5;

III – Escala Temporal: refere-se ao prazo de manifestação do impacto, ou seja, se ele se manifesta imediatamente após a sua causa (**IM**), ou se é necessário que decorra com o decorrer do tempo, sendo em médio prazo (**MP**) ou em longo prazo (**LP**). Pontuações correspondentes: IM=5, MP=3; e, LP=1;

IV – Duração: relacionado ao tempo que o impacto irá afetar a área. São identificados como permanentes (**PER**), quando os efeitos permanecem mesmo cessando a ação impactante; temporários (**TEM**), quando, os efeitos desaparecem após o término da ação causadora do impacto; e cíclicos (**CIC**) os efeitos da alteração ambiental pode aqueles podem ser intermitentes. Pontuações correspondentes: TEM=1, CIC=3; e, PER=5;

V – Reversibilidade: quando há uma possibilidade ou não do fator ambiental afetado retornar às condições iniciais. Os impactos podem ser classificados como Reversível (**REV**) quando as condições ambientais podem voltar ao estado original, ou Irreversível (**IRR**), quando os efeitos sobre o ambiente permanecem mesmo tendo sido finalizado a ocorrência do impacto. Pontuações correspondentes: REV=1



e IRR=5;

VI – Significância: ao grau de intensidade de um impacto ao integrar todos os demais critérios. Os impactos podem ser classificados como Significativos (**SIG**) quando a associação dos critérios for alta, Moderado (**MOD**) se a avaliação tiver um caráter de média significância e Desprezível (**DESP**) quando o impacto associado não apresentar consequências significativas no meio ambiente. A definição da significância deu-se a partir do somatório da: escala, incidência, reversibilidade, duração e temporalidade. Assim, obteve-se as seguintes pontuações correspondentes: DES= ≤ 8 , MOD=de 9 a 14; e, SIG= ≥ 15 .

QUADRO 05. Caracterização dos Impactos.

Caracterização dos Impactos	Pontuação
NATUREZA	Positivo (+) ou negativo (–)
EXTENSÃO	Local (1), Regional (3) e/ou Estratégico (5)
ESCALA TEMPORAL	Imediato (5), de médio (3) e/ou de longo prazo (1)
DURAÇÃO	Temporário (1), Cíclico (3) e Permanente (5)
REVERSIBILIDADE	Reversível (1) ou Irreversível (5)
SIGNIFICÂNCIA	Desprezível (≤ 8), Moderado (9-14) e significativo (≥ 15)

VII – Magnitude: também denominado de severidade, refere-se a proporção dos danos ao meio ambiente, ou quando impacto é positivo à sua benfeitoria ambiental. É a relação entre a significância e a duração dos impactos ambientais. A magnitude é considerada baixa (**BAI**) quando o impacto é temporário e não significativo. É considerada como Média (**MED**) quando os impactos são temporários, mas significativos. É considerada Alta (**ALT**) quando os impactos são significativos, cíclicos ou permanentes. Para a definição da magnitude foi utilizada a correlação da significância x duração, onde: a significância foi classificada em DESP=1, MOD=3; e, SIG=5; e, duração foi classificada em TEM=1, CIC=3; e, PER=5.



A partir dessas identificações foram elaboradas duas matrizes de interação¹ dos aspectos e Impactos ambientais, sendo as mesmas diferenciadas das seguintes formas:

I – Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais: para cada impacto pertinente a cada aspecto ambiental foi determinada sua natureza podendo a mesma ser benéfica / positiva (identificada na matriz na coloração verde) ou adversa / negativa (identificada na matriz na coloração vermelha); e,

II – Matriz de Significância e Magnitude: no que se referem à significância, cada impacto identificado teve sua respectiva pontuação referente aos critérios: extensão escala temporal, duração e reversibilidade.

A somatória desses critérios estabeleceu a significância de cada impacto. No que tange a magnitude, esta matriz foi originada a partir de dados pertinentes a significância e duração de cada impacto, onde impactos que tiveram sua significância menor e igual a 8 (oito) foram classificados como desprezíveis (DESP) e receberam a pontuação final nº 1. Impactos que tiveram sua significância variando entre 9 (nove) e 14 (catorze) foram classificados como moderados (MOD) e receberam a pontuação final nº 3. E por fim, impactos que tiveram sua significância maior e igual a 15 (quinze) foram classificados como significativos (SIG) e receberam a pontuação final nº 5. As pontuações finais obtidas a partir da significância foram multiplicadas pela pontuação obtida referente à duração, originando o valor final referente à magnitude. Desta forma, a magnitude foi classificada em baixa (BAI) quando as pontuações variaram entre 1 e 3; média (MED), quando as pontuações variaram entre 5 e 9; e, alta (ALT) quando as pontuações variaram entre 15 e 25, conforme quadro abaixo.

¹ Matrizes de interação são planilhas com entradas duplas de informações, permitindo relacionar as causas (aspectos) com os efeitos sobre o ambiente (impactos).



QUADRO 06. Pontuações finais obtidas.

Significância Duração	Desprezível (1)	Moderado (3)	Significativo (5)
Temporário (1)	BAIXA (1)	BAIXA (3)	MÉDIA (5)
Cíclico (3)	BAIXA (3)	MÉDIA (9)	ALTA (15)
Permanente (5)	MÉDIA (5)	ALTA (15)	ALTA (25)

A partir verificação de todas as fases, atividades e os aspectos ambientais associados são identificados e valorados os impactos ambientais potenciais sobre os meios: Físico (Recurso Hídrico, Solo / Substrato, Recurso Atmosférico e Dinâmica do Ambiente), Biológico (Ecossistemas, Fauna e Flora) e Antrópico (sociais, culturais e econômicos). Desta forma, segue abaixo os impactos identificados sobre os meios Físico, Biológico e Sócio-econômico (Antrópico) de acordo com sua natureza.



QUADRO 07. Impactos identificados sobre os meios Físico, Biológico e Sócio-econômico (Antrópico).

FASE DE PLANEJAMENTO		FASE DE IMPLANTAÇÃO		FASE DE DESMOBILIZAÇÃO		FASE DE OPERAÇÃO	
NATUREZA DOS IMPACTOS							
POSITIVOS / BENÉFICOS	NEGATIVOS / ADVERSOS	POSITIVOS / BENÉFICOS	NEGATIVOS / ADVERSOS	POSITIVOS / BENÉFICOS	NEGATIVOS / ADVERSOS	POSITIVOS / BENÉFICOS	NEGATIVOS / ADVERSOS
DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS							
Circulação de moeda	Geração de Banco de Dados (Meio Biótico / Análise Quali-quantitativa)	Circulação de moeda	Aumento da Turbidez	Alteração na Dinâmica Sedimentar	Risco de Erosão	Circulação de moeda	Aumento da Turbidez
Geração de tributos e Arrecadação de impostos	Geração de Banco de Dados (Meio Físico - Ambiente Transicional)	Comércio Local	Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico	Alteração Morfológica	Aumento da Turbidez	Geração de tributos e arrecadação de impostos	Alteração físico química das águas na zona de mistura
Comércio Local	Geração de Banco de Dados (Meio Antrópico / Usuários da faixa do mar - AID)	Geração de tributos e Arrecadação de impostos	Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato	Interferência na flora transicional (PRAD)	Alteração na granulometria dos sedimentos	Comércio Local	Alteração na granulometria dos sedimentos
Empregos diretos e indiretos		Empregos diretos e indiretos	Alteração na granulometria dos sedimentos	Interferência na fauna transicional (PRAD)	Emissão de gases / Lançamento de Poeiras	Empregos diretos e indiretos	Alteração na Dinâmica Sedimentar
Geração de Banco de Dados (Meio Físico)			Risco de Erosão	Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton	Geração de Banco de Dados	Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton



			Emissão de gases / Lançamento de Poeiras	Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade (Sinalização e Retirada do pier)	Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	Balneabilidade	Alteração quantitativa e qualitativa no bentos
			Alteração na Dinâmica Sedimentar	Circulação de moeda (PRAD)	Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)	Qualidade de Vida/Saúde pública	Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)
			Alteração Morfológica	Geração de tributos e Arrecadação de impostos (PRAD)	Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade		Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema
			Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton	Comércio Local (PRAD)	Circulação de moeda (Desmobilização)		Eutrofização do Meio Aquático
			Interferência na flora transicional	Empregos diretos e indiretos (PRAD)	Geração de tributos e arrecadação de impostos (Desmobilização)		
			Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	Alteração da paisagem	Comércio Local (Desmobilização)		
			Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)		Empregos diretos e indiretos (Desmobilização)		
			Interferência na fauna transicional				
			Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema				



			Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade				
			Interferência da Atividade Turística				
			Alteração da paisagem				

QUADRO 08. Fase de operação - negativos / adversos.

FASE DE OPERAÇÃO - NEGATIVOS / ADVERSOS (SOMENTE EM CASO DE ACIDENTES OU CENÁRIO ATUAL)
Aumento da Turbidez
Alteração físico química das águas na zona de mistura
Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico
Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato
Alteração na granulometria dos sedimentos
Alteração na Dinâmica Sedimentar
Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton
Alteração quantitativa e qualitativa no bentos
Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)
Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema
Contaminação de organismos (peixes, crustáceos, moluscos,...)
Eutrofização do Meio Aquático
Bioacumulação em organismos aquáticos
Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade
Interferência da Atividade Turística
Balneabilidade
Qualidade de Vida/Saúde pública
Circulação de moeda
Geração de tributos e Arrecadação de impostos
Comércio Local
Empregos diretos e indiretos



7.2.1. Descrição dos impactos por fase e natureza

7.2.1.1. Fase de Planejamento

I – Natureza Positiva:

a) Circulação de moeda;

b) Tributos e Impostos;

c) Comércio Local;

d) Empregos diretos e indiretos: Para toda a elaboração do projeto torna-se necessário a contratação, mesmo que temporária, de profissionais especializados nas áreas de estudo (meio biótico, meio físico e meio sócio-econômico, modelagem da pluma de efluentes e alternativas de cenários), bem como mão-de-obra para aquisição de amostras, sejam elas químicas e biológicas, barco local, equipamentos, etc., contribuindo para o Município, e na sua área adjacente, com a geração de empregos diretos e indiretos, aumentando a circulação de moedas e o comércio local, gerando, por fim, tributos e arrecadando impostos pela prestação dos serviços.

e) Geração de Banco de Dados (Meio Físico): Conhecimento prévio do meio físico (temperatura, salinidade, turbidez, corrente, ondas e marés) de forma pontual na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento para a mais correta e coerente definição da pluma do efluente e zona de balneabilidade, para posterior monitoramento ao longo da operação da atividade e avaliação real dos impactos.

II – Natureza Negativa:

a) Geração de Banco de Dados (Meio Físico / perfil praial; Meio Biótico/ e, Usuários da faixa do mar): Conhecimento prévio do meio biótico, sócio-econômico (referente aos usuários do mar/pescadores e surfistas) e físico (perfil praial) de forma pontual na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento - Verificação de possibilidades Erosionais ou de Acresção sedimentar no meio transicional (praia) e caracterização (quali e quantitativa) da biota, para posterior monitoramento ao longo da implantação e operação da atividade e avaliação real dos impactos.



7.2.1.2. Fase de Implantação

I – Natureza Positiva:

a) Circulação de moeda;

b) Tributos e Impostos;

c) Comércio Local;

d) Empregos diretos e indiretos: Ao longo de toda a implantação do projeto, seja o canteiro de obras, o pier e o emissário, torna-se necessário a contratação, mesmo que temporária, de profissionais especializados e mão-de-obra, contribuindo para o Município em questão, e na sua área adjacente, com a geração de empregos diretos e indiretos, o que passa a acarretar o aumento da circulação de moedas e o comércio local, gerando, por fim, tributos e arrecadando impostos pela prestação dos serviços.

II – Natureza Negativa:

a) Aumento da Turbidez: Impacto pertinente a suspensão de sedimentos ao longo da coluna d'água por decorrência da atividade de dragagem, fundeio do emissário e instalação do pier, e em caso da ocorrência de acidentes voltados as atividades citadas;

b) Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico: Impacto pertinente a geração de resíduos sólidos e efluentes oriundos do canteiro de obras instalado no ambiente praial, movimentação de embarcações, e em caso da ocorrência de acidentes voltados as atividades citadas;

c) Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato: Impacto pertinente a geração de resíduos sólidos e efluentes oriundos do canteiro de obras instalado no ambiente praial, deslocamento de máquinas e em caso da ocorrência de acidentes voltados as atividades citadas;

d) Alteração na granulometria dos sedimentos: Impacto pertinente a abertura de trincheiras e vias de acesso sobre as dunas por decorrência da retirada do solo e /ou



sedimento original, proporcionando o transporte sedimentar pelo agente eólico;

e) Risco de Erosão: Impacto pertinente a abertura de trincheiras e vias de acesso sobre as dunas, retirada da vegetação e deslocamento de máquinas. Este impacto também está relacionado à instalação do pier por decorrência da alteração na dinâmica sedimentar da zona praial (desequilíbrio dinâmico do perfil praial);

f) Emissão de gases / Lançamento de Poeiras: Impacto pertinente a geração de resíduos sólidos e efluentes oriundos do canteiro de obras instalado no ambiente praial, movimentação de embarcações, deslocamento de máquinas e em caso da ocorrência de acidentes voltados as atividades citadas;

g) Alteração na Dinâmica Sedimentar;

h) Alteração Morfológica: Impacto pertinente a instalação do pier e fundeio do emissário por decorrência da implantação de um obstáculo que poderá vir a interferir na deriva litorânea (long shore current) e nas correntes de retorno (rip currents), ocasionando o desequilíbrio dinâmico do perfil praial (erosão e/ou deposição de sedimentos adjacente ao pier). Este impacto também está relacionado a abertura de trincheiras e vias de acesso sobre as dunas, bem como escavação do solo, disponibilizando os sedimentos no que tange ao transporte sedimentar pelo agente eólico;

i) Alteração físico-químico das águas do lençol aquífero da Formação Barreiras: Se durante a construção dos poços de infiltração não forem tomados os cuidados previstos pelas Normas técnicas de construção de poços, há o risco de contaminação dos aquíferos dunas-barreiras com os agentes químicos isolantes utilizados durante a construção destes poços, bem como a possibilidade de estes promoverem a interligação entre os aquíferos semi-confinados da Formação Barreiras e o aquífero livre do Complexo Dunar, gerando desta forma a contaminação direta dos aquíferos dunas-barreiras no ato de operação do sistema;

j) Alteração quantitativa e qualitativa na Fauna terrestre: impacto decorrente da alteração ecossistêmica protagonizada pela intervenção antrópica na abertura de vias de acesso, de trincheiras e instalação do canteiro de obras, que implicará em desmatamento, destruição das áreas de pouso de aves e tocas de reptéis e mamíferos, bem como geração de ruídos que afugentam e interfere no ciclo reprodutivo das espécies e em sua distribuição territorial. Como impacto indireto a



esta intervenção, cita-se a introdução de espécies exóticas a área, como cachorros, gatos, cavalos e burros, que deverão competir com as espécies nativas pelos seus territórios de caça e residência;

k) Alteração quantitativa e qualitativa na flora terrestre: impacto decorrente da necessidade de abertura de vias de acesso, trincheira e instalação do canteiro de obra, o que obriga a retirada da cobertura vegetal que recobre e protege as unidades geoambientais locais (tabuleiros costeiros, dunas e falésias). A movimentação de veículos máquina e pessoas alteram os solos (composição, agregação e textura dos grãos), destrói os estoques de semente e acaba com as reservas de serrapilheira;

l) Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton;

m) Alteração quantitativa e qualitativa no bentos: Por decorrência da alteração na turbidez na coluna d' água, o que resulta na diminuição da intensidade luminosa e uma possível alteração na distribuição vertical do fito e/ou zooplâncton; alteração da presença do bentos e possibilidade de soterramento dos organismos sésseis;

n) Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc.): Por decorrência da alteração do plâncton e/ou bentos;

o) Interferência na flora transicional;

p) Interferência na fauna transicional: Por decorrência da remoção da vegetação presente no ecossistema dunar para implantação do canteiro de obras instalado no ambiente praial e deslocamento de máquinas. Este último está relacionado à geração de ruídos o que pode afugentar a fauna presente no ecossistema dunar;

r) Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema: Impacto pertinente a retirada da vegetação sobre as dunas, podendo afetar o citado ecossistema;

s) Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade: Os conflitos com os usuários do mar (pescadores) e comunidade pode vir a ocorrer por decorrência da abertura de trincheiras e vias de acesso sobre as dunas, retirada da vegetação, deslocamento de máquinas, implantação do pier, fundeio do emissário e movimentação de embarcações. Os 3 (três) últimos aspectos estão relacionados com a possibilidade de acidentes por decorrência do tráfego marinho;

t) Conflitos com a população residente nas comunidades de Alagamar e vila de Ponta Negra: Os conflitos podem ser motivados por agentes tais quais: a abertura



de trincheiras e vias de acesso ao local, associado ao fluxo de veículos e máquinas pesadas, promoveram o levantamento de grande material particulado (poeira, grãos de areia, fuligem) que além de sujeira, podem gerar crises alérgicas e/ou problemas respiratórios; o intenso fluxo de veículos na área, além do barulho (poluição sonora) e da fumaça de seus escapamentos, poderão gerar transtornos ao trânsito das vias locais (ruas com caixa apresentando em média 6,5m de largura);

u) Interferência da Atividade Turística: Este impacto apresenta-se relacionado com o desconforto dos turistas em relação a alteração na paisagem por decorrência da abertura de trincheiras e vias de acesso sobre as dunas, retirada da vegetação e deslocamento de máquinas;

v) Alteração da paisagem: Este impacto mostra-se presente com a abertura de trincheiras e vias de acesso sobre as dunas, retirada da vegetação e deslocamento de máquinas, bem como a geração de resíduos sólidos, mesmo que temporária, e a efetiva implantação do pier.

7.2.1.3. Fase de Desmobilização

I – Natureza Positiva:

a) Circulação de moeda;

b) Tributos e Impostos;

c) Comércio Local;

d) Empregos diretos e indiretos: Ao longo de toda a elaboração e implantação do PRAD torna-se necessária a contratação, mesmo que temporária, de profissionais especializados e mão-de-obra treinada, contribuindo para o Município em questão, e na sua área adjacente, com a geração de empregos diretos e indiretos, o que passa a acarretar o aumento da circulação de moedas e o comércio local, gerando, por fim, tributos e arrecadando impostos pela prestação dos serviços;

e) Alteração da paisagem: Impacto pertinente ao preenchimento das escavações, limpeza da área (insumos e resíduos), remoção do *pier* e recomposição da vegetação sobre as dunas e tabuleiros;

f) Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade: Este impacto pode



tornar-se positivo por decorrência da minimização de acidentes de tráfego marinho, ocasionado pela remoção do *pier*;

g) Interferência na flora transicional;

h) Interferência na fauna transicional: Por decorrência da recuperação das áreas degradadas e recomposição vegetal dos exemplares recoberto de dunas e dos tabuleiros costeiros o que passaria a recompor os habitats originais ocasionando o retorno gradativo da fauna nativa;

i) Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema: Impacto pertinente a recomposição da vegetação sobre as dunas e tabuleiros e posterior recomposição dos habitats originais ocasionando o retorno da fauna nativa;

j) Alteração na Dinâmica Sedimentar;

k) Alteração Morfológica: Impacto pertinente a remoção do *pier* possibilitando o retorno do equilíbrio dinâmico do perfil praial e conseqüente recuperação da morfologia original;

II – Natureza Negativa:

a) Aumento da Turbidez: Impacto pertinente a suspensão de sedimentos ao longo da coluna d'água por decorrência da atividade de remoção do *pier*;

b) Risco de Erosão: Impacto pertinente a remoção do *pier* por decorrência da alteração na dinâmica sedimentar do ambiente praial (desequilíbrio dinâmico do perfil praial) e o deslocamento de máquinas;

c) Alteração na granulometria dos sedimentos: Impacto pertinente ao preenchimento das escavações, caso o material utilizado não possua a granulometria semelhante ao outrora retirado. A importância deste impacto pode potencializar o impacto referente à dinâmica sedimentar;

d) Emissão de gases / Lançamento de Poeiras - Impacto pertinente ao deslocamento de máquinas e em caso da ocorrência de acidentes voltados a atividade citada;

e) Alteração quantitativa e qualitativa em plânctons e bentos - Por decorrência da alteração na turbidez na coluna d'água, o que resulta na diminuição da intensidade luminosa e uma possível alteração na distribuição vertical do fito e/ou



zooplâncton; alteração da presença do bentos e possibilidade de soterramento dos organismos sésseis;

f) Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..) -

Por decorrência da alteração do plâncton e/ou bentos;

g) Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade - Os conflitos com a comunidade pode vir a ocorrer por decorrência do deslocamento de máquinas o que pode ocasionar um certo desconforto sonoro e no trânsito, mesmo que temporário;

h) Circulação de moeda;

i) Tributos e Impostos;

j) Comércio Local;

l) Empregos diretos e indiretos.

Os impactos 08, 09, 10 e 11 passam a ser negativos por decorrência da desmobilização do pessoal, ocasionando uma diminuição nos empregos diretos e indiretos, diminuindo a circulação de moedas e o comércio local, bem como a geração de tributos e arrecadação de impostos.

