



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROURB/RH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS

PROGERIRH

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS

EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPUÍ

PARTE IV - DETALHAMENTO DO PROJETO

TOMO 2 - MEIO AMBIENTE

**VOLUME 1 - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E
RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)**

VOLUME 1-A - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

VOLUME 1-A-2 - CAPÍTULOS 6 E 7

FORTALEZA

OUTUBRO / 1999

JAAKKO PÖYRY



PARTE IV – DETALHAMENTO DO PROJETO

Tomo 2 - MEIO AMBIENTE

**Volume 1 - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E
RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)**

VOLUME 1-A - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

Volume 1-A-2 - Capítulos 6 e 7

ESTRUTURA DO TRABALHO

PARTE IV - DETALHAMENTO DO PROJETO

TOMO 2 - MEIO AMBIENTE

VOLUME 1-A - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

Volume 1-A-1

1. O EMPREENDEDOR
2. O EMPREENDIMENTO
3. DEFINIÇÕES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA
4. ESTUDOS BÁSICOS
5. PLANOS E PROJETOS CO-LOCALIZADOS

Volume 1-A-2

6. ESTUDOS DE ALTERNATIVAS
7. CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

Volume 1-A-3

8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Volume 1-A-4

9. IMPACTOS AMBIENTAIS
10. MEDIDAS MITIGADORAS
11. PLANOS DE CONTROLE E MONITORAMENTO
12. GERENCIAMENTO AMBIENTAL
13. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
14. EQUIPE TÉCNICA
15. BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

VOLUME 1-B - RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)

VOLUME 1-C - ANEXOS

ÍNDICE

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| RELAÇÃO DE ILUSTRAÇÕES..... | 6 |
| MAPA DE SITUAÇÃO..... | 11 |
| 6 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS..... | 13 |
| 6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 14 |
| 6.2 - HISTÓRICO..... | 15 |
| 6.3 - LIMITAÇÕES DE ORDEM AMBIENTAL..... | 20 |
| 6.4 - ANÁLISE DE ENGENHARIA..... | 24 |
| 6.4.1 - Descrição das Alternativas..... | 25 |
| 6.4.1.1 - Alternativa A1..... | 26 |
| 6.4.1.2 - Alternativa C1..... | 27 |
| 6.4.1.3 - Alternativa D1..... | 28 |
| 6.4.1.4 - Alternativa D2..... | 29 |
| 6.4.2 - Resumo dos Principais Quantitativos..... | 29 |
| 6.5 - ANÁLISE DE CUSTOS..... | 30 |
| 6.5.1 - Análise Complementar da Adução à Área da Chapada do Apodi..... | 32 |
| 6.5.2 - Estudos Adicionais da Alternativa D2..... | 34 |
| 6.5.3 - Canal de Adução ao Longo do Córrego da Mata Fresca..... | 36 |
| 6.5.4 - Resumo dos Custos de Engenharia..... | 37 |
| 6.6 - ANÁLISE ECONÔMICA-FINANCEIRA..... | 38 |
| 6.6.1 - Avaliações Financeiras Comparativas..... | 38 |
| 6.6.2 - Avaliações Econômicas Comparativas..... | 41 |
| 6.6.3 - Avaliação Econômico-financeira Global das Alternativas..... | 43 |
| 6.6.4 - Avaliação Complementar da Alternativa Selecionada..... | 43 |
| 6.7 - ANÁLISE AMBIENTAL..... | 45 |
| 6.7.1 - Sistema Natural..... | 47 |
| 6.7.1.1 - Avaliação dos Impactos Ambientais do Sistema Natural..... | 50 |
| 6.7.1.2 - Avaliação dos Impactos Ambientais do Sistema Antrópico..... | 74 |
| 6.7.2 - Análise Ambiental Integrada..... | 94 |
| 6.7.2.1 - Resultados e Considerações Finais..... | 101 |

| | |
|---|------------|
| 6.8 - AVALIAÇÃO GLOBAL DAS ALTERNATIVAS..... | 108 |
| 7 - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO | 112 |
| 7.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 113 |
| 7.1.1 - O Potencial de Solos Irrigáveis | 113 |
| 7.1.2 - Aspectos Geológicos, Geomorfológicos e Geotécnicos | 118 |
| 7.1.3 - Áreas de Empréstimo..... | 122 |
| 7.2 - CRITÉRIOS ADOTADOS NOS ESTUDOS DE ENGENHARIA | 123 |
| 7.2.1 - Pré-Dimensionamento das Obras | 123 |
| 7.2.1.1 - Captação/Barragem..... | 123 |
| 7.2.1.2 - Canal de Aproximação | 124 |
| 7.2.1.3 - Estações de Bombeamento..... | 124 |
| 7.2.1.4 - Adutoras | 128 |
| 7.2.1.5 - Canal de Adução | 128 |
| 7.2.2 - Definição da Vazão de Projeto do Sistema Adutor..... | 128 |