7.2.1.4. Fase de Operação – COM Tratamento Secundário

I – Natureza Positiva:

a) Circulação de moeda;

b) Tributos e Impostos;

c) Comércio Local;

d) Empregos diretos e indiretos;

Ao longo de toda a operação do projeto (emissário) torna-se necessária a contratação de profissionais especializados para a manutenção da ETE, incluindo os emissários terrestre e submarino, junto com este atrela-se o monitoramento das águas oceânicas e ecossistemas marinhos, contribuindo para o Município, e na sua área adjacente, com a geração de empregos diretos e indiretos, o que passa a acarretar o aumento da circulação de moedas e o comércio local, gerando, por fim, tributos e arrecadando impostos pela prestação dos serviços;



e) Geração de Banco de Dados: Acompanhamento/Monitoramento do meio biótico, químico, oceanográfico e sócio-econômico de forma pontual na Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AI) do empreendimento;

f) Balneabilidade: a "pluma de esgoto" foi dimensionada (Projeto de Modelagem Oceânica) para que não ultrapasse a zona de balneabilidade estipulada no projeto (300 mts);

g) Qualidade de Vida / Saúde pública: O tratamento dos efluentes domésticos terá um impacto direto sobre a qualidade de vida da população local, sobretudo ao que concerne a sua saúde, visto que a ausência do tratamento dos efluentes e o contato direto com água contaminada é hoje responsável, segundo dados da Organização Mundial de Saúde, por quase 80% das internações hospitalares nos grandes centros urbanos;

h) Impactos sobre a paisagem: a ampliação da rede coletora de esgotos, associada ao tratamento dos efluentes e correta destinação final destes pós-tratamento, transformará de vez a paisagem de várias comunidades carentes atendidas diretamente pelo projeto, pois acabará com a figura da água servida correndo a céu aberto, fotografia marcante atualmente na grande maioria das ruas e avenidas de Natal e Parnamirim. A presença de crianças, idosos e adultos convivendo com esgotos e, conseqüentemente, cobertas de edemas na derme provocadas por dermatites e picadas de insetos deveram tornar-se algo do passado, mudando drasticamente a paisagem urbana local;

i) Reutilização de efluentes tratados (alternativa 10 e 12): ambas alternativas lançam luz sobre a temática do reuso de efluente de esgotos tratados, sobre tudo na agricultura irrigada ou mesmo como segunda água em casas, edifícios e nas atividades comercial e industrial (uso em potes sanitários e irrigação de jardins). No entanto, a ausência de uma política estadual e municipal de reuso impossibilita, pelo menos a curto e médio prazo, a ocorrência de tal impacto positivo.

II – Natureza Negativa

a) Aumento da Turbidez: Impacto pertinente por decorrência da composição do esgoto que apresenta sólidos em suspensão e sólidos não sedimentáveis, mesmo



que em reduzidas quantidades;

b) Alteração físico química das águas na zona de mistura: Este impacto está presente por decorrência da variação da temperatura, salinidade, turbidez, pH e substâncias dissolvidas no esgoto, quando comparado as do corpo receptor (águas marinhas);

c) Alteração físico química das águas do aquífero barreiras (alternativa 10 - Injeção): a injeção de efluentes, mesmo que tratados em nível terciário, não dão garantias de que não haverá contaminação do aquífero por sais nitrogenados, sobretudo pelo NO_3 e o NO_2 . A ausência de estudos mais detalhados e as incertezas acerca dos impactos desta alternativa ou do uso do aquífero arenito calcífero, colocam em dúvida inclusive uma possível contaminação do Rio Pitimbu pelos fluxos subterrâneos, além do fechamento de poços de abastecimento público de águas das comunidades de Alagamar e Vila de Ponta Negra;

d) Alteração na granulometria dos sedimentos: Impacto pertinente por decorrência da precipitação de sólidos e substâncias sedimentáveis, bem como do aumento de biodetritos ocasionados pela eutrofização do meio marinho induzida pela carga de nutrientes e matéria orgânica despejada no oceano;

e) Alteração na Dinâmica Sedimentar: Impacto pertinente por decorrência da variação da temperatura, salinidade e turbidez na coluna d'água, o que pode acarretar na alteração da densidade da zona de mistura ativa e passiva;

f) Eutrofização do Meio Aquático: Impacto decorrente do enriquecimento das águas oceânicas por decorrência do aporte de nutrientes, criando condições para o grande florescimento de microlagas (*bloom* fitoplanctônico) e conseqüentemente, aumento da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Com o crescente aumento da DBO, ocorre o aumento da mortandade biótica;

g) Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton: Impacto decorrente do enriquecimento das águas oceânicas por decorrência do aporte de nutrientes (processo denominado de eutrofização), criando condições para o grande florescimento de microlagas (*bloom* fitoplactônico) e conseqüente aumento de zooplânctons. A alteração do plâncton pode induzir nas regiões costeiras as denominadas "marés vermelhas", ocasionadas por decorrência de condições especiais, como: presença de chuvas, temperatura elevada da água do mar e



descarga de esgotos residuais;

h) Alteração quantitativa e qualitativa no bentos: Por decorrência da precipitação dos sólidos e substâncias sedimentáveis, bem como do aumento de biodetritos ocasionados pela eutrofização do meio marinho induzida pela carga de nutrientes e matéria orgânica despejada no oceano pode ocorrer a formação de fundos carentes de oxigênio (anóxicos) e ricos em sulfeto, o que passa a comprometer diretamente o bentos;

i) Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc.): Por decorrência da alteração do plâncton e bentos, toda a sucessão da cadeia alimentar passa a ficar comprometida, incluindo nesta fase, o necton;

j) Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema - Impacto pertinente por decorrência da alteração do meio biótico (plâncton, bentos, necton) e físico-químico (temperatura, salinidade, turbidez, pH e hidrodinâmica);

k) Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade;

l) Interferência da Atividade Turística: Os conflitos com os usuários do mar (pescadores, desportistas náuticos e banhistas), comunidade e atividade turística podem vir a ocorrer por decorrência de acidentes ocasionados pelo rompimento do emissário por fatores diversos como: âncoras de embarcações, incrustações biológicas, vazamento em juntas, erosão, tensão e tráfego marinho;

m) Qualidade de Vida / Saúde pública: as ocorrências de acidentes como o rompimento do emissário pelos motivos destacados no ponto anterior afetaram de forma direta e imediata a qualidade de vida da população local, e usuários da praia, visto que coloca em risco a salubridade da população ao entrar em contato com a água do mar contaminada por estes efluentes, ricos nas substâncias descritas no tópico 16;

n) Balneabilidade - Destacaram-se como praias com as piores condições ambientais, mostrando-se *IMPRÓPRIAS (pelo menos uma semana): Município de Nísia floresta – Rio Pium/Pte Nov (PA 01), Município de Parnamirim – Balneário do Rio Pium (PA 05), Ponta Negra/Morro do Careca (NA 01), Ponta Negra/Acesso principal (NA 02), Ponta Negra/Free Willy (NA 03), Via Costeira/Mãe Luíza (NA 07), Areia Preta/Praça da Jangada (NA 09), Ponta Negra/Praia do Forte (NA 012),*



Redinha/Rio Potengi NA (013) + Ponto Extra 01 (PE-01) – saída de galeria pluvial, localizada ao lado do “Hotel Atlântico Norte”, praia de Redinha Nova, Ponto Extra 02 (PE-02) – saída de galeria pluvial, localizada em frente ao antigo “Hotel Reis Magos”, praia dos Artistas; e, Ponto Extra 03 (PE-03) – saída dupla de galerias pluviais, localizada em frente ao “Bar Roxy”, na praia dos artistas. Este últimos PEs apresentaram índices bastante elevados de coliformes fecais (todos com um valor de N.M.P. $\geq 1.600.000/100$ mL), caracterizando a ocorrência de lançamento clandestino de esgoto doméstico no local;

o) Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico;

p) Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato;

Impacto pertinente por decorrência da composição do esgoto apresenta diversos micro-organismos patogênicos (como por exemplo: *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Bacillus anthracis*, *Brucella*, poliovírus, *Mycobacterium tuberculosis*, *Leptospira icterohaemorrhagiae*, *Entamoeba histolytica*, vírus da hepatite *Avírus Norwalk*, rotavírus, *Giardia lamblia*, vermes como *Taenia sp*, *Ascaris*, coliformes como *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, *estreptococos fecais*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, bacteriófagos, enterovírus e esteróides fecais), detergentes, fosfatos, nitratos, sulfatos, uréia, amônia, amoníaco, gorduras, entre outras substâncias que podem ser potencialmente perigosas a saúde da biota (como por exemplo: cianetos, arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel, selênio, pesticidas, entre outros);

q) Bioacumulação em organismos aquáticos - Impacto pertinente por decorrência da presença de alguns componentes acumulativos nos seres vivos ao longo da cadeia alimentar;

r) Circulação de moeda;

s) Tributos e Impostos;

t) Comércio Local;

u) Empregos diretos e indiretos: Interferência na Atividade turística e toda sua cadeia produtiva de atividades diretas e indiretas.

7.2.2. Resultados das Avaliações dos Impactos Ambientais

De acordo com os critérios descritos anteriormente foram estabelecidos valores para avaliar a significância e magnitude dos impactos ambientais. Esses valores foram definidos de acordo com o efeito dos impactos sob o meio ambiente, de forma a identificar os impactos mais significativos e sobre estes, estabelecer medidas mitigadoras, programas de monitoramento e controle ambiental.

Desta forma, obteve-se os seguintes resultados para cada fase do empreendimento quanto a natureza dos impactos.

FIGURA 02. Fase de Planejamento.

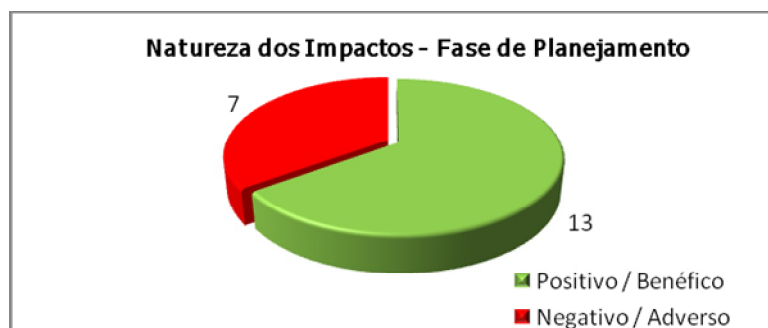


FIGURA 03. Fase de Implantação.

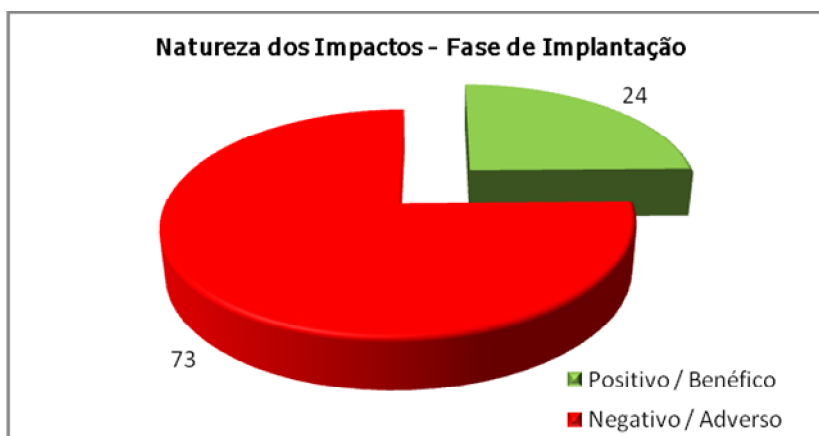
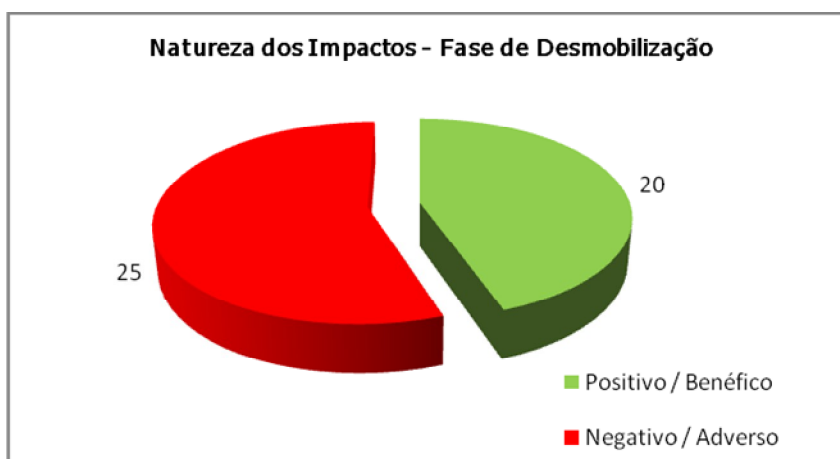


FIGURA 04. Fase de Desmobilização.



Os impactos de natureza positiva para as fases de planejamento, implantação e desmobilização, obtiveram-se os seguintes resultados sobre cada meio ambiental.

TABELA 01. Quantificação dos Impactos Positivos por fase.

Quantificação dos Impactos Positivos por Fase	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Planejamento	0	1	6
Implantação	0	0	4
Desmobilização	3	2	7

FIGURA 05. Quantificação dos Impactos Positivos por meio da Fase de Planejamento.

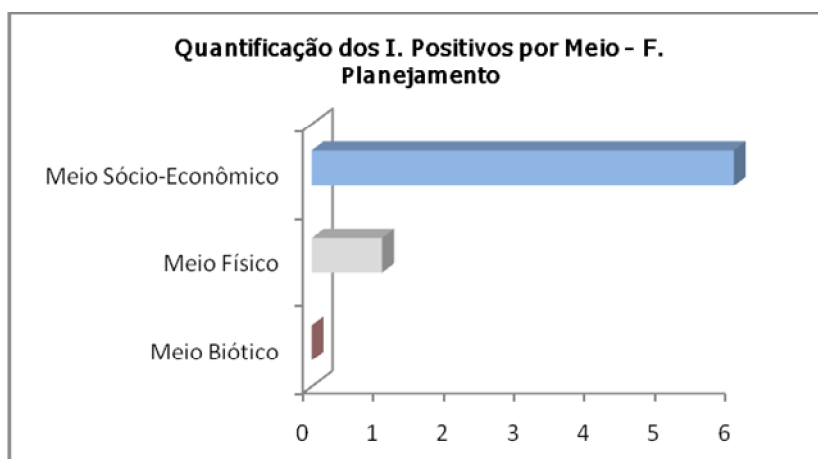


FIGURA 06. Quantificação dos Impactos Positivos por meio da Fase de Implantação.

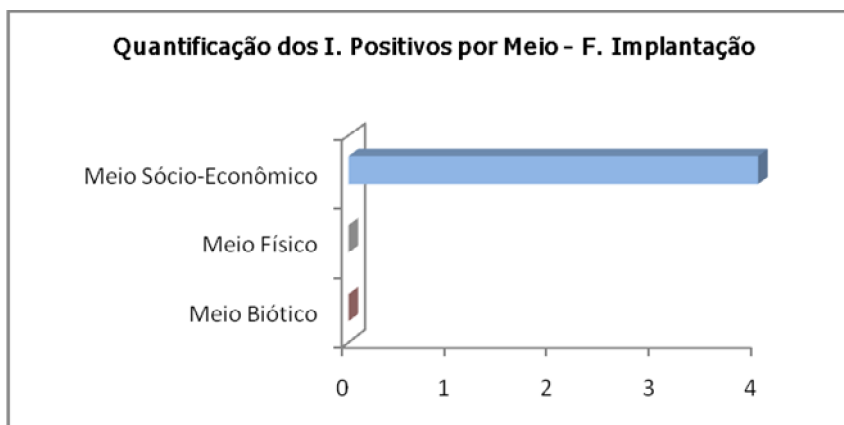
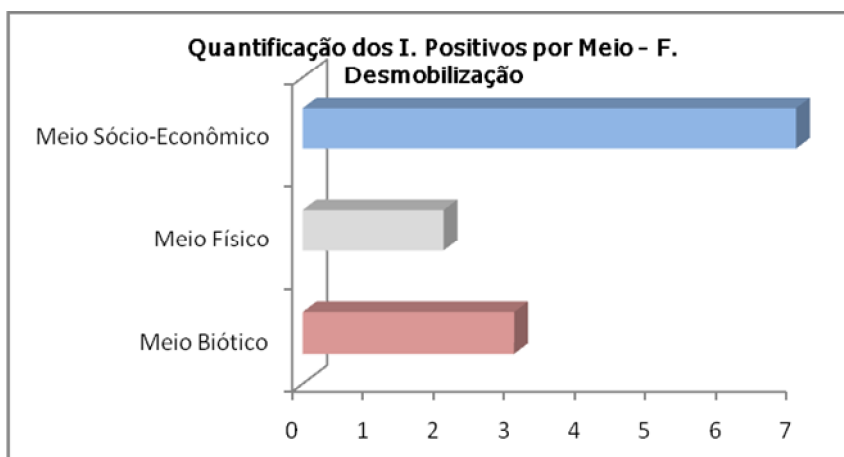


FIGURA 07. Quantificação dos Impactos Positivos por meio da Fase de Desmobilização.



No que se refere aos impactos de natureza negativa para as fases de planejamento, implantação e desmobilização, obteve-se os seguintes resultados sobre cada meio ambiental.

TABELA 02. Quantificação dos Impactos Negativos por fase.

Quantificação dos Impactos Negativos por Fase	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Planejamento	1	1	0
Implantação	6	8	4
Desmobilização	5	5	5

FIGURA 08. Quantificação dos Impactos Negativos por meio da Fase de Planejamento.

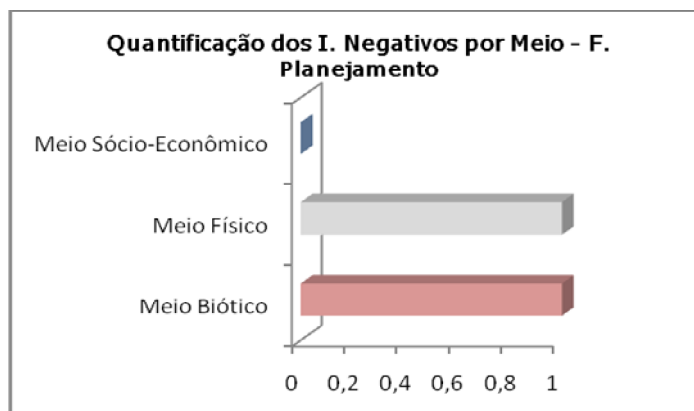


FIGURA 09. Quantificação dos Impactos Negativos por meio da Fase de Implantação.

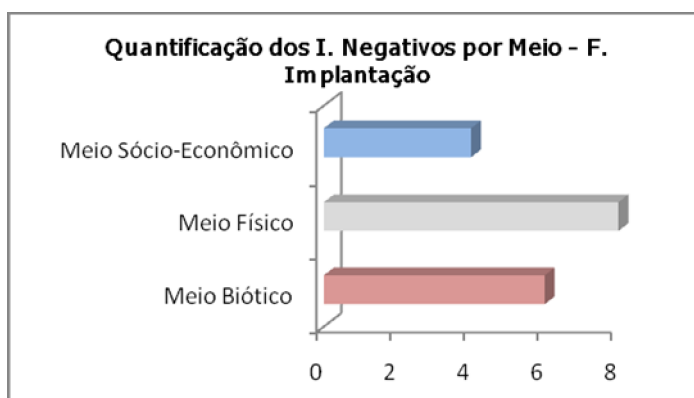


FIGURA 10. Quantificação dos Impactos Negativos por meio da Fase de Desmobilização.

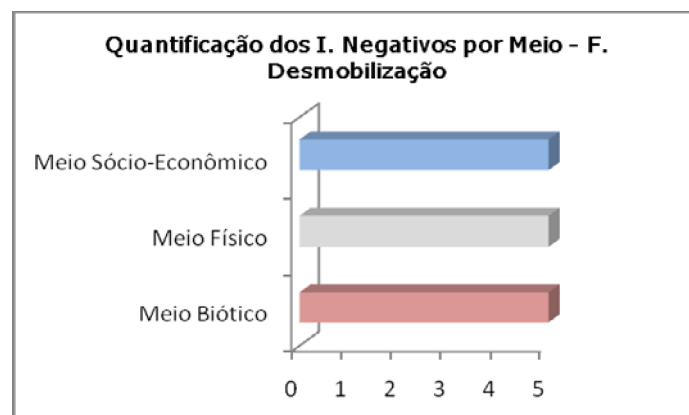


FIGURA 11. Fase de Operação.

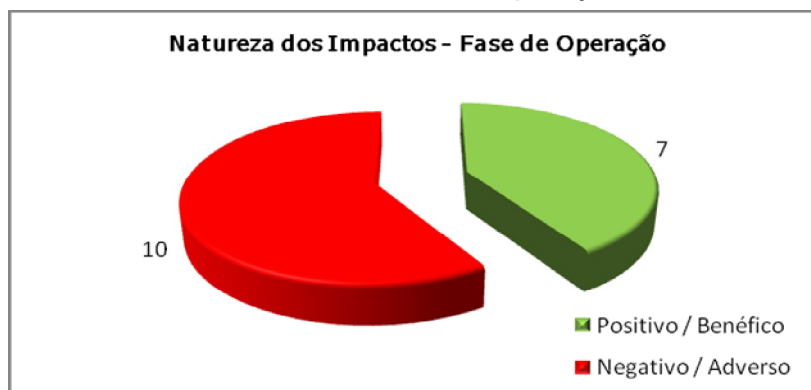
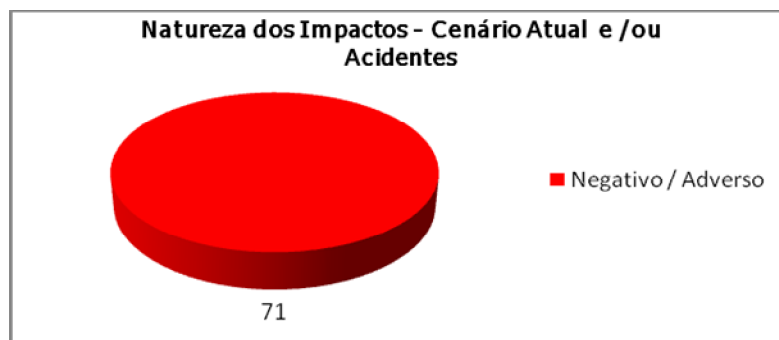


FIGURA 12. Cenário Atual e/ou Acidentes como ROMPIMENTO DO DUTO e/ou INEFICIÊNCIA da ETE.



Quanto a significância e magnitude, foram obtidos os seguintes resultados para as Alternativas 4 e 6, nas fases de planejamento, implantação e desmobilização:

TABELA 03. Fase de Planejamento.

Fase de Planejamento - I. Positivos	
Significância	Quantificação
Desprezível	4
Moderado	3
Significativo	0
Magnitude	Quantificação
Baixa	6
Média	0
Alta	1

FIGURA 13. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Planejamento.

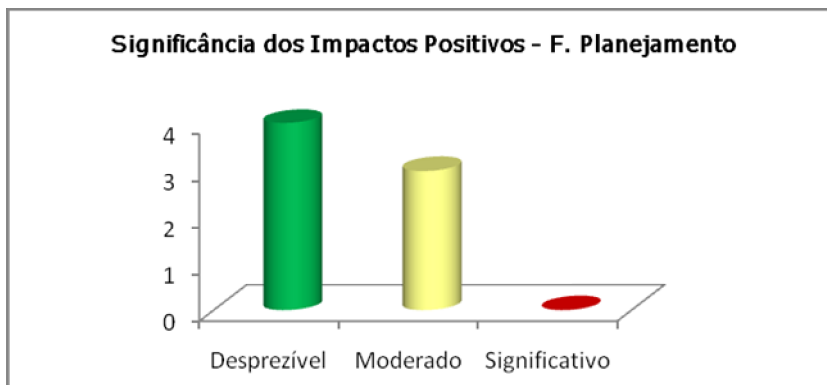


FIGURA 14. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Planejamento.

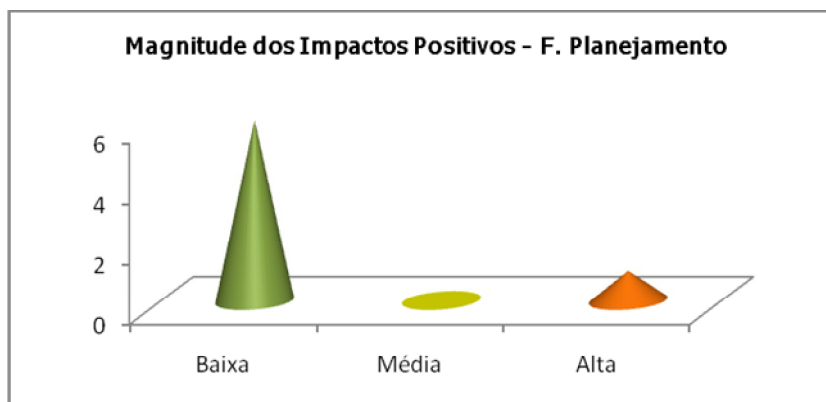


TABELA 04. Fase de Planejamento – Impactos Negativos.

Significância	Quantificação
Desprezível	0
Moderado	2
Significativo	0
Magnitude	Quantificação
Baixa	0
Média	0
Alta	2

FIGURA 15. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Planejamento.

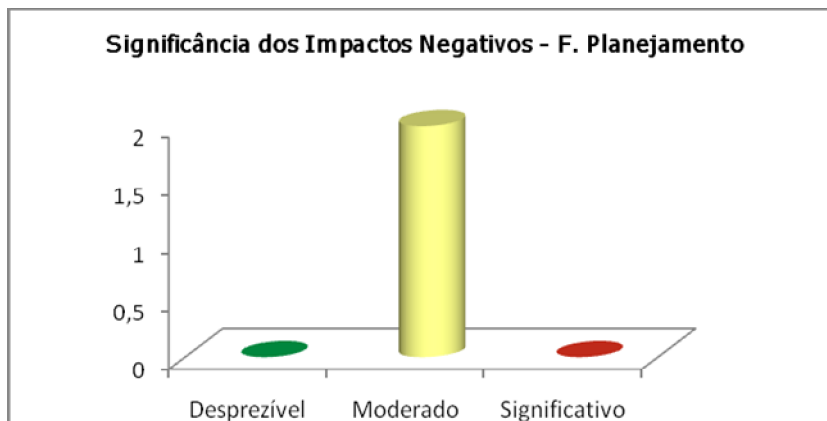


FIGURA 16. Magnitude dos Impactos da Fase de Planejamento.

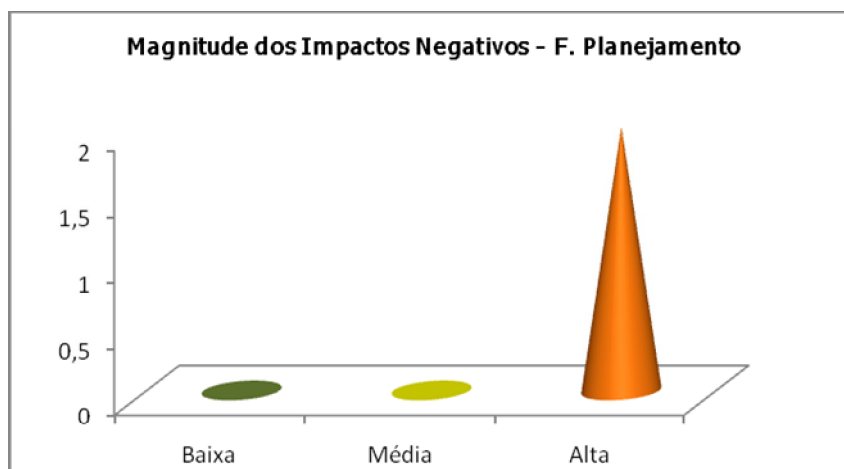


TABELA 05. Fase de Implantação dos Impactos Positivos.

Significância	Quantificação
Desprezível	2
Moderado	2
Significativo	0
Magnitude	Quantificação
Baixa	4
Média	0
Alta	0

FIGURA 17. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Implantação.

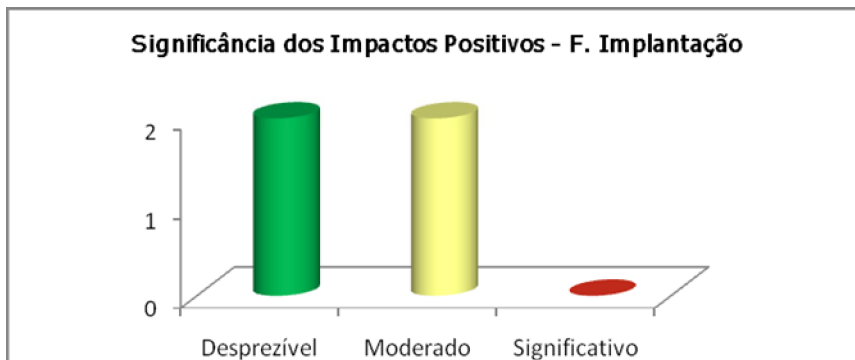


FIGURA 18. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Implantação.

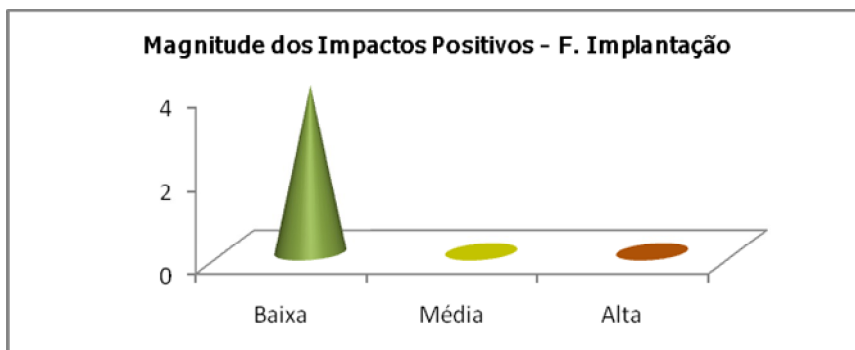


TABELA 06. Fase de Implantação dos Impactos Negativos.

Significância	Quantificação
Desprezível	14
Moderado	4
Significativo	0
Magnitude	Quantificação
Baixa	14
Média	2
Alta	2

FIGURA 19. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Implantação.

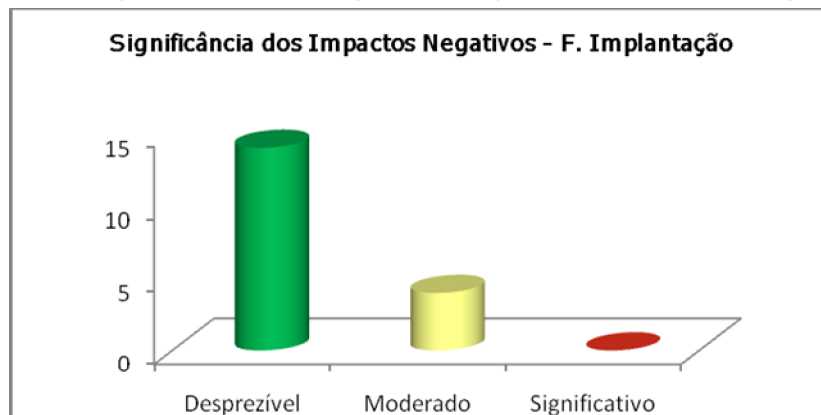


FIGURA 20. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Implantação.

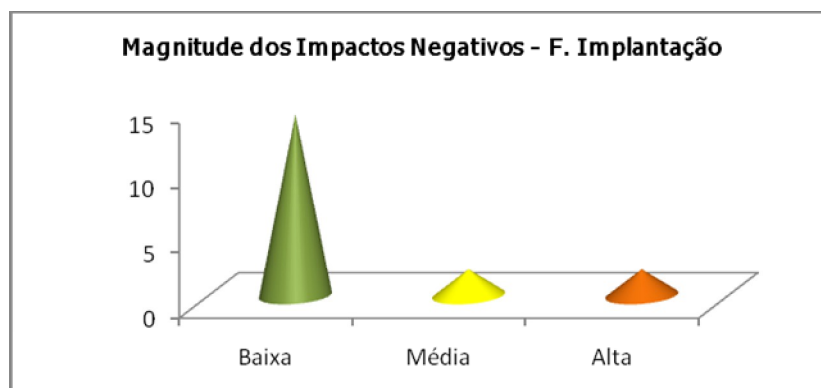


TABELA 07. Fase de Desmobilização dos Impactos Positivos.

Significância	Quantificação
Desprezível	8
Moderado	3
Significativo	1
Magnitude	Quantificação
Baixa	6
Média	2
Alta	4

FIGURA 21. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Desmobilização.

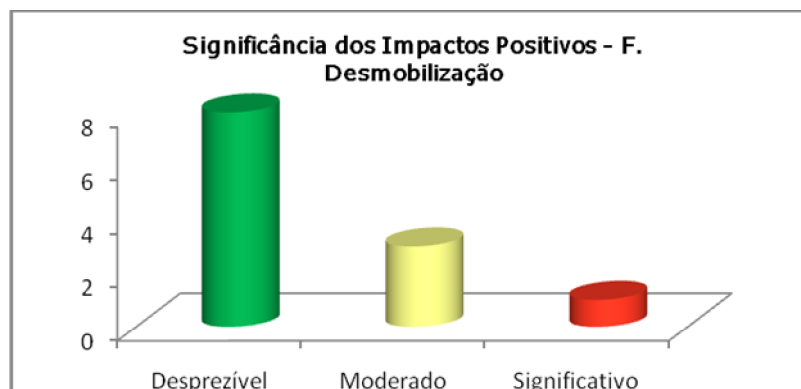


FIGURA 22. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Desmobilização.

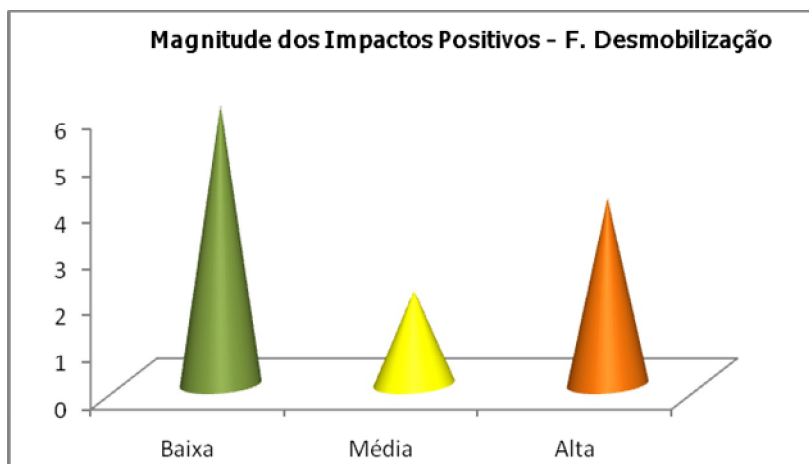


TABELA 08. Fase de Desmobilização dos Impactos Negativos.

Significância	Quantificação
Desprezível	15
Moderado	0
Significativo	0
Magnitude	Quantificação
Baixa	15
Média	0
Alta	0

FIGURA 23. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Desmobilização.

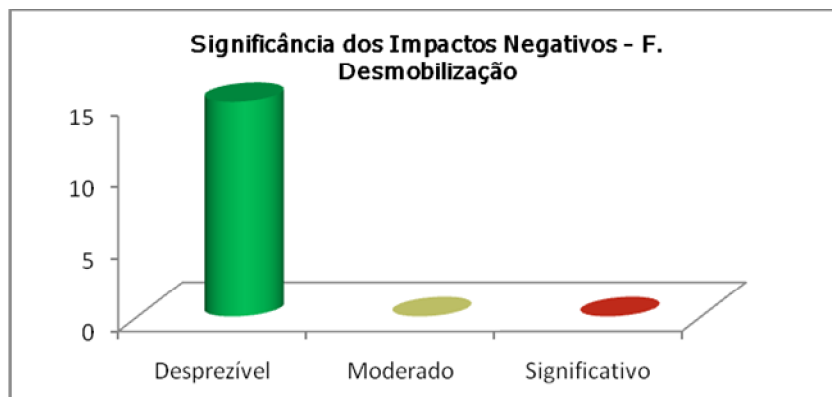
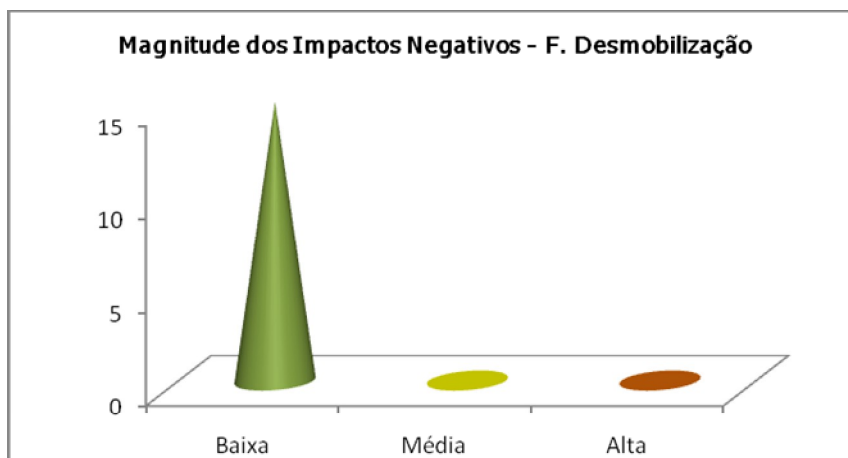


FIGURA 24. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Desmobilização.



Ainda pertinente a significância e magnitude, entretanto para a fase de operação, foram obtidos os seguintes resultados para a **alternativa 4**.



QUADRO 09. Alternativa 04.

PROPOSTA	AMBIENTES MARINHO E TRANSICIONAL	DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTAIS							
			NATUREZA	EXTENSÃO	ESCALA TEMPORAL	DURAÇÃO	REVERSIBILIDADE	SIGNIFICÂNCIA	SIGNIFICÂNCIA TABELA	MAGNITUDE
Alternativas 04– EPC + UASB + Lagoas de polimento + Filtros Rudimentares De Pedras + de emissário submarino de 2.732m	FASE DE OPERAÇÃO									
	MF	Aumento da Turbidez	NEGATIVO	1	1	5	5	12	3	15
		Alteração físico química das águas na zona de mistura	NEGATIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Alteração na granulometria dos sedimentos	NEGATIVO	1	1	5	5	12	3	15
	MB	Alteração quantitativa e qualitativa no plâcn-ton	NEGATIVO	1	1	3	5	10	3	9
		Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	NEGATIVO	1	1	3	5	10	3	9
		Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)	NEGATIVO	1	1	3	5	10	3	9
		Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	NEGATIVO	1	1	3	5	10	3	9
		Eutrofização do Meio Aquático	NEGATIVO	1	1	3	5	10	3	9



	MS-E	Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade	NEGATIVO	1	3	5	1	10	3	15
		Balneabilidade	POSITIVO	3	3	5	5	16	5	25
		Circulação de moeda	POSITIVO	3	3	5	5	16	5	25
		Geração de tributos e Arrecadação de impostos	POSITIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Comércio Local	POSITIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Geração de empregos diretos e indiretos	POSITIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Interferência da Atividade Turística	POSITIVO	3	3	5	5	16	5	25
		Qualidade de Vida / Saúde Pública	POSITIVO	3	3	5	5	16	5	25
		Geração de Banco de Dados	POSITIVO	1	3	5	5	14	3	15

TABELA 09. Fase de Operação dos Impactos Positivos.

Significância	Quantificação
Desprezível	0
Moderado	4
Significativo	4
Magnitude	Quantificação
Baixa	0
Média	0
Alta	8

FIGURA 25. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Operação.



FIGURA 26. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Operação.

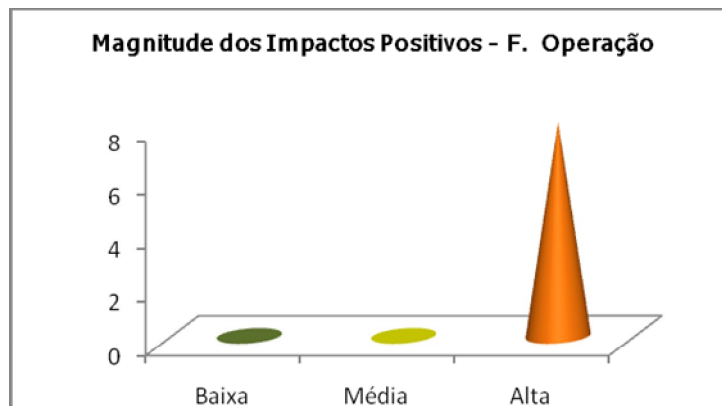


TABELA 10. Fase de Operação dos Impactos Negativos.

Significância	Quantificação
Desprezível	0
Moderado	9
Significativo	0
Magnitude	Quantificação
Baixa	0
Média	5
Alta	4

FIGURA 27. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Operação.

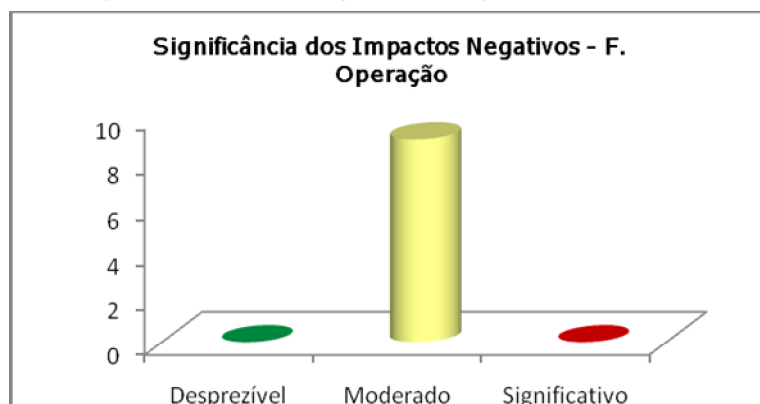
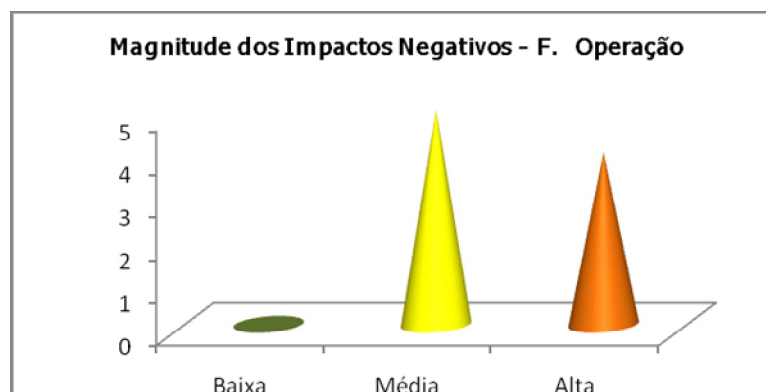


FIGURA 28. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Operação.