RELAÇÃO DE ILUSTRAÇÕES

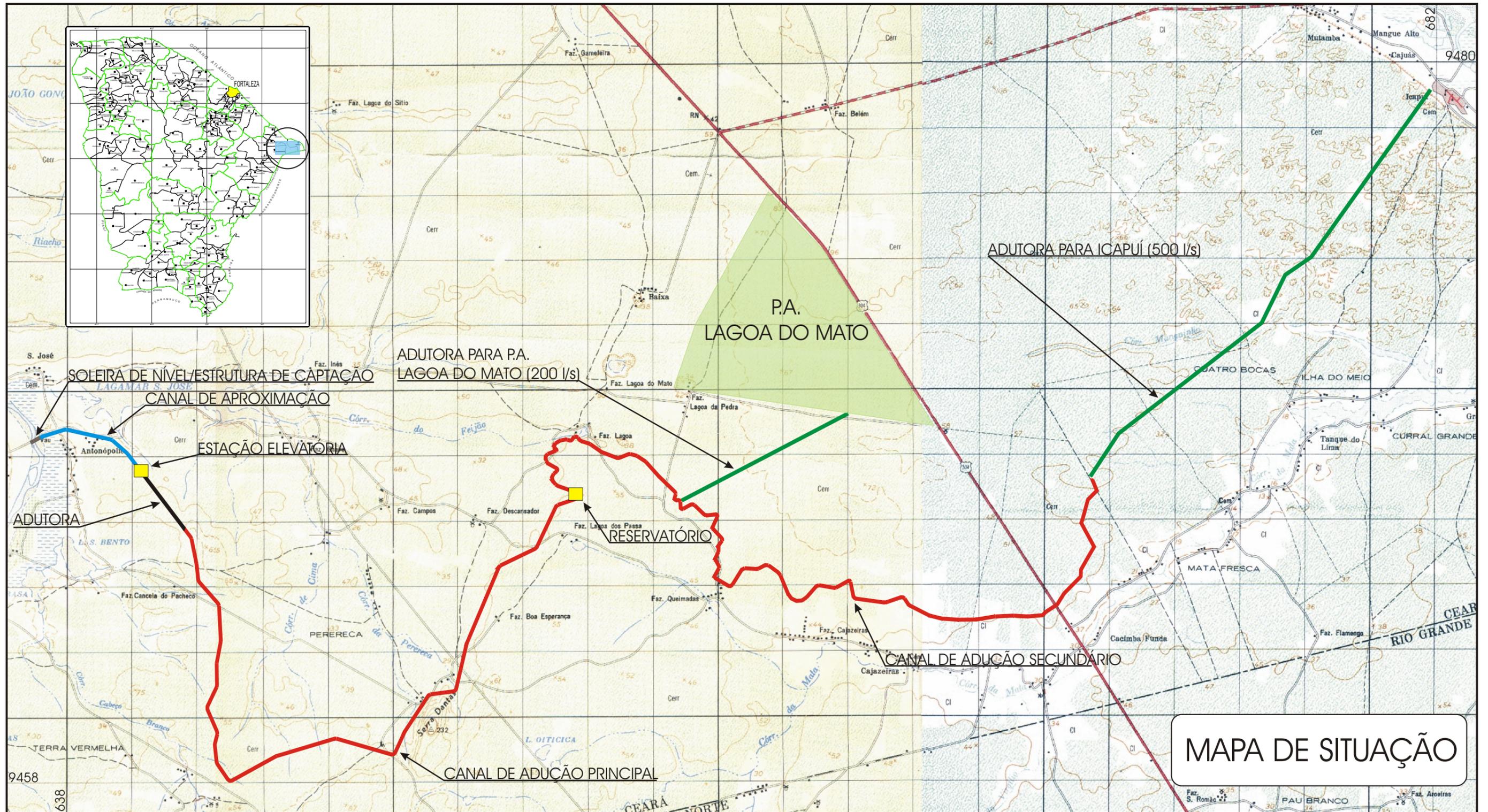
| | |
|--|-----------|
| Quadro 6.1 – Resumo das Alternativas | 17 |
| Quadro 6.2 – Comprimentos das Obras Lineares das Alternativas | 19 |
| Quadro 6.3 – Restrições de Ordem Ambiental..... | 21 |
| Quadro 6.4 – Vazões de Pré-Dimensionamento do Canal para Alternativa A1 | 27 |
| Quadro 6.5 – Vazões de Pré-Dimensionamento do Canal para Alternativa C1 | 27 |
| Quadro 6.6 – Vazões de Pré-Dimensionamento do Canal para Alternativa D1 | 28 |
| Quadro 6.7 – Vazões de Pré-Dimensionamento do Canal para Alternativa D2 | 29 |
| Quadro 6.8 – Comprimento das Obras Lineares, por Alternativa..... | 30 |
| Quadro 6.9 – Resumo dos Investimentos das Alternativas Estudadas..... | 30 |
| Quadro 6.10 – Resumo dos Custos das Alternativas | 31 |
| Quadro 6.11 – Comparação dos Investimentos das Alternativas D2 e D2’ | 33 |
| Quadro 6.12 – Comparação entre os Custos das Alternativas D2 e D2’ | 34 |
| Quadro 6.13 – Áreas Consideradas no Pré-Dimensionamentos Adicionais para Alternativa D2..... | 35 |
| Quadro 6.14 – Principais características numéricas não comuns da Alternativa D2, em função da vazão captada..... | 36 |
| Quadro 6.15 – Aumento Esperado da Demanda | 39 |
| Quadro 6.16 – Análise Financeira Comparativa das Alternativas | 40 |
| Quadro 6.17 – Resultados Comparativos da Avaliação Econômica das Alternativas | 43 |
| Quadro 6.18 – Avaliação econômica comparativa da Alternativa D2 em função do Fator de Utilização..... | 44 |
| Quadro 6.19 – Avaliação Financeira Comparativa da Alternativa D2 em Função do Fator de Utilização..... | 44 |
| Quadro 6.20 – Valoração dos atributos para avaliação ambiental quantitativa das alternativas..... | 49 |
| Quadro 6.21 – Atributos e Valorização dos Impactos Ambientais do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, para Análise Qualitativa | 50 |
| Gráfico 6.1 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa A1 do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí..... | 52 |