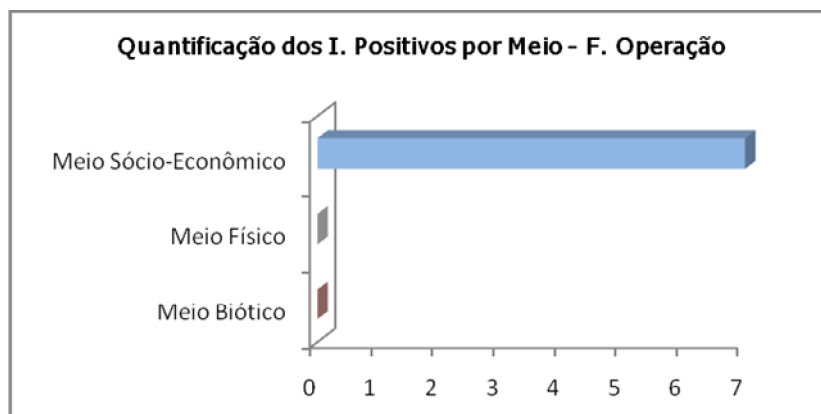


Referente aos impactos de natureza positiva pertinente a **alternativa 4** para a fase de operação, obteve-se os seguintes resultados sobre cada meio ambiental:

QUADRO 10. Fase de Operações dos Impactos de natureza Positiva.

	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Quantificação dos Impactos Positivos - F. Operação	0	0	7

FIGURA 29. Quantificação dos Impactos Positivos por Meio da Fase de Operação.

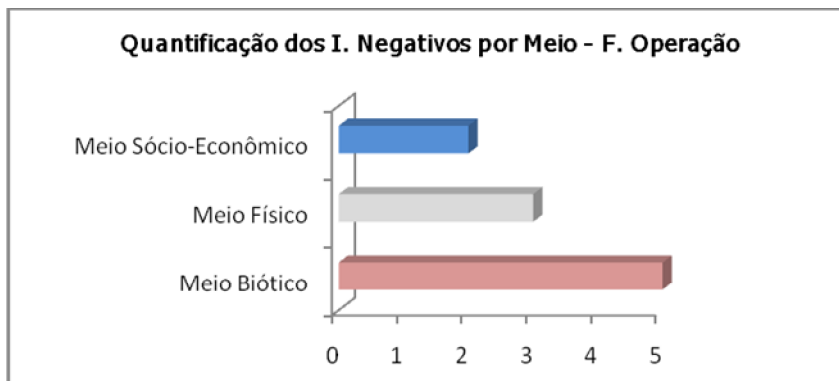


No que tange aos impactos de natureza negativa pertinente a **alternativa 4** para a fase de operação, obteve-se os seguintes resultados sobre cada meio ambiental:

QUADRO 11. Fase de Operações dos Impactos de natureza Negativa.

	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Quantificação dos Impactos Negativos - F. Operação	5	3	2

FIGURA 30. Quantificação dos Impactos Negativos por meio da Fase de Operação.



Ainda pertinente a significância e magnitude da **alternativa 4** na fase de operação, foram obtidos os seguintes resultados somente pertinente a cenários acidentais, os quais podem estar relacionados a ineficiência da ETE, onde o efluente alcançará o corpo receptor marinho apenas com o tratamento preliminar (EPC), ineficiência da ETE somado ao rompimento do emissário por fatores diversos como: âncoras de embarcações, incrustações biológicas, vazamento em juntas, erosão, tensão e tráfego marinho; ou ainda, o rompimento do emissário, mas sem alterar a ineficiência da ETE.



QUADRO 12. Resultados somente pertinentes a cenários acidentais.

FASE DE OPERAÇÃO - SOMENTE EM CASO DE ACIDENTES		IMPACTOS AMBIENTAIS							
		NATUREZA	EXTENSÃO	ESCALA TEMPORAL	DURAÇÃO	REVERSIBILIDADE	SIGNIFICÂNCIA	SIGNIFICÂNCIA TABELA	MAGNITUDE
MF	Aumento da Turbidez	NEGATIVO	3	3	1	1	8	1	1
	Alteração físico química das águas na zona de mistura	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico	NEGATIVO	3	5	1	1	10	3	3
	Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato	NEGATIVO	3	5	1	1	10	3	3
	Alteração na granulometria dos sedimentos	NEGATIVO	1	1	1	1	4	1	1
MB	Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)	NEGATIVO	1	1	1	1	4	1	1
	Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	NEGATIVO	1	1	3	5	10	3	9



MS-E	Contaminação de organismos (peixes, crustáceos, moluscos,...)	NEGATIVO	3	1	5	5	14	3	15
	Eutrofização do Meio Aquático	NEGATIVO	1	1	1	1	4	1	1
	Bioacumulação em organismos aquáticos	NEGATIVO	3	1	5	5	14	3	15
	Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade	NEGATIVO	1	5	1	1	8	1	1
	Interferência da Atividade Turística	NEGATIVO	1	5	1	1	8	3	3
	Balneabilidade	NEGATIVO	3	5	1	1	10	3	3
	Circulação de moeda	NEGATIVO	3	3	1	1	8	1	1
	Geração de tributos e Arrecadação de impostos	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Comércio Local	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Geração de empregos diretos e indiretos	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Qualidade de Vida / Saúde Pública	NEGATIVO	1	5	1	1	8	1	1
	Alteração da paisagem	NEGATIVO	3	5	1	1	10	3	3

TABELA 12. Fase de Operação (Acidentes) dos Impactos Negativos.

Significância	Quantificação
Desprezível	13
Moderado	8
Significativo	0
Magnitude	Quantificação
Baixa	18
Média	1
Alta	2

FIGURA 31. Significância dos Impactos Negativos da Fase de operação.

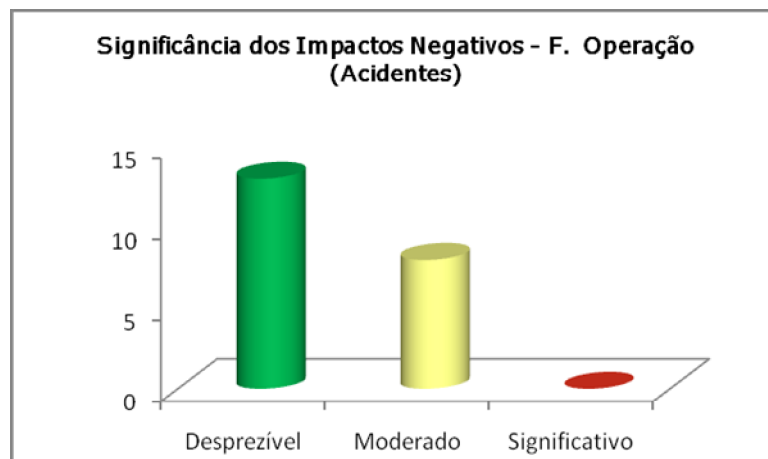
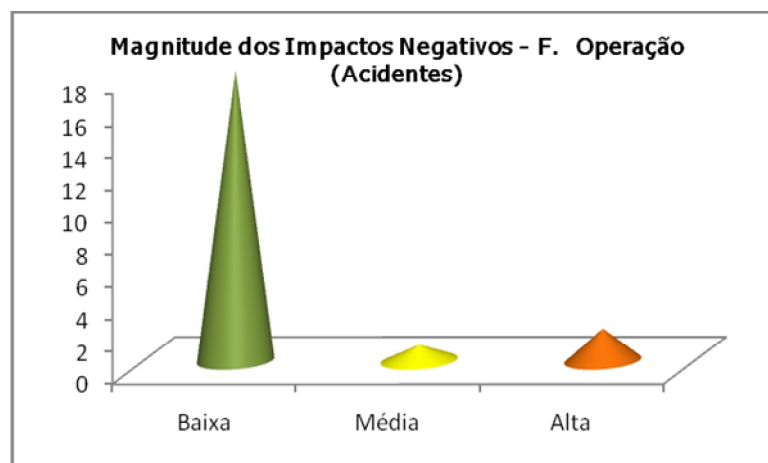
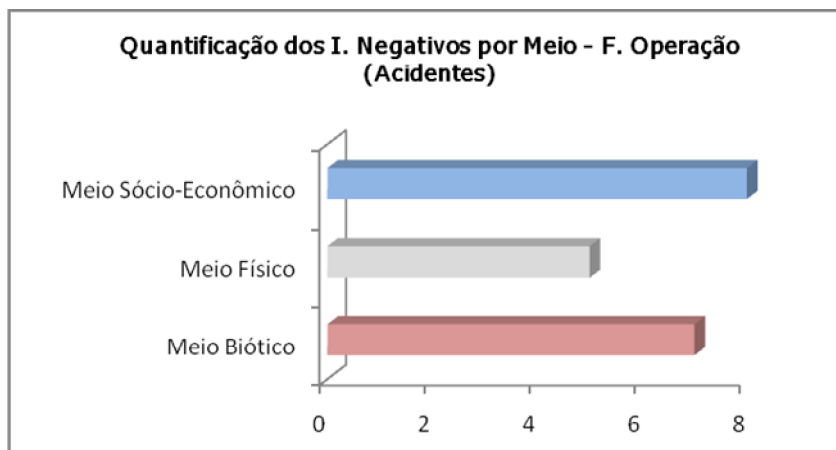


FIGURA 32. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Operação.



Quanto aos cenários acidentais, todos de natureza negativa, a **alternativa 4** para a fase de operação, apresentou os seguintes resultados sobre cada meio ambiental:

FIGURA 33. Quantificação dos Impactos Negativos por Meio da Fase de operação.



Pertinente a significância e magnitude ainda para a fase de operação, entretanto pertinente a **alternativa 6**, foram obtidos os seguintes resultados.



QUADRO 13. Alternativa 06.

PROPOSTA	AMBIENTES	DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTAIS							
	MARINHO E		NATUREZA DS IMPACTOS							
	TRANSICIONAL		NATUREZA	EXTENSÃO	ESCALA TEMPORAL	DURAÇÃO	REVERSIBILIDADE	SIGNIFICÂNCIA	SIGNIFICÂNCIA TABELA	MAGNITUDE
Alternativas 06 – EPC + UASB + FBP + emissário submarino de 2.732m	FASE DE OPERAÇÃO									
	MF	Aumento da Turbidez	NEGATIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Alteração físico química das águas na zona de mistura	NEGATIVO	1	5	5	5	16	5	25
		Alteração na granulometria dos sedimentos	NEGATIVO	1	3	5	5	14	3	15
	MB	Alteração quantitativa e qualitativa no plâcn-ton	NEGATIVO	1	5	5	5	16	5	25
		Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	NEGATIVO	1	5	5	5	16	5	25
		Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)	NEGATIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	NEGATIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Eutrofização do Meio Aquático	NEGATIVO	1	3	5	5	14	3	15
	MS-E	Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade	NEGATIVO	1	3	5	1	10	3	15
		Balneabilidade	POSITIVO	3	1	5	5	14	3	15
		Circulação de moeda	POSITIVO	3	3	5	5	16	5	25



		Geração de tributos e Arrecadação de impostos	POSITIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Comércio Local	POSITIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Geração de empregos diretos e indiretos	POSITIVO	1	3	5	5	14	3	15
		Qualidade de Vida / Saúde Pública	POSITIVO	3	3	5	5	16	5	25
		Interferência da Atividade Turística	POSITIVO	3	3	5	5	16	5	25
		Geração de Banco de Dados	POSITIVO	1	3	5	5	14	3	15

TABELA 13. Fase de Operação dos Impactos Positivos.

Significância	Quantificação
Desprezível	0
Moderado	5
Significativo	3
Magnitude	Quantificação
Baixa	0
Média	0
Alta	8

FIGURA 34. Significância dos Impactos Positivos da Fase de Operação.

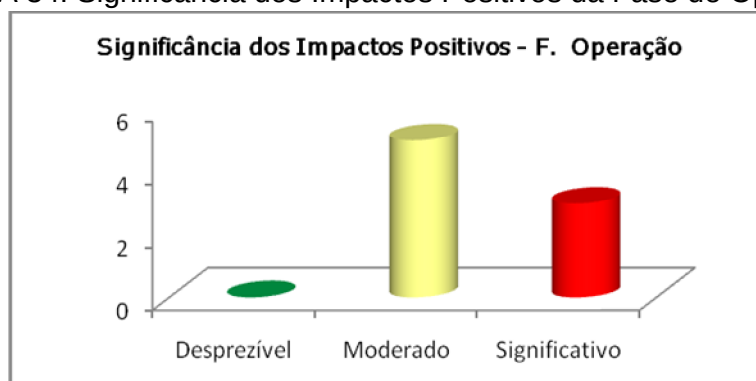


FIGURA 35. Magnitude dos Impactos Positivos da Fase de Operação.

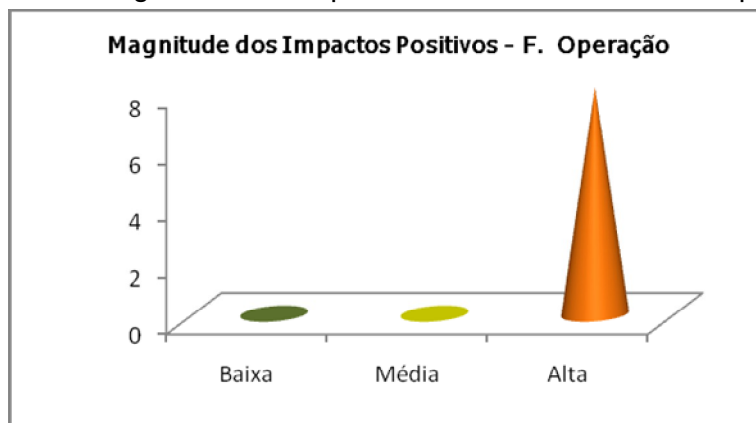


TABELA 14. Fase de Operação de Impactos Negativos.

Significância	Quantificação
Desprezível	0
Moderado	6
Significativo	3
Magnitude	Quantificação
Baixa	0
Média	0
Alta	9

FIGURA 36. Significância dos Impactos Negativos da Fase de Operação.

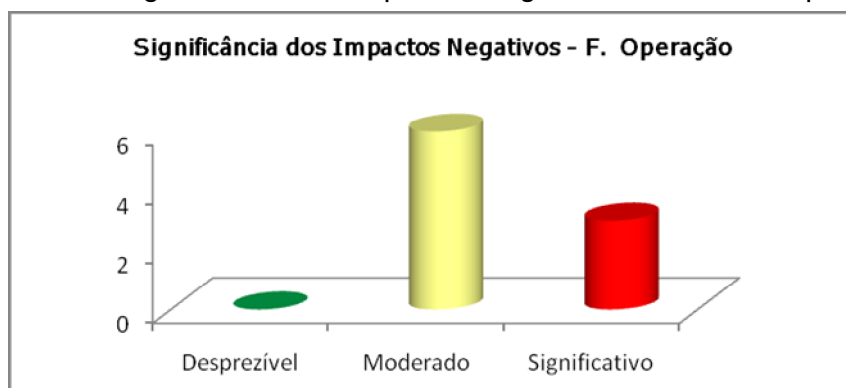
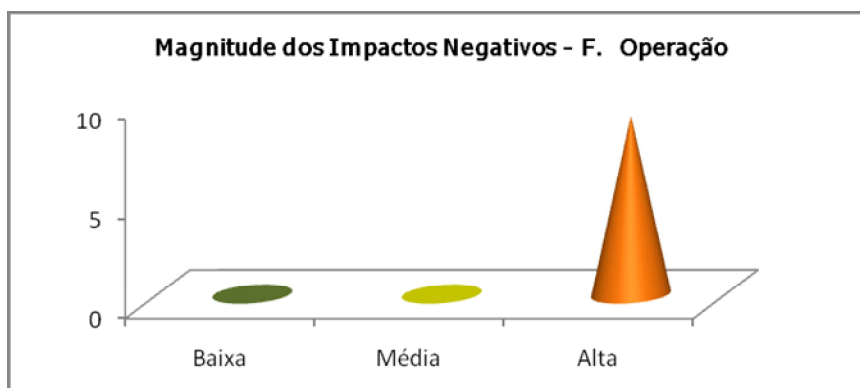


FIGURA 37. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Operação.

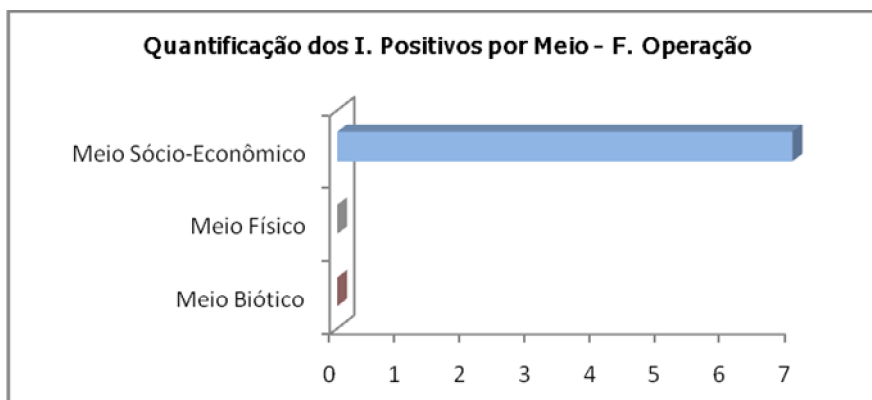


Observe-se que os impactos de natureza positiva pertinente a **alternativa 6** para a fase de operação, foram obtidos os seguintes resultados sobre cada meio:

QUADRO 14. Quantificação dos Impactos Positivos da Fase de Operação.

	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Quantificação dos Impactos Positivos - F. Operação	0	0	7

FIGURA 38. Quantificação dos Impactos Positivos por meio da Fase de Operação.

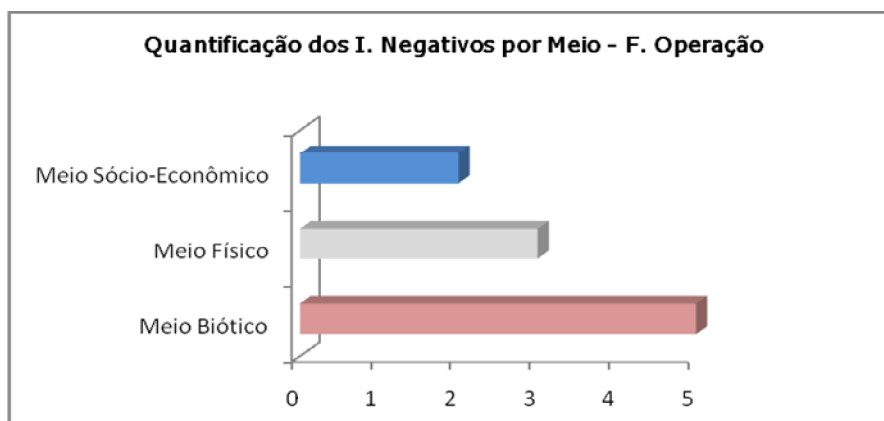


No que tange aos impactos de natureza negativa pertinente a **alternativa 6** para a fase de operação, obteve-se os seguintes resultados sobre cada meio:

QUADRO 15. Quantificação dos Impactos Negativos da Fase de Operação.

	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Quantificação dos Impactos Negativos - F. Operação	5	3	2

FIGURA 39. Quantificação dos Impactos Negativos por Meio da Fase de Operação.





Ainda pertinente a significância e magnitude da **alternativa 6** na fase de operação, foram obtidos os seguintes resultados somente pertinente a cenários acidentais, os quais podem estar relacionados a ineficiência da ETE, onde o efluente alcançará o corpo receptor marinho apenas com o tratamento preliminar (EPC), ineficiência da ETE somado ao rompimento do emissário por fatores diversos como: âncoras de embarcações, incrustações biológicas, vazamento em juntas, erosão, tensão e tráfego marinho; ou ainda, o rompimento do emissário, mas sem alterar a ineficiência da ETE:



QUADRO 16. Resultados somente pertinentes a cenários acidentais.

FASE DE OPERAÇÃO - SOMENTE EM CASO DE ACIDENTES		IMPACTOS AMBIENTAIS							
		NATUREZA	EXTENSÃO	ESCALA TEMPORAL	DURAÇÃO	REVERSIBILIDADE	SIGNIFICÂNCIA	SIGNIFICÂNCIA A TABELA	MAGNITUDE
Alternativas 06 – EPC + UASB + emissário submarino de 2.732m	MF	Aumento da Turbidez	NEGATIVO	3	3	1	1	8	1
		Alteração físico química das águas na zona de mistura	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1
		Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico	NEGATIVO	3	5	1	1	10	3
		Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato	NEGATIVO	3	5	1	1	10	3
		Alteração na granulometria dos sedimentos	NEGATIVO	1	1	1	1	4	1
	MB	Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1
		Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1
		Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)	NEGATIVO	1	1	1	1	4	1
		Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	NEGATIVO	1	1	3	5	10	3
									9



MS-E	Contaminação de organismos (peixes, crustáceos, moluscos,...)	NEGATIVO	3	1	5	5	14	3	15
	Eutrofização do Meio Aquático	NEGATIVO	1	1	1	1	4	1	1
	Bioacumulação em organismos aquáticos	NEGATIVO	3	1	5	5	14	3	15
	Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade	NEGATIVO	1	5	1	1	8	1	1
	Interferência da Atividade Turística	NEGATIVO	1	5	1	1	8	3	3
	Balneabilidade	NEGATIVO	3	5	1	1	10	3	3
	Circulação de moeda	NEGATIVO	3	3	1	1	8	1	1
	Geração de tributos e Arrecadação de impostos	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Comércio Local	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Geração de empregos diretos e indiretos	NEGATIVO	1	3	1	1	6	1	1
	Qualidade de Vida / Saúde Pública	NEGATIVO	1	5	1	1	8	1	1
	Alteração da paisagem	NEGATIVO	3	5	1	1	10	3	3

TABELA 15. Fase de Operação (Acidentes) de Impactos Negativos.

Significância	Quantificação
Desprezível	13
Moderado	8
Significativo	0
Magnitude	Quantificação
Baixa	18
Média	1
Alta	2

FIGURA 40. Significância dos Impactos Negativos da Fase de operação.

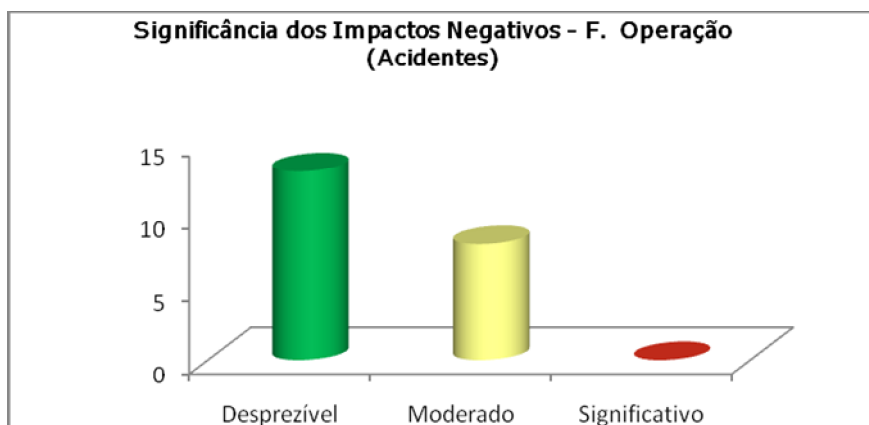
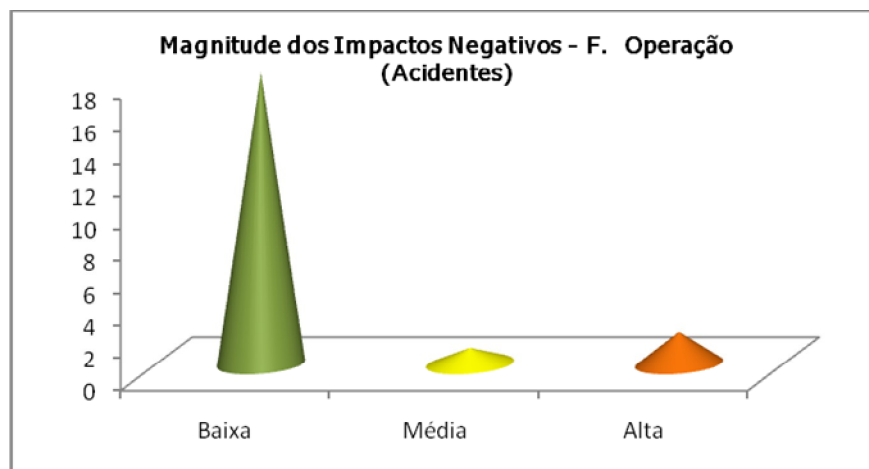


FIGURA 41. Magnitude dos Impactos Negativos da Fase de Operação.

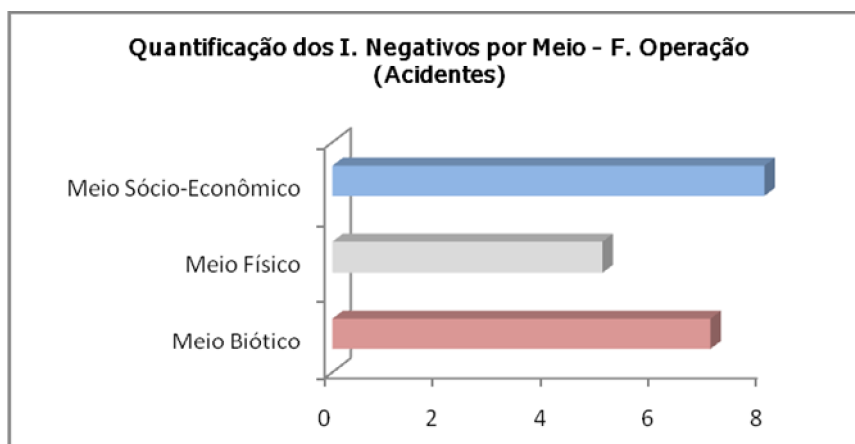


Atente-se aos cenários acidentais, todos de natureza negativa, a **alternativa 6** para a fase de operação, apresentou os seguintes resultados sobre cada meio:

QUADRO 17. Quantificação dos Impactos Negativos da Fase de Operação.

	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Quantificação dos Impactos Negativos - F. Operação	7	5	8

FIGURA 42. Quantificação dos Impactos Negativos por Meio da Fase de Operação.



Compreende-se ao **Cenário Atual**, que todos os impactos possuem natureza estritamente negativa, onde a significância e magnitude dos mesmos são expressas a seguir.



QUADRO 18. Natureza de Impactos Negativa.

PROPOSTA	AMBIENTES MARINHO E TRANSICIONAL	DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS	IMPACTOS AMBIENTAIS							
			NATUREZA DOS IMPACTOS							
			NATUREZA	EXTENSÃO	ESCALA TEMPORAL	DURAÇÃO	REVERSIBILIDADE	SIGNIFICÂNCIA	SIGNIFICÂNCIA TABELA	MAGNITUDE
Alternativas 00 – SEM Tratamento e SEM Emissário Submarino	MSE	Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade	NEGATIVO	1	3	5	1	10	3	15
		Balneabilidade	NEGATIVO	1	5	5	5	16	5	25
		Circulação de moeda	NEGATIVO	1	3	3	1	8	1	3
		Comércio Local	NEGATIVO	1	3	3	1	8	1	3
		Geração de Tributos e Arrecadação de impostos	NEGATIVO	1	3	3	1	8	1	3
		Geração de Empregos diretos e indiretos	NEGATIVO	1	3	3	1	8	1	3
		Alteração da Paisagem	NEGATIVO	1	5	3	1	10	3	9
		Qualidade de Vida / Saúde Pública	NEGATIVO	3	5	5	5	18	5	25
		Interferência da Atividade Turística	NEGATIVO	3	5	5	1	14	3	15
	MF	Aumento da Turbidez	NEGATIVO	1	3	3	5	12	3	15
		Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico	NEGATIVO	1	5	3	5	14	3	9
		Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato	NEGATIVO	1	5	3	5	14	3	9
	MB	Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton	NEGATIVO	3	5	5	5	18	5	25



		Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	NEGATIVO	3	5	5	5	18	5	25
		Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)	NEGATIVO	3	5	5	5	18	5	25
		Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	NEGATIVO	3	5	5	5	18	5	25
		Contaminação de organismos (peixes, crustáceos, moluscos,...)	NEGATIVO	3	5	5	5	18	5	25
		Eutrofização do Meio Aquático	NEGATIVO	3	5	5	5	18	5	25
		Bioacumulação em organismos aquáticos	NEGATIVO	3	5	5	5	18	5	25

TABELA 16. Cenário Atual.

Significância	Quantificação
Desprezível	4
Moderado	5
Significativo	10
Magnitude	Quantificação
Baixa	4
Média	3
Alta	12

FIGURA 43. Significância dos Impactos Negativos do Cenário Atual.

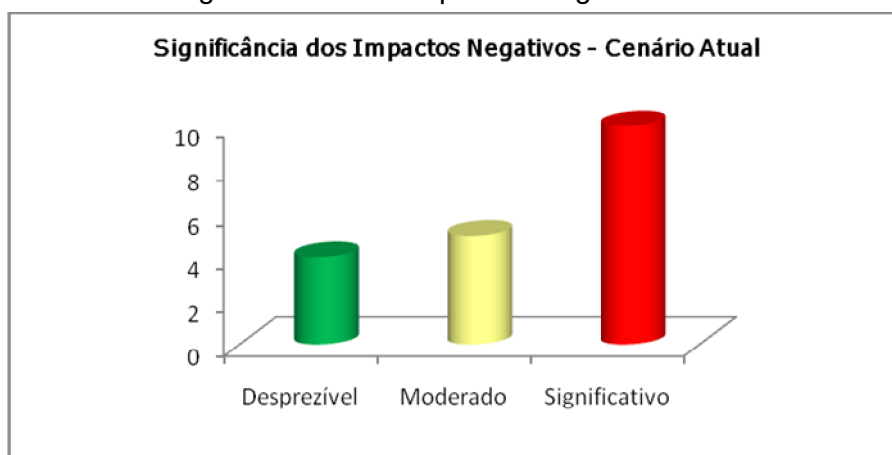
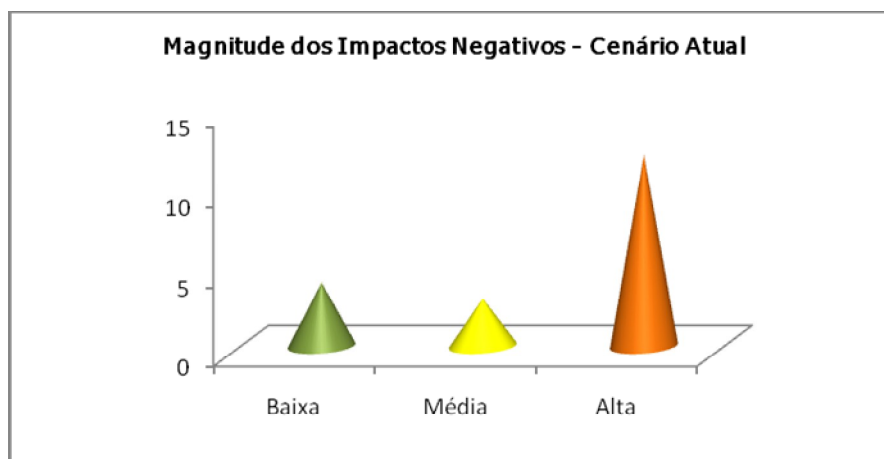


FIGURA 44. Magnitude dos Impactos Negativos do Cenário Atual.

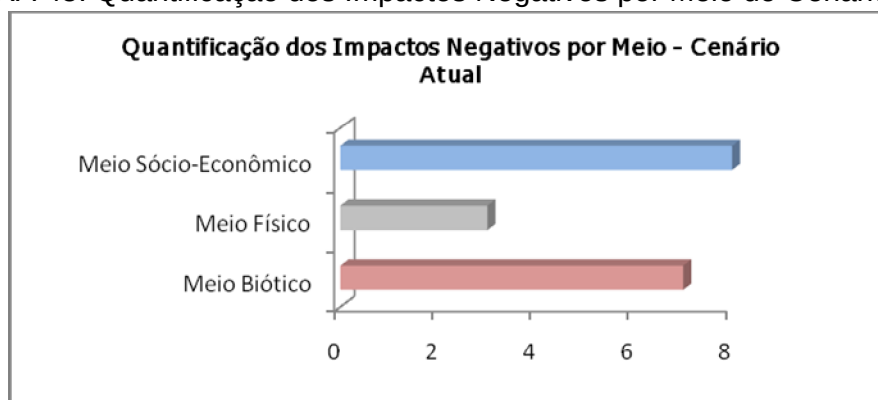


O **cenário atual** apresentou os seguintes resultados sobre cada meio:

QUADRO 19. Quantificação dos Impactos no Cenário Atual.

	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Quantificação dos Impactos no Cenário Atual	7	3	8

FIGURA 45. Quantificação dos Impactos Negativos por Meio do Cenário Atual.



Avaliando os impactos de natureza negativa/adversa e positiva/benéfica, de significância moderada e significativa e magnitude alta (elevada), o projeto pertinente as **alternativas 4 e 6** para os ecossistemas marinho e transicional apresentaram os seguintes resultados.



QUADRO 20. Avaliação dos impactos de natureza negativa/adversa e positiva/benéfica.

FASE DE PLANEJAMENTO		FASE DE IMPLANTAÇÃO	FASE DE DESMOBILIZAÇÃO	FASE DE OPERAÇÃO		FASE DE OPERAÇÃO (SOMENTE EM CASO DE ACIDENTES OU CENÁRIO ATUAL)
POSITIVOS / BENÉFICOS	NEGATIVOS / ADVERSOS	NEGATIVOS / ADVERSOS	POSITIVOS / BENÉFICOS	POSITIVOS / BENÉFICOS	NEGATIVOS / ADVERSOS	NEGATIVOS / ADVERSOS
Geração de Banco de Dados (Meio Físico)	Geração de Banco de Dados (Meio Biótico / Análise Quali-quantitativa)	Risco de Erosão	Geração de Banco de Dados	Circulação de moeda	Aumento da Turbidez	Aumento da Turbidez
	Geração de Banco de Dados (Meio Físico - Ambiente Transicional)	Alteração na Dinâmica Sedimentar	Alteração Morfológica	Geração de tributos e Arrecadação de impostos	Alteração físico química das águas na zona de mistura	Alteração físico química das águas na zona de mistura
	Geração de Banco de Dados (Meio Antrópico / Usuários da faixa do mar - AID)	Alteração Morfológica	Interferência na flora transicional (PRAD)	Crescimento do Comércio Local	Alteração na granulometria dos sedimentos	Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton
			Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade (Sinalização e Retirada do pier)	Geração de empregos diretos e indiretos		Alteração quantitativa e qualitativa no bentos
				Geração de Banco de Dados		Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)



				Balneabilidade		Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema
				Interferência da Atividade Turística		Contaminação de organismos (peixes, crustáceos, moluscos,...)
				Qualidade de Vida / Saúde Pública		Eutrofização do Meio Aquático
						Bioacumulação em organismos aquáticos
						Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade
						Balneabilidade
						Qualidade de Vida / Saúde Pública
						Interferência da Atividade Turística



7.2.3. Resultados das Avaliações dos Impactos Ambientais

De acordo com os critérios descritos anteriormente foram estabelecidos valores para avaliar a significância e magnitude dos impactos ambientais. Esses valores foram definidos de acordo com o efeito dos impactos sob o meio ambiente, de forma a identificar os impactos mais significativos e sobre estes, estabelecer medidas mitigadoras, programas de monitoramento e controle ambiental.

Desta forma, obtiveram-se os seguintes resultados para cada fase do empreendimento quanto à natureza dos impactos sobre o Meio Terrestre.

7.2.3.1. Fase de Planejamento

Todas as alternativas apresentadas nos estudos aqui analisados envolveram impactos no meio terrestre, que abarcaram desde impactos sobre o meio físico, passando pelo biótico e influenciando o meio antrópico.

Na fase de Planejamento, o presente estudo levantou cerca de 18 impactos, onde destes 6 foram positivos e 12 negativos. Ressalta-se que, para esta fase, praticamente todos os impactos negativos referem-se exclusivamente aos meios físico e biótico, e 66,6% destes apresentaram magnitude baixa.

Nesta fase, os impactos negativos mais significativos ficaram por conta da alteração físico-química dos solos areno-quartzosos e da produção de gases poluentes, ambos decorrente principalmente do uso de equipamentos necessários para a realização de sondagens e abertura de vias de acesso. O principal impacto positivo identificado ficou para a formação de um Banco de Dados dos atributos físicos, bióticos e antrópicos da área de intervenção do projeto.

QUADRO 21. Fase de Planejamento – Todas as Alternativas (Exceção 10).

POSITIVO				NEGATIVO			
Significância		Magnitude		Significância		Magnitude	
Desprezível	2	Baixa	5	Desprezível	5	Baixa	8
Moderado	4	Média	0	Moderado	5	Média	2
Significativo	0	Alta	1	Significativo	2	Alta	2

FIGURA 46. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Planejamento (Exceção 10).

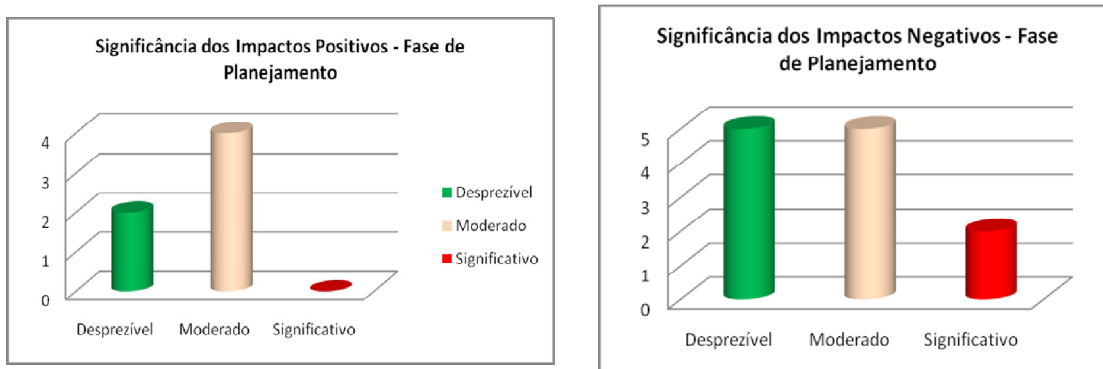
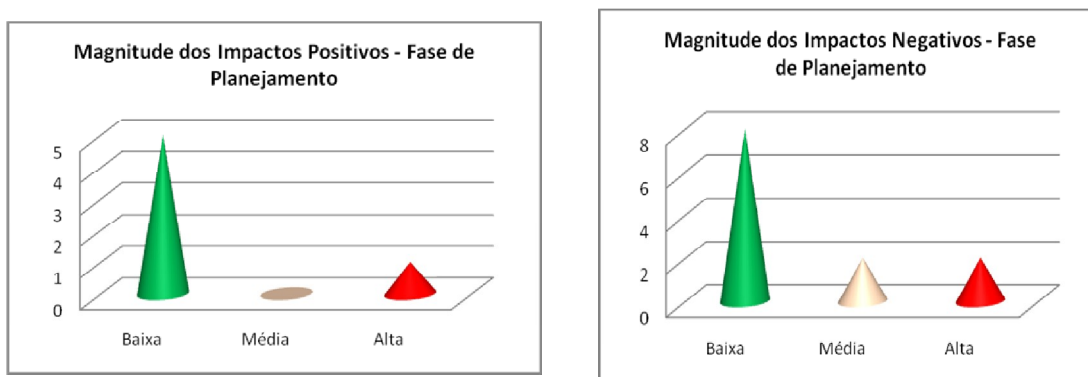


FIGURA 47. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Planejamento (Exceção 10).



Ainda na fase de Planejamento, agora quanto a análise dos impactos registrados para a Alternativa 10 que envolve a injeção dos efluentes tratados no aquífero barreiras, foram descritos 17 impactos, sendo 6 impactos positivos e 11 impactos negativos, destes, 54,4% apresentando uma significância desprezível e 90,9%

magnitude considerada baixa. Como impacto positivo de alta magnitude, merece destaque a formação de Banco de Dados.

QUADRO 22. Fase de Planejamento – Alternativa 10.

POSITIVO				NEGATIVO			
Significância		Magnitude		Significância		Magnitude	
Desprezível	2	Baixa	5	Desprezível	6	Baixa	10
Moderado	4	Média	0	Moderado	5	Média	1
Significativo	0	Alta	1	Significativo	0	Alta	0

FIGURA 48. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Planejamento (Alternativa 10).

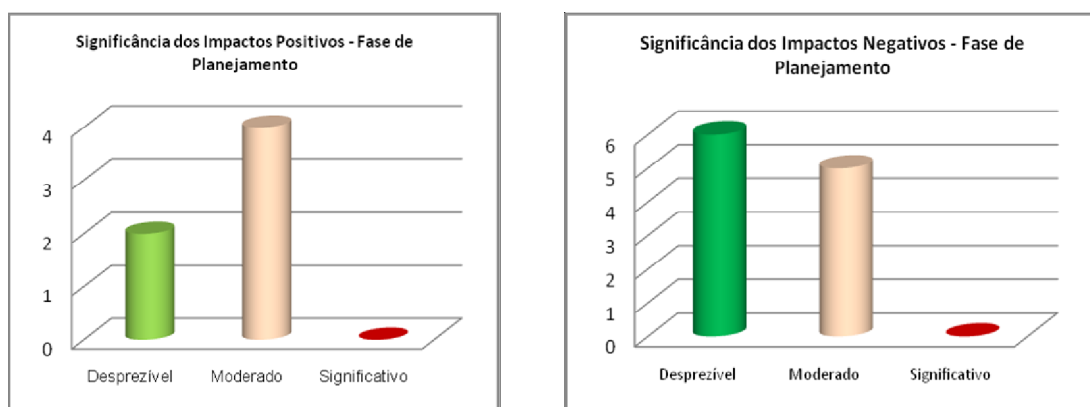
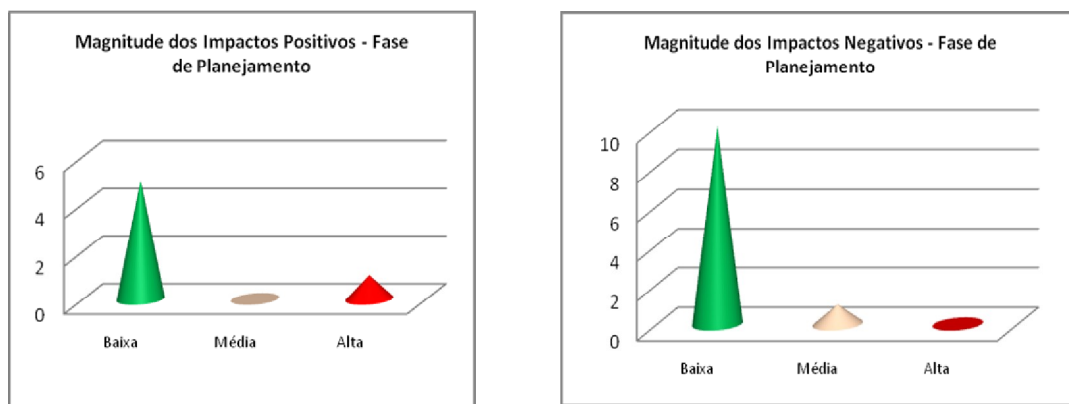


FIGURA 49. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Planejamento (Alternativa 10).