| | |
|---|-----------|
| Gráfico 6.2 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa A1..... | 52 |
| Gráfico 6.3 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa A1..... | 53 |
| Gráfico 6.4 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa C1 do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí..... | 56 |
| Gráfico 6.5 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa C1 | 56 |
| Gráfico 6.6 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa C1..... | 57 |
| Gráfico 6.7 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa D1 do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí..... | 58 |
| Gráfico 6.8 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa D1 | 59 |
| Gráfico 6.9 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa D1..... | 60 |
| Gráfico 6.10 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa D2 do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí..... | 61 |
| Gráfico 6.11 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa D2 | 62 |
| Gráfico 6.12 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa D2..... | 63 |

| | |
|---|------------|
| Gráfico 6.13 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa D2’ do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí..... | 64 |
| Gráfico 6.14 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa D2’ | 64 |
| Gráfico 6.15 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa D2’..... | 65 |
| Matriz 6.1 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa A1 ao Sistema Natural | 66 |
| Matriz 6.2 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa C1 ao Sistema Natural | 67 |
| Matriz 6.3 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa D1 ao Sistema Natural | 68 |
| Matriz 6.4 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa D2 ao Sistema Natural | 69 |
| Matriz 6.5 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa D2’ ao Sistema Natural | 70 |
| Gráfico 6.16 – Comparação das Somatórias dos Impactos Ambientais entre as Alternativas ao Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí | 73 |
| Gráfico 6.17 – Total de Pontos Benéficos e Adversos por Alternativa do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí | 74 |
| Quadro 6.22 – Caracterização dos Impactos..... | 86 |
| Quadro 6.23 – Definição de Cenários: Atual, Tendencial e Futuro..... | 87 |
| Quadro 6.24 – Trechos e Variáveis Diferenciais | 89 |
| Quadro 6.25 – Check List..... | 92 |
| Matriz 6.6 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa A1..... | 96 |
| Matriz 6.7 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa A1..... | 97 |
| Matriz 6.8 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa D1..... | 98 |
| Matriz 6.9 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa D2..... | 99 |
| Matriz 6.10 – Avaliação de Impactos Ambientais da Alternativa D2’..... | 100 |

| | |
|---|------------|
| Quadro 6.26 – Resumo da Avaliação de Impactos Ambientais do Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí | 101 |
| Gráfico 6.18 – Total da Somatória da Pontuação por Alternativa..... | 103 |
| Gráfico 6.19 – Impactos Adversos e Benéficos por Alternativas | 103 |
| Gráfico 6.20 – Resultado da Somatória dos Impactos por Meio e por Alternativa | 104 |
| Gráfico 6.21 – Observação de Anomalia na Pontuação Positiva da Alternativa D1 | 105 |
| Gráfico 6.22 – Diferenças na Pontuação das Alternativas | 106 |
| Gráfico 6.23 – Diferenças na Pontuação das Alternativas no Meio Antrópico... .. | 106 |
| Gráfico 6.24 – Diferenças na Pontuação das Alternativas no Meio Abiótico | 107 |
| Gráfico 6.25 – Diferenças na Pontuação das Alternativas no Meio Biótico | 107 |
| Quadro 7.1 – Áreas Passíveis de serem Beneficiadas pelo Eixo Jaguaribe - Icapuí | 117 |
| Figura 7.1 – Seção Típica de Barragem de Nível | 125 |
| Figura 7.2 – Seção Típica de Canal de Aproximação | 126 |
| Figura 7.3 – Estação de Bombeamento | 127 |
| Quadro 7.2 - Estimativa das Demandas de Água..... | 131 |