7.2.3.2. Fase de Implantação

Na fase de implantação do empreendimento em estudo, verificaram-se a ocorrência de 21 impactos, sendo 06 de ordem positiva (29%) e 15 de ordem negativa (71%). Dos 15 impactos de ordem negativa, 60% são considerados de significância desprezível, não tendo sido computados nenhum caso de impacto negativo significativo. No entanto, identificaram-se 03 ocorrências (20%) de impactos de alta magnitude, sendo eles: alteração na granulometria dos sedimentos, contaminação físico-química do aquífero livre e alteração da paisagem.

QUADRO 23. Fase de Implantação.

POSITIVO				NEGATIVO			
Significância		Magnitude		Significância		Magnitude	
Desprezível	3	Baixa	0	Desprezível	9	Baixa	6
Moderado	3	Média	4	Moderado	6	Média	6
Significativo	0	Alta	2	Significativo	0	Alta	3

FIGURA 50. Total de Impactos Positivos e Negativos.

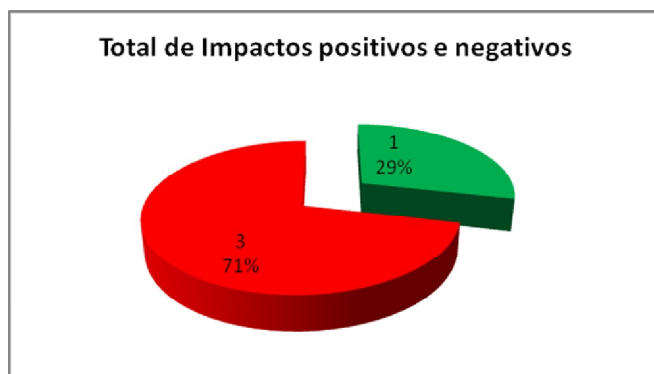


FIGURA 51. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Implantação.

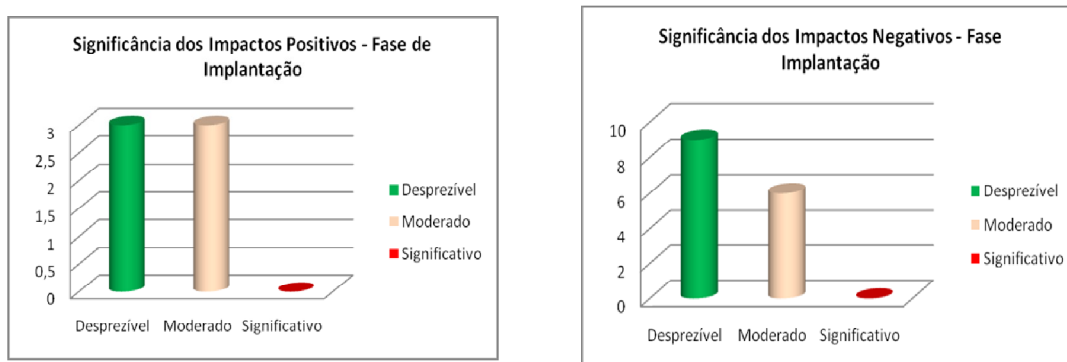
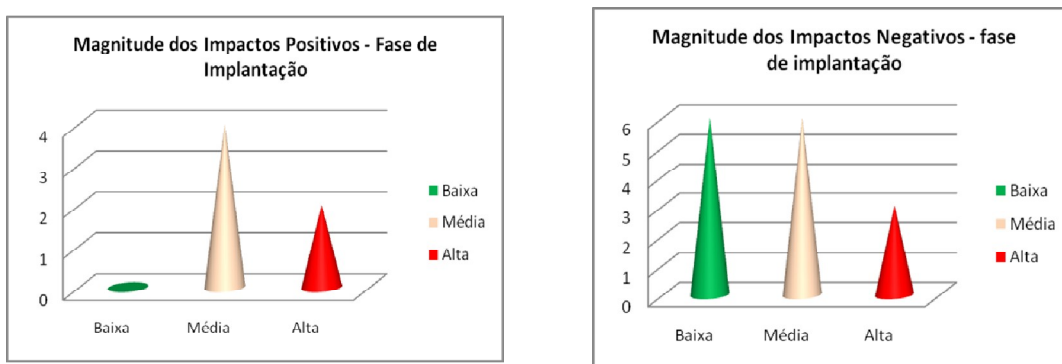


FIGURA 52. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Implantação.

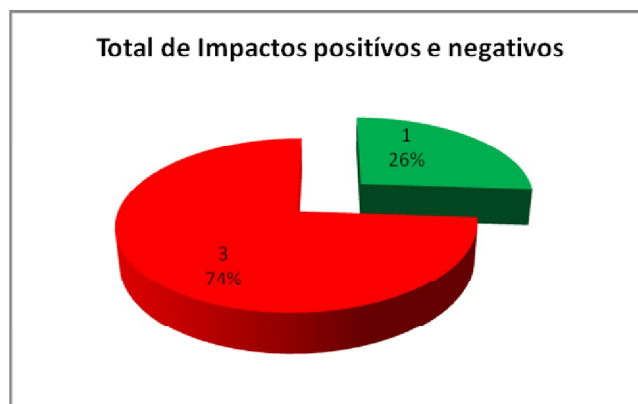


Por sua vez, analisando-se a alternativa 10, verificam-se para a fase de implantação 23 impactos, sendo que 06 de ordem positiva (26%) e 17 de ordem negativa (74%).

QUADRO 24. Fase de Implantação.

POSITIVO				NEGATIVO			
Significância		Magnitude		Significância		Magnitude	
Desprezível	3	Baixa	4	Desprezível	5	Baixa	3
Moderado	3	Média	1	Moderado	10	Média	4
Significativo	0	Alta	1	Significativo	2	Alta	10

FIGURA 53. Total de Impactos Positivos e Negativos.



Na fase negativa, chama-se a atenção para a quantidade de impactos negativos com significância moderada (58,82%) e de alta magnitude (58,82%). Nesta fase, dos 10 impactos identificados apenas para o meio físico, 07 foram de alta magnitude e os demais (30%) de média magnitude. 100% dos impactos negativos previstos para ocorrerem no meio biótico foram considerados de alta magnitude.

QUADRO 25. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por fase.

Quantificação dos Impactos Negativos por Fase	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Planejamento	2	5	4
Implantação	2	10	5
Desmobilização	2	8	5
Operação	0	10	6

Quantificação dos Impactos Positivos por Fase	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Planejamento	0	0	6
Implantação	0	0	6
Desmobilização	0	0	5
Operação	2	1	8

FIGURA 54. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Implantação.

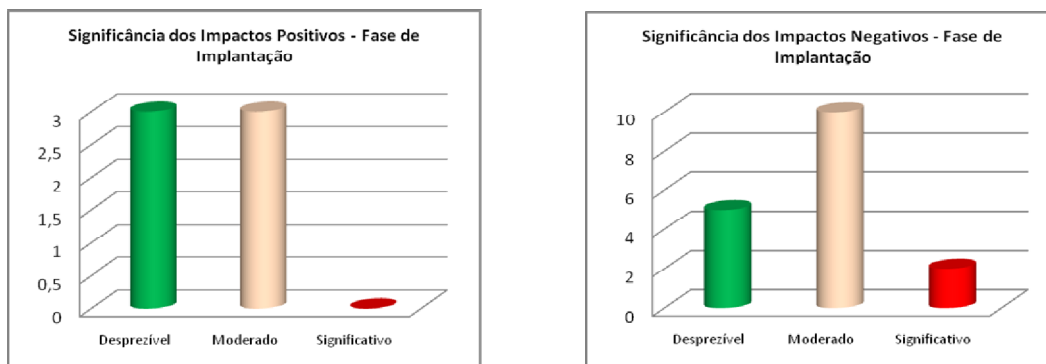
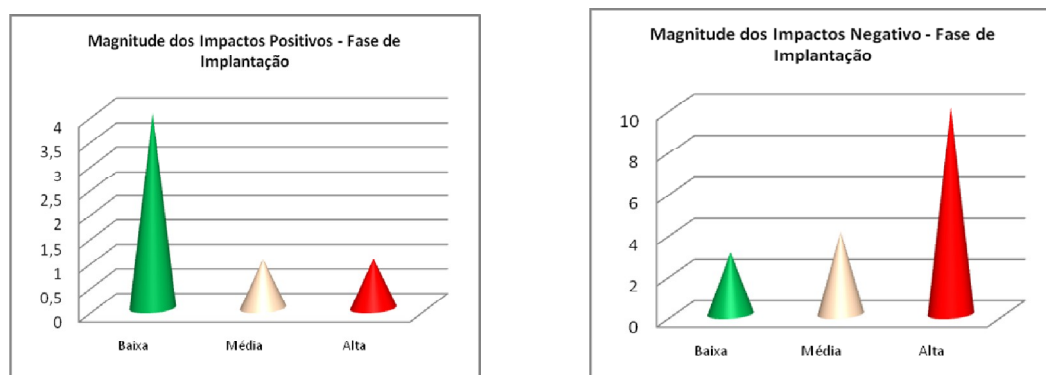


FIGURA 55. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Implantação.



7.2.3.3. Fase de Desmobilização

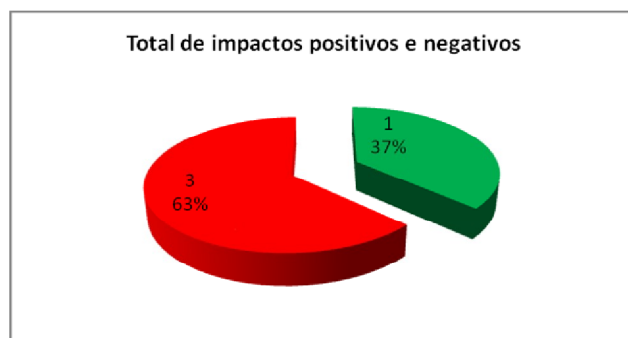
Esta fase é marcada pelo encerramento das obras de instalação e construção do empreendimento, e destaca-se pelo desmonte de equipamentos, do material humano e recuperação das áreas degradadas.

Nesta fase verifica-se a ocorrência de 19 impactos, dos quais 63% foram considerados negativos e 37% positivos. Enquanto impactos negativos, 50% deles estão enquadrados como de significância moderada e alta magnitude. Vão se destacar aí impactos como “*produção de gases poluentes e de efeito estufa*” e “*alteração da paisagem*”.

QUADRO 26. Fase de Desmobilização.

POSITIVO				NEGATIVO			
Significância		Magnitude		Significância		Magnitude	
Desprezível	5	Baixa	7	Desprezível	4	Baixa	2
Moderado	2	Média	0	Moderado	6	Média	4
Significativo	0	Alta	0	Significativo	2	Alta	6

FIGURA 56. Total de impactos Positivos e Negativos.



Quanto aos impactos positivos, cabe destacar nesta fase do projeto os impactos sobre o **meio biótico**, visto a implementação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, que visa restabelecer o equilíbrio natural dos ecossistemas por meio de recuperação da flora nativa pré-existente.

FIGURA 57. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Desmobilização.

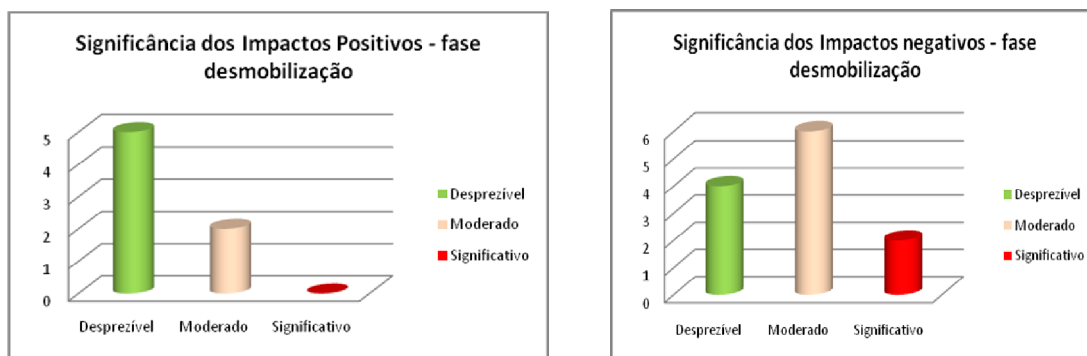
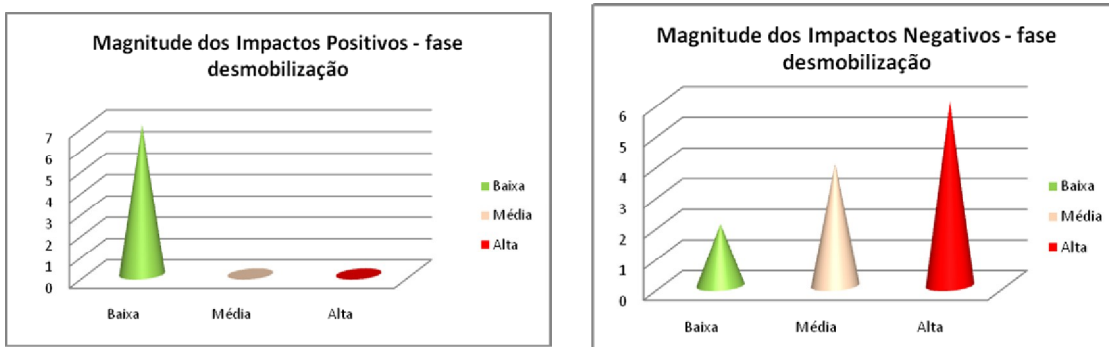


FIGURA 58. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Desmobilização.



Para a alternativa 10, verificou-se a ocorrência de 20 impactos, a maioria (75%) de impactos negativos com significância moderada (60%) e magnitude alta (46,6%). Nesta fase chama-se a atenção para os impactos sobre o **meio biótico** e outros, tais como a “*produção de gases poluentes e de efeito estufa*” e a “*alteração da paisagem*”, todos eles enquadrados como negativos e de alta magnitude. Em destaque, como impacto positivo para esta alternativa, temos a “*melhoria da qualidade de vida*” da população e a “*geração de tributos*” para o município, ambos pertencente ao quadro de impactos do **meio antrópico**.

QUADRO 27. Fase de Desmobilização.

POSITIVO				NEGATIVO			
Significância		Magnitude		Significância		Magnitude	
Desprezível	3	Baixa	4	Desprezível	4	Baixa	5
Moderado	1	Média	0	Moderado	9	Média	3
Significativo	1	Alta	1	Significativo	2	Alta	7

FIGURA 59. Total de Impactos Positivos e Negativos.

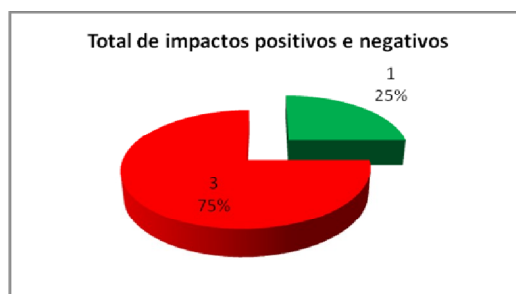


FIGURA 60. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Desmobilização.

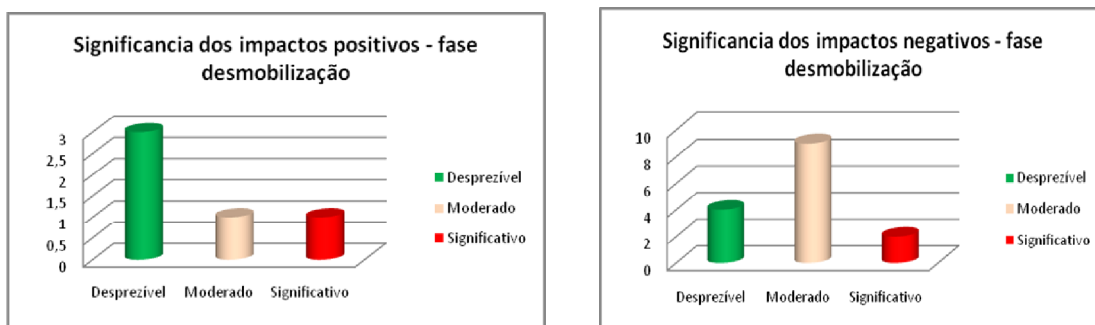
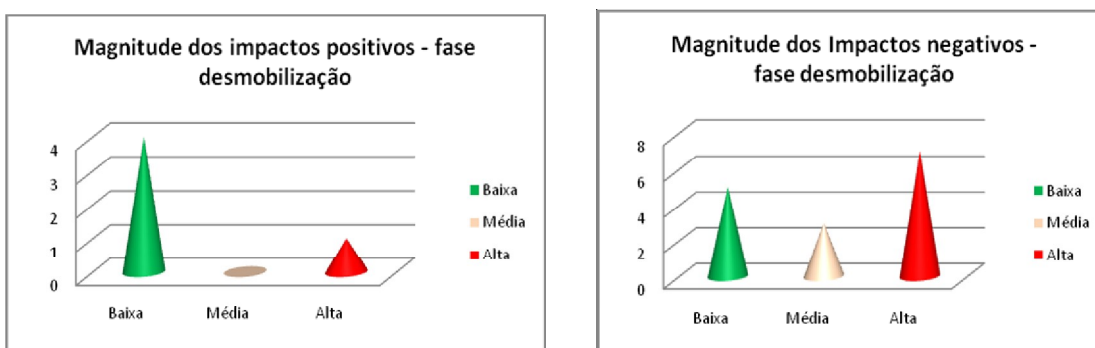


FIGURA 61. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Desmobilização.



7.2.3.4. Fase de Operação

Concluídas as fases de planejamento, implementação e desmobilização, dá-se início a fase de operação do projeto. Nesta fase são previstas a ocorrência de alguns impactos significativos, tais como a geração de resíduos sólidos decorrentes da

manutenção do sistema, e a possibilidade de vazamentos no emissário terrestre decorrentes de acidentes ou falta de manutenção periódica, o que pode acarretar em contaminação do ar, solos e dos aquíferos dunas/barreiras.

Foram identificados ao todo 23 impactos, dos quais 11 positivos (48%) e 12 negativos (52%). Nos impactos positivos, verificou-se que 81,8% apresentam significância moderada e 72,7% apresentam magnitude alta, enquanto que nos impactos negativos, esta proporção é de 83,3% e 41,6% respectivamente.

QUADRO 28. Fase de Operação.

POSITIVO				NEGATIVO			
Significância		Magnitude		Significância		Magnitude	
Desprezível	1	Baixa	1	Desprezível	1	Baixa	1
Moderado	9	Média	2	Moderado	10	Média	6
Significativo	1	Alta	8	Significativo	1	Alta	5

FIGURA 62. Total de Impactos fase de Operação.

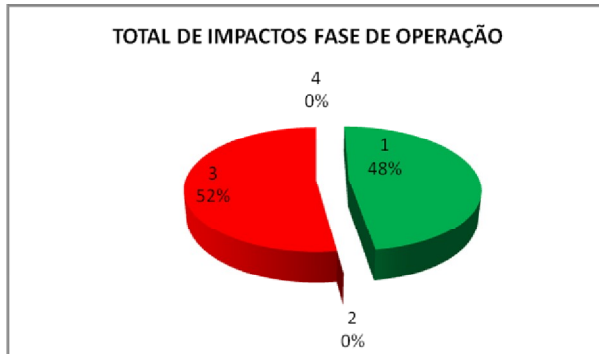


FIGURA 63. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Operação.

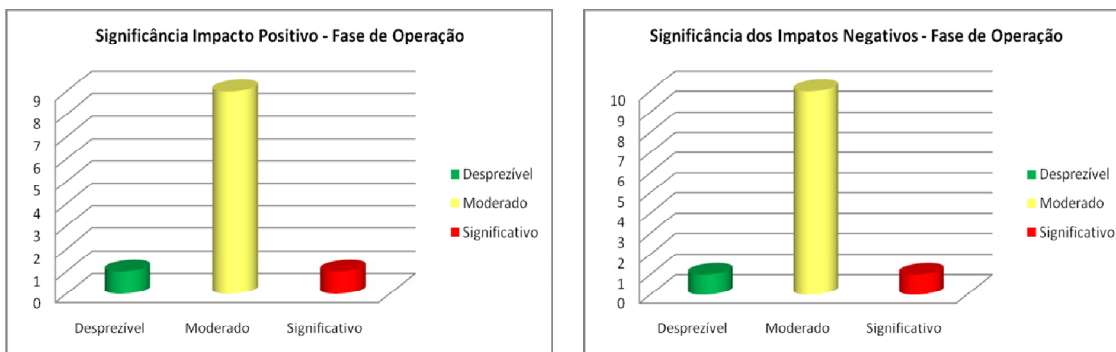
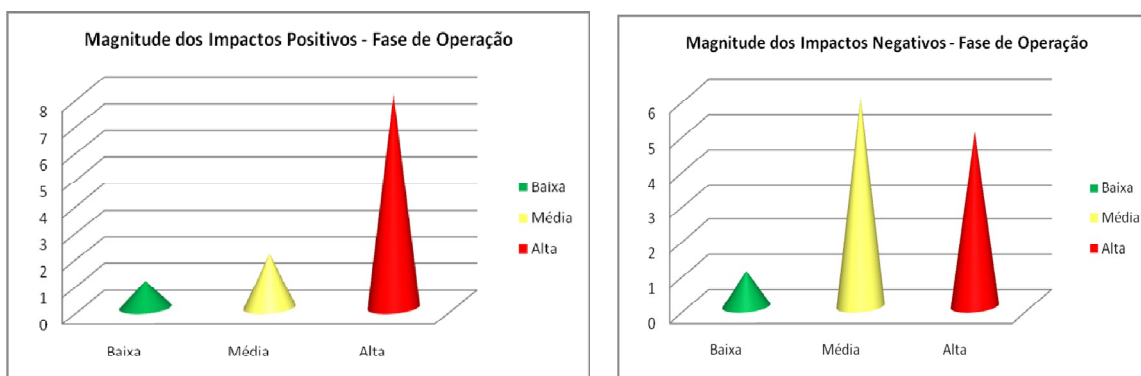


FIGURA 64. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Operação.



Dentre os impactos positivos mais significativos na fase de operação, temos uma melhora quanto à “*alteração no micro-clima*”, verificada negativamente nas duas fases anteriores, a interferência positiva na fauna e na flora, e sobre o **meio antrópico** destaca-se a melhoria da qualidade de vida da população, aumento da renda e dos postos de trabalho, incremento nas atividades culturais e no comércio, gerando assim uma melhor arrecadação de tributos por parte do município e do estado.

Para a alternativa 10, o estudo aponta a ocorrência de 27 impactos, dos quais 21 apresentam uma significância moderada e 14 apresentam uma alta magnitude. 59% dos impactos identificados nesta fase são negativos, contra 41% de impactos positivos.

QUADRO 29. Fase de Operação.

POSITIVO				NEGATIVO			
Significância		Magnitude		Significância		Magnitude	
Desprezível	0	Baixa	0	Desprezível	2	Baixa	3
Moderado	10	Média	2	Moderado	11	Média	8
Significativo	1	Alta	9	Significativo	3	Alta	5

FIGURA 65. Impactos da Fase de Operação (Alternativa 10).

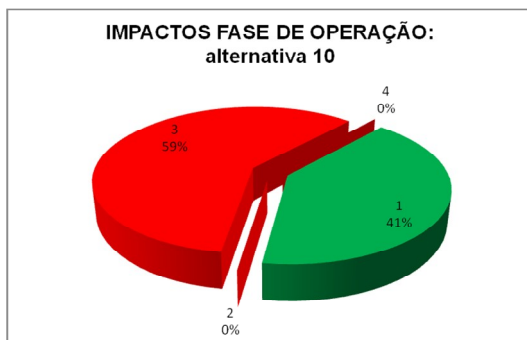


FIGURA 66. Significância dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Operação.

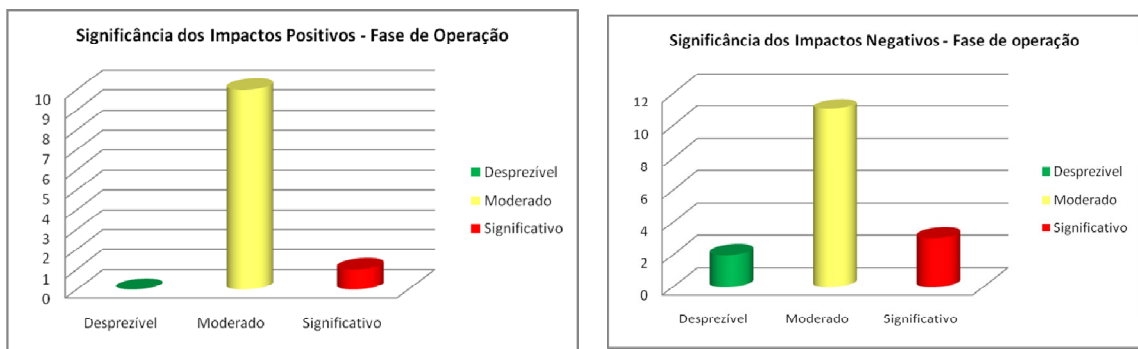
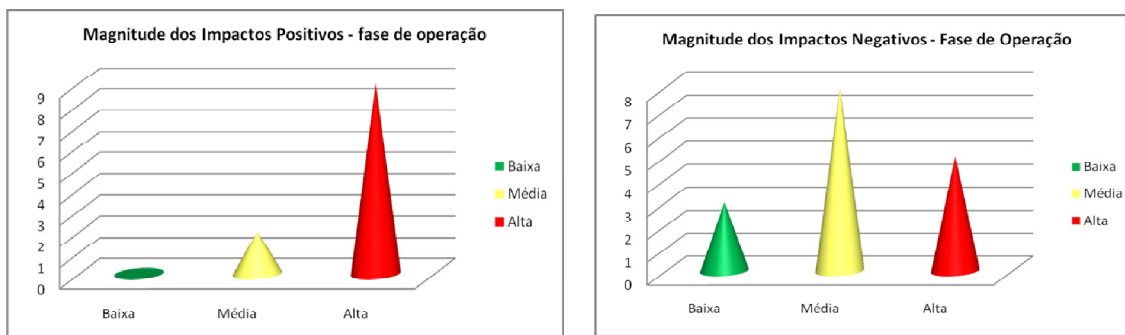


FIGURA 67. Magnitude dos Impactos Positivos e Negativos da Fase de Operação.



Para esta alternativa, chama-se a atenção para os impactos decorrentes das incertezas quanto aos fluxos subterrâneos, visto a carência de dados e a fragilidade ambiental dos aquíferos dunas/barreiras quanto à contaminação por nitritos e nitratos. Outro impacto considerável para esta alternativa diz respeito ao meio biótico, visto que para o emprego desta alternativa será necessário promover um grande desmatamento e movimentação de grandes áreas de dunas assentadas sobre os tabuleiros costeiros. Desta forma, é garantida a total perda de solos, dos estoques de sementes e de serrapilheira, o que dificultará sobremaneira o restabelecimento da flora nativa e conseqüente fauna do lugar. Atrelado a isto tudo está a drástica mudança na paisagem local.

Como ponto positivo existe a possibilidade de reuso do efluente tratado em projetos de irrigação de hortifrutigranjeiros ou mesmo o emprego destes efluentes como “águas de descarte” na irrigação de gramados e jardins em praças públicas, residências e praças desportivas, no uso em sanitários, empresas de lava-a-jatos etc. No entanto, esta proposta de reuso dos efluentes tratados esbarra na falta de um projeto de reuso por parte dos governos municipal e estadual, projeto que não será executado em um espaço de curto a médio prazo.

7.2.3.5. Análise dos impactos sobre os meios físico, biótico e antrópico

Dos impactos positivos e negativos em cada fase do projeto, levando-se em consideração os meios (físico, biótico e antrópico), verificou-se que a maioria

significativa dos impactos sobre o meio físico estão concentrados nas fases de implantação e desmobilização, enquanto que a mesma relação para o meio antrópico situam-se nas fases de implantação e operação do empreendimento.

Quanto ao meio biótico, verifica-se que este sofrerá impactos negativos na primeira e segundas fases do projeto (planejamento e implantação) enquanto que os positivos concentram-se nas fases finais do projeto (desmobilização e operação).

QUADRO 30. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Fase.

Quantificação dos Impactos Positivos por Fase	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Planejamento	0	0	6
Implantação	0	0	6
Desmobilização	2	0	5
Operação	2	1	8

Quantificação dos Impactos Negativos por Fase	Meio Biótico	Meio Físico	Meio Sócio-Econômico
Planejamento	2	7	3
Implantação	2	8	8
Desmobilização	0	8	4
Operação	0	6	0

FIGURA 68. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Meio da Fase de Planejamento.

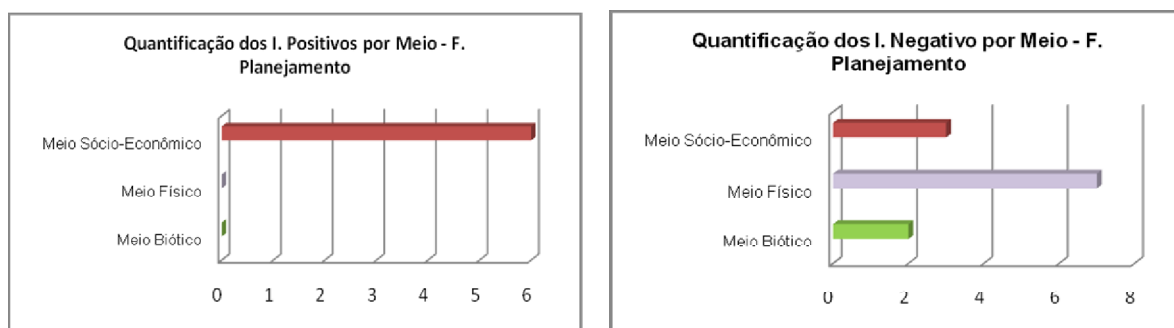


FIGURA 69. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Meio da Fase de Implantação.

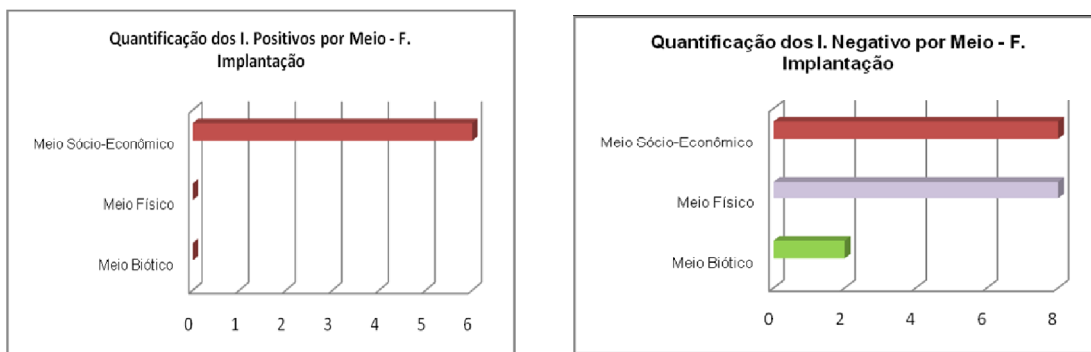


FIGURA 70. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Meio da Fase de Desmobilização.

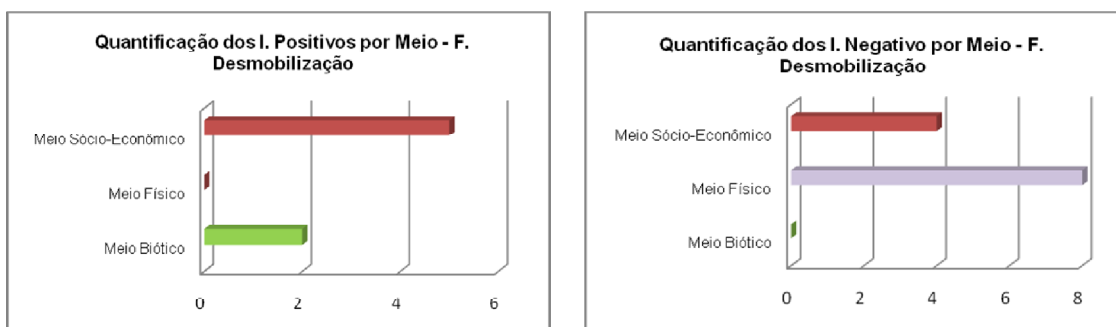
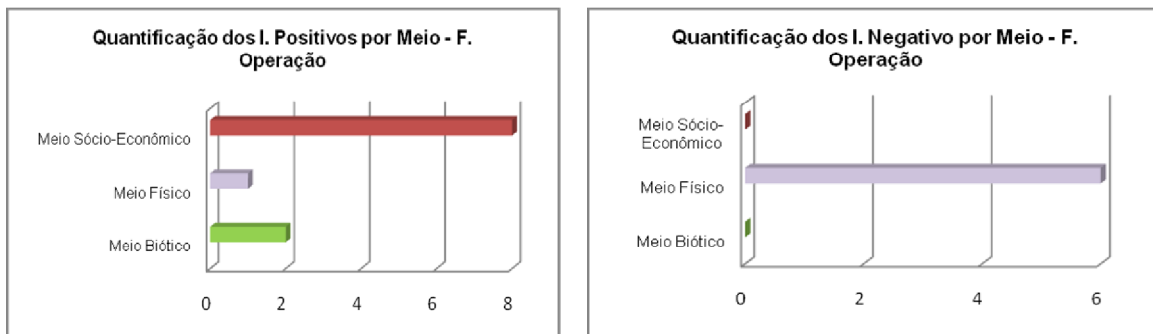


FIGURA 71. Quantificação dos Impactos Positivos e Negativos por Meio da Fase de Operação.





É perceptível a quantidade de impactos sobre os meios antrópico e físico. Quanto aos primeiros, merecem destaque os impactos na paisagem e na melhoria da qualidade de vida proporcionada pelo retorno social deste tipo de projeto, que envolve sobre tudo, investimentos em saúde pública. Merece destaque ainda a geração de empregos e renda, mesmo que temporárias durante a execução da obra, mas que permitiu, em curtos e médios prazos, a fixação de novos empreendimentos turísticos e comerciais que terão como impactos positivos a geração de emprego, renda e tributos ao município.



8. MEDIDAS MITIGADORAS COMPLEMENTARES (PREVENTIVAS E CORRETIVAS)

As medidas mitigadoras complementares ao EIA/RIMA, elaborado pela FCPC, de caráter preventivo e corretivo para os impactos de natureza negativa/adversa, de significância desprezível a significativa, segue no quadro abaixo.

QUADRO 31. Identificação dos Impactos.

IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS	Medidas Mitigadoras		
Fase de Planejamento	Preventivas	Corretivas	Responsabilidade
Geração de Banco de Dados (Meio Biótico do ecossistema marinho / Meio físico do ecossistema transicional / Usuários da faixa do mar)		Realizar o estudo da biota nas coordenadas solicitadas para o monitoramento e em outras coordenadas de interesse especial, realizar o perfil praial para determinação de erosão e deposição sedimentar em diferentes períodos sazonais (inverno e verão); e, elaboração de questionários pontuais com os usuários da faixa de mar na AID (pescadores), antes da IMPLANTAÇÃO DO PIER E DO EMISSÁRIO	CAERN
Fase de Implantação			
Aumento da Turbidez	Execução da obra em época de calmaria e adoção de métodos construtivos com tecnologia adequada		Empreiteira / CAERN

Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico	Acondicionamento e destino final adequado dos efluentes gerados ao longo da obra	Recuperação do Recurso Hídrico atingido	Empreiteira
Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato	Acondicionamento e destino final adequado dos resíduos sólidos gerados ao longo da obra	Raspagem do solo até a profundidade atingida, acondicionamento e destino final adequado dos efluentes gerados ao longo da obra	Empreiteira
Alteração na granulometria dos sedimentos	Execução da obra em época de calmaria e adoção de métodos construtivos com tecnologia adequada		Empreiteira / CAERN
Risco de Erosão	Execução da obra em época de calmaria e adoção de métodos construtivos com tecnologia adequada		Empreiteira / CAERN
Emissão de gases / Lançamento de Poeiras	Controle de emissão com filtros adequados		Empreiteira / CAERN
Alteração na Dinâmica Sedimentar	Não aplicável		
Alteração Morfológica	Não aplicável		
Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton	Implantação do emissário e pier em época de calmaria		Empreiteira / CAERN
Interferência na flora transicional	Suprimir somente o necessário	Realizar o PRAD	Empreiteira / CAERN
Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	Implantação do emissário e pier em época de calmaria		Empreiteira / CAERN
Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)			
Interferência na fauna	Retirada de ninhos		Empreiteira /

transicional	anterior a atividade		CAERN
Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	Suprimir somente o necessário (vegetação) e Retirada de ninhos anterior a atividade		Empreiteira / CAERN
Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade	Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar a emissão excessiva de ruídos, sinalização de entrada e saída de veículos e sistema de monitoramento de velocidade e horários pré-estabelecidos de tráfego		Empreiteira / CAERN
Interferência da Atividade Turística	Cartilhas informativas nos hotéis e comunicados via rádio/televisão		CAERN
Alteração da paisagem	Não aplicável		
Fase de Desmobilização			
Risco de Erosão	Execução da obra em época de calmaria e adoção de métodos construtivos com tecnologia adequada		Empreiteira / CAERN
Aumento da Turbidez			
Alteração na granulometria dos sedimentos		Utilização de sedimentos semelhantes ao presente no ecossistema	
Emissão de gases / Lançamento de Poeiras	Controle de emissão com filtros adequados		Empreiteira / CAERN
Interferência na flora transicional (Acidentes)	Revegetação com espécies nativas do ecossistema dunar		Empreiteira / CAERN
Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton	Remobilização do pier em época de calmaria		Empreiteira / CAERN
Alteração quantitativa e			

qualitativa no bentos			
Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)			
Interferência na fauna transicional (Acidentes)	Não aplicável		
Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade	Manutenção preventiva dos equipamentos para evitar a emissão excessiva de ruídos, sinalização de entrada e saída de veículos e sistema de monitoramento de velocidade e horários pré-estabelecidos de tráfego		Empreiteira / CAERN
Circulação de moeda (Desmobilização)	Não aplicável		
Tributos e Impostos (Desmobilização)	Não aplicável		
Comércio Local (Desmobilização)	Não aplicável		
Empregos diretos e indiretos (Desmobilização)	Não aplicável		
Fase de Operação			
Aumento da Turbidez	Monitoramento das características físico-químicas da água (Nutrientes, COT, Material em suspensão, oxigênio dissolvido) + implantação de filtros	Monitoramento e melhoria contínua do tratamento (ETE)	CAERN

	rudimentares de pedras		
Alteração físico química das águas na zona de mistura	Operação adequada do sistema e Monitoramento na zona de influência do emissário	Monitoramento e melhoria contínua do tratamento (ETE)	CAERN
Contaminação do Rec. Hídrico / Aumento da Toxicidade no Rec. Hídrico	Monitoramento das características físico-químicas da água (Nutrientes, COT, Material em suspensão, oxigênio dissolvido)		CAERN
Contaminação do Substrato / Aumento da Toxicidade no substrato	Monitoramento dos sedimentos (características físico-químicas e sedimentológicas)		CAERN
Alteração na granulometria dos sedimentos	Operação adequada do sistema e Monitoramento na zona de influência do emissário		CAERN
Alteração na Dinâmica Sedimentar	Monitoramento dos parâmetros oceanográficos, principalmente as correntes ao longo da coluna d'água na zona de influência do emissário		CAERN
Alteração quantitativa e qualitativa no plâncton	Monitoramento do plâncton e das	Monitoramento e melhoria contínua do tratamento (ETE)	CAERN

características físico-

	químicas da água (Nutrientes, COT, Material em suspensão, oxigênio dissolvido)		
Alteração quantitativa e qualitativa no bentos	Monitoramento da comunidade bentônica e dos sedimentos (características físico-químicas e sedimentológicas)		
Alteração quantitativa e qualitativa no necton (ictiofauna, cetáceos, etc..)	Monitoramento do necton (composição e abundância)		
Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema	Monitoramento do Plancton, Bentos e Necton		
Contaminação de organismos (peixes, crustáceos, moluscos,...)	Monitoramento dos peixes, moluscos e crustáceos quanto à contaminação por patogênicos		
Eutrofização do Meio Aquático	Monitoramento do tratamento (ETE)		CAERN
Bioacumulação em organismos aquáticos	Monitoramento dos peixes, moluscos e crustáceos quanto a contaminação por compostos bioacumuladores (metais pesados)	Monitoramento e melhoria contínua do tratamento (ETE)	CAERN
Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade	Educação ambiental com comunidade	Palestras e cartilhas informativas	CAERN
Interferência da Atividade Turística	Cartilhas informativas nos hotéis e		CAERN

	comunicados via rádio/televisão		
Balneabilidade	Monitoramento na zona de influência do emissário, bem como das praias Ponta Negra e Redinha, Monitoramento do Rio Potengi, quanto a: Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli e Enterococos (Re. Conama 274/00). Em relação as águas marinhas (zona de influência do emissário e praias de Ponta Negra e Redinha) deve-se também avaliar os estreptococos fecais (<i>Streptococcus faecalis</i>, <i>S. faecium</i>, <i>S. durans</i>, <i>S. avium</i>, <i>S. bovis</i> e <i>S. equinus</i>), também presentes nas fezes humanas, por melhor indicarem a contaminação fecal e riscos a saúde pública em águas salinas.	Monitoramento e melhoria contínua do tratamento (ETE)	IFRN / IDEMA / CAERN / IGARN / SERHID / SEMARH



9. PROGRAMA DE MONITORAMENTO COMPLEMENTAR

O programa de monitoramento do ecossistema marinho apresenta-se como um programa complementar ao EIA/RIMA, elaborado pela FCPC.

9. 1. Introdução

O monitoramento das águas na área de influência de lançamentos de efluentes domésticos através de emissário submarino visa avaliar a eficiência desses sistemas, se a qualidade das águas está adequada para os usos previstos e identificar se estão ocorrendo impactos ambientais no meio marinho.

O monitoramento ambiental, incluindo a interpretação dos resultados da qualidade das águas e dos sedimentos das áreas de influência do emissário submarino, permite dar suporte técnico ao gerenciamento ambiental desse sistema.

9. 2. Legislação Ambiental

Uma vez em funcionamento, o lançamento de efluentes através de emissário submarino deve atender aos padrões de emissão estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005.

O corpo d'água receptor deve ter suas características mantidas de acordo com sua classe de enquadramento, onde o lançamento de esgotos não poderá alterar as mesmas. Desta forma, o corpo receptor do emissário submarino de Ponta Negra deverá ser considerado como de Classe 1, águas salinas*, e seus padrões de qualidade devem ser atendidos, conforme descrito na Tabela 1.

Resolução CONAMA 357/05 - Artigo 5º: Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 %.

Classe 1 - águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução Conama 274/2000;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas; e*
- c) à aquicultura e à atividade de pesca.*

TABELA 17. Padrões de qualidade para as classes de águas salinas e salobras.

Padrões para as classes de qualidade de água			
Composto	Classe 1 (Mg/L)	Classe 2 (Mg/L)	Classe 3 (Mg/L)
Oxigênio Dissolvido	6	5	4
Carbono Orgânico Total	3	5	10
Nitrogênio Amoniacal	0,40	0,70	-
Nitrito	0,07	0,20	-
Nitrato	0,40	0,70	-
Fósforo	0,062	0,093	-
Polifosfato	0,031	0,046	-

Também deve ser utilizada a Resolução Conama 274/2000 relativa aos padrões de balneabilidade (Tabela abaixo).

TABELA 18. Padrões microbiológicos para as classes de águas salinas e salobras.

Padrões de coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) para os diversos usos previstos				
Classes	Recreação de contato primário	Cultivo de moluscos bivalves	Recreação de contato secundário	Demais usos
Classe 1	< 1000 em 80% Irrigação < 2500 em 90% 5 amostras semanais	Média g. < 43 em 80% e < 88 em 90% 15 amostras (5x/ano)	* < 200 (salobra)	< 1000 em 80% (6 amostras/ano)
Classe 2	-	-	< 2500 em 80% (6 amostras/ ano)	< 2500 em 80% (6 amostras/ano)
Classe 3	-	-	-	< 4000 em 80% (6 amostras/ano)

* Irrigação



9.3. Metodologia do Monitoramento da Qualidade das Águas e dos Sedimentos Marinhos

9.3.1. Monitoramento da Qualidade das Águas

9.3.1.1. Frequência

A frequência amostral adotada deverá ser semestral nos períodos de verão e inverno por decorrência das diferenças de características nas massas d'água entre as épocas citadas, condicionadas por variáveis climáticas como temperatura e pluviosidade, assim como correntes marinhas, além da influência das atividades humanas na zona costeira que são sazonais.

Outra questão a ser observada no momento da coleta são as condições de maré que devem ser de quadratura, nas quais a movimentação da água é menor e o deslocamento de pluma mais lento, facilitando a amostragem da pluma.

9.3.1.2. Parâmetros

Os parâmetros de qualidade de água a serem avaliados no entorno dos emissários são (Tabela abaixo): Nutrientes (ortofosfato, fosfato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio kjeldahl, nitrito, nitrato), carbono orgânico total, resíduos totais, óleos e graxas (este somente na superfície), fenol, sulfeto, turbidez, microbiológicos (coliformes termotolerantes e enterococos), hidrobiológicos (clorofila-a e feofitina) e toxicidade aguda.

Pelo fato de não ser simples estabelecer uma relação entre nutrientes e eutrofização no meio marinho, os parâmetros clorofila-a e feofitina indicam o estado trófico do ambiente aquático, representando indiretamente a produtividade fitoplanctônica. Em ambientes ricos em nutrientes ocorre um aumento da produtividade fitoplanctônica e o conseqüente aumento nas concentrações de clorofila. Os parâmetros de produtividade (clorofila-a e feofitina) deverão ser realizados apenas na superfície e meio da coluna d'água.

QUADRO 32. Parâmetros de qualidade da água.

Água	Parâmetros medidos nas amostragens	
	Medidas de Campo	20 pontos + controle Sup/Meio/Fundo Total = 63 amostras
	Salinidade Temperatura Condutividade pH OD	
	Parâmetros Físico-químicos	
	Ortofosfato (Fosfato orto-solúvel e Fósforo Total) (mg/L) N-kjeldahl (mg/L) Nitrogênio amoniacal (mg/L) Nitrogênio nitrito (mg/L) Nitrogênio nitrato (mg/L) Fenol Total (mg/L) Alumínio (mg/L) Cobre (mg/L) Cromo (mg/L) Ferro (mg/L) Zinco (mg/L) Turbidez (UNT) Resíduo total Cádmio (mg/L) Chumbo (mg/L) Níquel (mg/L) Estanho (mg/L) Sulfeto (mg/L) Sólidos totais (mg/L) Óleos e graxas	
	Parâmetros microbiológicos	
	Enterococos (UFC/100ml) Coliformes termotolerantes (UFC/100ml)	
	Parâmetros hidrobiológicos	20 pontos + controle Sup/Meio Total = 42 amostras
	Clorofila-a (µg/L) Feofitina-a (µg/L)	
	Toxicidade aguda – Microtox - Toxicidade CE20, 15 min (%) e Toxicidade CE50, 15 min Controle Positivo (mg/L)	20 pontos + controle Sup/Meio Total = 42 amostras

Na avaliação de resultados, no Relatório de Monitoramento, deverá ser realizado quadro comparativo entre: Padrões CONAMA 357/05, valores máximo, mínimo e médio encontrados; Desvio Padrão, número de amostras e não conformidades (%).



9.3.2. Monitoramento da qualidade dos sedimentos

O sedimento constitui um compartimento ambiental que desempenha importante papel na qualidade dos corpos d'água, pois acumula contaminantes e outras espécies químicas em sua constituição. A associação desses contaminantes, ou sua redistribuição depende, por sua vez, das condições biogeoquímicas encontradas, tais como potencial redox, teor de matéria orgânica, pH, e outras variáveis ambientais (Kersten e Fostner, 1990).

Em sua composição básica, os sedimentos são constituídos de representativa fração mineral (carbonatos, silicatos, aluminos silicatos tais como argilas, sílica, óxidos de ferro e manganês) e matéria orgânica natural (ácido húmico, humina, aminoácidos, entre outros). No entanto, com o aporte das cargas domésticas, há notáveis alterações nessa composição, como por exemplo, por enriquecimento de matéria orgânica e nutrientes dos esgotos e traços de espécies químicas, tais como metais pesados e compostos orgânicos xenobióticos.

Desta forma, deverá ser determinada a composição granulométrica, parâmetros físico-químicos (concentração de carbonato de cálcio, de carbono orgânico, nitrogênio total e enxofre total), geoquímicos, microbiológicos e toxicológicos, bem como a determinação qualitativa e quantitativa dos foraminíferos presentes nos sedimentos (Tabela 5). A determinação dos foraminíferos presente no sedimento possibilita a utilização desses organismos da microfauna bentônica como bioindicadores** de possíveis impactos. A avaliação integrada dos resultados geoquímicos com os dados biológicos fornece um diagnóstico mais completo do ambiente marinho.

Para a análise dos foraminíferos, o sedimento deverá ser fixado com álcool 70° GL e corado com Rosa de Bengala, durante as coletas de campo. O álcool evita o ataque bacteriano ao protoplasma e o Rosa de Bengala serve para corá-lo, sendo possível, posteriormente, diferenciar os foraminíferos vivos dos mortos. Em laboratório deverão ser retiradas alíquotas do sedimento corado, que variarem em função da quantidade de foraminíferos vivos presentes na amostra. Essas alíquotas deverão ser peneiradas a úmido, e o material lavado, secado e submetido à análise densimétrica por flutuação-afundamento em tricloroetileno. Todas as carapaças

coradas dos foraminíferos separados do sedimento deverão ser triadas, contadas e identificadas.

As amostras dos sedimentos no entorno dos emissários deverão ser coletadas com a utilização da Van Veen; nos mesmos pontos amostrais, ou seja; mesmas coordenadas geográficas descritas para o monitoramento da qualidade das águas (Quadro abaixo).

QUADRO 33. Parâmetros de qualidade do sedimento.

Sedimento	pH		20 pontos + controle
	E _H		Total = 21 amostras
	Resíduo total/fixo/volátil		20 pontos + controle Total = 21 amostras
	Arsênico		
	Cobre		
	Cromo		
	Ferro		
	Zinco		
	Coliformes termotolerantes		
	Clostridium perfringes		
	Estanho		
	Níquel		
	Chumbo		
Cadmio			
Alumínio			
Toxicidade Lytechis Superficial			20 pontos + controle Total = 21 amostras
Granulometria			
Nutrientes	Carbono Orgânico Total (%)		
	Nitrogênio Total (%)		
	Fósforo Total (%)		
	Fósforo Orgânico (%)		
	Enxofre Total		
Foraminíferos			20 pontos + controle Total = 21 amostras
Resíduo			

Na avaliação de resultados, no Relatório de Monitoramento, deverão ser demonstradas as seguintes razões para cada amostragem: C/N, C/P e C/S. No que tange aos foraminíferos deverão ser descritos: (a) Números de espécies, (b) número de indivíduos vivos, (c) alíquotas de sedimentos corados (cm³); e, (d) evidência dos mesmos por fotografias microscópicas.



Foraminíferos bentônicos como bioindicadores ambientais - Os foraminíferos bentônicos por serem muito abundantes, de tamanho reduzido, com carapaças de vários formatos, fossilizáveis e com ampla distribuição na escala geológica temporal e espacial, além da movimentação restrita e alta sensibilidade às variações ambientais, são considerados bons indicadores ambientais, sendo utilizados para detectar padrões de circulação oceânica e estuarina atuais e propriedades físico-químicas das massas de água, permitindo diagnosticar as condições físico-químicas do ambiente. Podem também ser utilizados como bioindicadores de impactos ambientais, causados pela eutrofização causada por esgotos domésticos, industriais e dejetos portuários ou poluição química industrial.



10. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos a partir da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) foram definidos tendo como premissa básica o pior cenário, ou seja: (a) possibilidades de processos erosionais ao longo da implantação do pier e emissário submarino, bem como ao longo de sua operacionalidade; (b) ecossistema marinho extremamente biodiverso (qualitativa e quantitativamente) no que tange as comunidades planctônicas, bentônicas e nectônicas; e por fim, (c) conflitos negativos com os usuários da faixa de mar (pescadores) por decorrência da implantação do pier e emissário submarino. Corroborando a estas premissas, destaca-se que os impactos por fim apresentados poderiam ser minimizados caso os estudos necessários tivessem sido apresentados previamente, demonstrando assim, um cenário mais realista;

Segundo as premissas supracitadas torna-se premente o estudo pertinente a dinâmica praial a partir de perfis praias adquiridos em diferentes sazonalidades (inverno e verão), tendo como objetivo a verificação de processos erosionais e de deposição de sedimentos no local (zona praial) a ser implantado e operacionalizado o emissário submarino, conforme estudo de médio prazo a ser realizado a partir da dinâmica oceânica;

Tão importante ainda é o estudo qualitativo e quantitativo das comunidades planctônicas, bentônicas e nectônicas. Este, ainda que deveria ter sido realizado previamente a implantação do emissário, em ano anterior para que as campanhas pudessem ser verificadas ao longo da sazonalidade climática, com vistas a que estes parâmetros possam ser monitorados anterior a qualquer mudança ocasionada pelo empreendimento, ou seja, anterior a geração de qualquer impacto ambiental, o Plano de Monitoramento poderá indicar os métodos de análise a serem calibrados, logo, não podendo deixar de prescindir da realização desses estudos, o mais breve possível, para facilitar a tomada de decisões e aumentar ainda mais a segurança ambiental do sistema no ambiente oceânico;

A alternativa 3 (EPC + UASB + LAGOAS DE POLIMENTO + FILTROS RUDIMENTARES DE PEDRAS + Emissário Marítimo de 2000 m, acrescido de 132m de difusores) foi considerada não aplicável por decorrência do estudo de modelagem



(COPPE/RJ e UFRN) demonstram que existe uma probabilidade da pluma de efluentes tocar a superfície, o que acarretaria em impactos significativos e de magnitude elevada no meio sócio-econômico, direta ou indiretamente relacionado a atividade turística; e, no meio biológico por atingir a zona de atividade fotossintética proporcionando elevação do risco das substâncias dissolvidas serem incorporadas à cadeia trófica;

Os impactos identificados e avaliados nas fases de planejamento, implantação e desmobilização não se diferenciaram para as alternativas 4 e 6 apresentadas, sendo estes descritos da seguinte forma: (a) Planejamento - impactos de natureza positiva variando sua significância de desprezível a moderada; e, magnitudes baixas e altas. Os impactos de natureza negativa apresentaram, na sua totalidade, significância moderada e magnitude alta; (b) Implantação - impactos de natureza positiva variando sua significância de desprezível a moderada; e, magnitudes baixas na sua totalidade. Os impactos de natureza negativa apresentaram significância variando de desprezível (maior escala) a moderada e magnitudes de baixa a alta, sendo as magnitudes baixas muito mais expressivas; e, (c) Desmobilização - impactos de natureza positiva variando sua significância de desprezível a significativo; e, magnitudes variando de baixas e elevadas. Os impactos de natureza negativa apresentaram, na sua totalidade, significâncias desprezíveis e magnitudes baixas;

No que se refere aos impactos de natureza positiva, os que apresentaram significâncias de moderada a elevada e magnitudes altas foram: (a) para a fase de planejamento - Geração de Banco de Dados pertinente ao Meio Físico; (b) para a fase de desmobilização - Geração de Banco de Dados, Alteração Morfológica, Interferência na flora transicional por decorrência do PRAD e Conflitos positivos com usuários de faixa de mar e comunidade (Sinalização e Retirada do pier); e, (c) para a fase de operação - Circulação de moeda, Geração de tributos e Arrecadação de impostos, Crescimento do Comércio Local, Geração de empregos diretos e indiretos, Geração de Banco de Dados, Balneabilidade, Interferência da Atividade Turística e Qualidade de Vida / Saúde Pública;

No que tange aos impactos de natureza negativa, os que apresentaram significâncias de moderada a elevada e magnitudes altas foram: (a) para a fase de planejamento - Geração de Banco de Dados (Meio Biótico / Análise Quali-quantitativa),



Geração de Banco de Dados (Meio Físico - Ambiente Transicional) e Geração de Banco de Dados (Meio Antrópico / Usuários da faixa do mar - AID); (b) para a fase de implantação - Risco de Erosão, Alteração na Dinâmica Sedimentar e Alteração Morfológica; e, (c) para a fase de operação - Aumento da Turbidez, Alteração físico química das águas na zona de mistura e Alteração na granulometria dos sedimentos;

Embora ambas as alternativas apresentadas (alternativas 4 e 6) atendam aos requisitos legais, ambas apresentam ainda valores consideráveis de nitrato, amônia e fósforo, sendo a alternativa 6 a de maiores valores, o que sugere a possibilidade de eutrofização do meio marinho, fato este também considerado na avaliação de impactos ambientais e já comentado;

Tanto a alternativa 4 quanto a alternativa 6, em destaque apresentaram impactos negativos de significância moderada e magnitudes média a baixa, no momento de supressão florestal e corte em dunas para a fase continental de implantação, visto que tais impactos são reversíveis. Entretanto essa reversibilidade está diretamente condicionada à aplicação das medidas mitigadoras recomendadas, caso contrário a magnitude pode assumir valores diferentes, visto que ocorrerá erosão eólica, com a formação de *blowouts* e descaracterização ecossistêmica do ambiente dunar.

Contudo, entre as duas alternativas apresentadas, a alternativa 4 (EPC + UASB + LAGOAS DE POLIMENTO + FILTROS RUDIMENTARES DE PEDRAS + Emissário Marítimo de 2600 m, acrescido em 132m de difusores) apresentou, na sua totalidade, impactos de natureza negativa de significância moderada, variando suas magnitudes de média a alta, podendo destacar em maiores quantidades, magnitudes médias. Em contrapartida, a alternativa 6 (EPC + UASB + FBP + Emissário Marítimo de 2600 m, acrescido em 132m de difusores) apresentou impactos de natureza negativa de significância moderada a significativos e em sua totalidade, magnitudes elevadas;

Quanto aos impactos de natureza positiva, a alternativa 4 apresentou impactos de significância tanto moderada como significativas e na sua totalidade, magnitudes elevadas. Em contrapartida, a alternativa 6 apresentou impactos de natureza positiva em maior escala de significância moderada, embora tenha apresentado impactos



positivos significativos e em sua totalidade, todos os impactos foram considerados de magnitudes elevadas;

As alternativas 08 e 09 envolvem a construção de emissários terrestres de grande comprimento, e que envolverão fortes impactos na malha urbana, sobre tudo no já congestionado trânsito da capital. Os fortes impactos antrópico, apesar de anular-se com a finalização do projeto e entrada em operação do sistema, se torna inviável do ponto de vista ambiental considerando-se o destino dos efluentes (estuário dos rios Potengi e Jundiá).

Em caso de acidentes, sendo estes por parte de rompimento do emissário ou ainda, pela ineficiência da ETE, em ambas as alternativas, os impactos, todos de natureza negativa, apresentaram-se de significância desprezível (em maior escala) a moderada e de baixa magnitude. Isto se deve ao fato dos acidentes possuírem duração temporária e caráter reversível;

A alternativa 4 mostra-se ainda mais favorável por decorrência da viabilidade que possui em parar temporariamente seu processo para manutenções periódicas;

A alternativa 10, apesar de apresentar-se como uma solução para a manutenção do nível piezométrico dos aquíferos dunas/barreiras e a possibilidade de reuso dos efluentes tratados e infiltrados, é uma das alternativas mais impactantes do ponto de vista físico e biótico. Do ponto de vista físico em decorrência das incertezas geradas pela ausência de dados geotécnicos e hidrogeológicos mais precisos, sobre tudo quanto ao comportamento dos fluxos subterrâneos na área de intervenção. Quanto ao meio biótico, a preocupação dá-se pela necessidade de se promover uma grande intervenção sobre a área de tabuleiros, envolvendo desmatamento e movimentação de terra, o que finda por inviabilizar a área ecologicamente.

A pior das alternativas apresentadas foi o cenário atual, ou seja, sem qualquer das alternativas postas em prática (analisada em cumprimento à Resolução CONAMA 001/86), com lançamentos clandestinos de esgotos diretamente ao mar. Não foram identificados impactos positivos, mas apenas negativos, com a grande maioria dos impactos significativos e de magnitudes elevadas. Quanto aos impactos de natureza negativa, os que apresentaram significâncias de moderada a elevada e magnitudes altas foram: Aumento da Turbidez, Alteração quantitativa e qualitativa do plâncton, Alteração quantitativa e qualitativa dos bentos; Alteração quantitativa e qualitativa no



necton (ictiofauna, cetáceos, etc..); Modificação na Cadeia Trófica / Ecossistema; Contaminação de organismos (peixes, crustáceos, moluscos,...); Eutrofização do Meio Aquático; Bioacumulação em organismos aquáticos; Conflitos com usuários de faixa de mar e comunidade; Balneabilidade, Qualidade de Vida / Saúde Pública e Interferência da Atividade Turística.



CAPÍTULO IV

EQUIPE TÉCNICA



- **Leonardo Bezerra de Melo Tinoco (Coordenação Geral)** - possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade de São Paulo (ESALQ – USP/SP, 1986); Especialista em Ciências e Técnicas de Governo e Planejamento Estratégico pela Fundación Altadir (Caracas, Venezuela) em 2000; Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008);
- **Aldo da Fonseca Tinoco Filho (Coordenação dos trabalhos)** - possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (Escola Politécnica da USP/SP, 1980); especialista em Engenharia Sanitária, pela UFRN (1982);
- **Cícero Onofre de Andrade Neto (Recursos Naturais; Eng^a Sanitária e Ambiental)** - possui graduação em Engenharia Civil pela UFRN (1975); Mestrado em Engenharia Civil pela UFPB (1978); Doutorado em Recursos Naturais pela UFCG (2004);
- **João Abner Guimarães Junior (Recursos Hídricos; Hidrogeologia)** - possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1979), mestrado em Engenharia Civil [Campina Grande] pela Universidade Federal da Paraíba (1993) e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (1998);
- **Gustavo Szilagyi (Gestão Ambiental; Impactos ambientais)** - possui graduação em Geografia pela Universidade federal do Rio Grande do Norte (2004), mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008);
- **Paola Fracasso (Oceanografia; Impactos Ambientais)** - possui graduação em Oceanografia pela Universidade do Vale do Itajai – UNIVALI (2001); especialista em Gestão Ambiental pela Universidade do Vale do Itajai – UNIVALI (2003); mestre em Geodinâmica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2005);
- **Ivan Edilberto Mendes Teixeira (Hidrogeologia)** - possui graduação em Geologia.



REFERÊNCIAS



Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES. **Informe SP**. Ano IX-Nº54 – JAN/FEV 2005.

CETESB. **Relatório de monitoramento de emissários submarinos / CETESB** - São Paulo. Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 2007. 106p.

MARCELLINO, E. B., ARASAKI, E. e ORTIZ, J.P. **Visão Geral dos Emissários Submarinos no Litoral Paulista**. In: São Paulo (Estado) – Secretaria do Meio Ambiente. Emissários Submarinos: projeto, avaliação de impacto ambiental e monitoramento. Editores: Cláudia Condé Lamparelli, Jayme Ortiz Pinto. São Paulo: SMA. 2006. p. 26-42.

HUERTAS, Franco. **Entrevista com Carlos Matus. O Método PES**. São Paulo: Edições FUNDAP/SP – 1995.

KERSTEN M.; FÖRSTNER, U. **Speciation of trace elements in sediments em trace element speciation: analytical methods and problems**. Boca Raton: CRC, 1990. 350 p.

LONGHURST, Alan R., et PAULY, Daniel. **Ecologia dos Oceanos Tropicais**. São Paulo: EDUSP. 2007.

SOBRINHO, P.A. **Processos de Tratamento de Esgoto no Litoral Paulista – Pré-condicionamento para a Disposição Oceânica**. In: São Paulo (Estado) – Secretaria do Meio Ambiente. Emissários Submarinos: projeto, avaliação de impacto ambiental e monitoramento. Editores: Cláudia Condé Lamparelli, Jayme Ortiz Pinto. São Paulo: SMA. 2006. 60-71 p.

TINÔCO, Leonardo Bezerra de Melo. **Projeto Orla – Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima de Natal**. Natal: n.e. 2008.



TINÔCO, Leonardo Bezerra de Melo et. SZYLAGI, Gustavo. **Projeto Orla – Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima de Parnamirim**. Parnamirim: n.e. 2008.

TOMASSI, L.R. **Os riscos e desafios dos esgotos. Petróleo, Poluição e energias alternativas**. São Paulo: Duetto. Scientific American Brasil. 2009. 56-61 p.