MAPA DE SITUAÇÃO



MAPA DE SITUAÇÃO

6 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS

6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Estudo das Alternativas envolve as características dos estudos de engenharia; engenharia de custos; economia e finanças; sistema natural; sistema sócio-econômico; sistema ambiental pela junção desses dois últimos; e tem uma definição final com base nas características de meio ambiente, engenharia e custos, cada um descrito à seguir nesse capítulo.

Para melhor se caracterizar o empreendimento, e a utilização de Alternativas mais viáveis técnica, ambiental e economicamente, inicialmente se descreve um histórico da composição das Alternativas e somente depois se passa a cada análise específica.

Também no sentido de melhor caracterizar essa apresentação (pois esse é um Estudo de Impacto Ambiental) trata-se de maneira diferenciada e mais detalhada, a escolha das Alternativas com base no sistema natural, que envolveu os meios físico e biológico; no sistema sócio-econômico, que descreve o meio antrópico; ambos analisados individualmente; e finalmente detalha-se a análise ambiental envolvendo os três meios ressaltados.

Como se observará nas análises, a escolha entre as Alternativas é eminentemente definida em função locacional, pois Alternativas tecnológicas, relativas ao modo construtivo das obras, são pouco afeitas à alterações, embora na fase de elaboração final do projeto executivo essas possam vir a ocorrer. Nesse aspecto, é conveniente esclarecer que as tecnologias de construção de sistemas de captação, adução e canalização de águas, são comumente empregadas no Ceará, sendo assim de domínio e conhecimento comum, resultando em sistemas práticos e funcionais. Na caracterização técnica do empreendimento, capítulo 7 desse Volume do EIA, serão conhecidos mais detalhes sobre a tecnologia a ser utilizada.

Além desses aspectos, foi incluso nesse capítulo um item relativo às restrições ambientais delineado durante o processo de escolha de Alternativas, sendo essas restrições seguidas incondicionalmente por todos da Equipe Técnica e servindo para

demonstrar que o Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí tem nos aspectos ambientais um dos seus tripés de sustentação, resultando assim num projeto ambientalmente viável, como se observará nas conclusões desse Estudo de Impacto Ambiental.

6.2 - HISTÓRICO

Nos Termos de Referência que instruíram o Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí indicou-se um possível traçado do sistema adutor, com uma captação na beira do rio Jaguaribe, perto da localidade de Barro Vermelho, seguida de um conjunto elevatória-adutora que alimentaria um canal na cota 40 m, com aproximadamente 44 km de extensão, aduzindo as águas até o local conhecido como lagoa dos Passa - que apesar do nome apresenta-se totalmente seco - situado nas cabeceiras de um dos formadores do Córrego da Mata Fresca. Desse ponto em diante os Termos de Referência não previram mais obras, admitindo que seria suficiente assegurar a perenização do córrego.

O ponto de partida dos estudos realizados foi o elenco de quatro alternativas do traçado das obras que aduziriam água do rio Jaguaribe até a Lagoa dos Passa, ou um local próximo. Cabe salientar que a definição desses traçados foi feita com base nas possibilidades oferecidas pelo relevo local, sem considerar, ainda, as áreas a serem beneficiadas ao longo de cada caminhamento, de vez que o objetivo era de estudar alternativas de adução do rio Jaguaribe até as cabeceiras do Córrego da Mata Fresca.

Na elaboração da sua proposta, a Equipe Técnica teve a impressão de que deveria ser possível encurtar as obras de adução, mediante o deslocamento da captação para jusante; assim sendo, naquela oportunidade examinou-se as folhas na escala 1/25.000 do antigo DNOS, o que lhe permitiu esboçar três traçados alternativos, que foram denominados alternativas B, C e D, tendo sido a letra A reservada para o traçado original, apresentado nos Termos de Referência.

Esses estudos preliminares permitiram que se apontassem as seguintes possibilidades de traçado:

Alternativa A: consistiu em manter o traçado inicial, com uma única alteração, qual seja a de deslocar a estação elevatória cerca de 1 km para Leste, de modo que esse comprimento de adutora seja substituído por um canal de aproximação, de custo bem menor.

Alternativa B: a captação seria deslocada cerca de 13 km para jusante, ficando perto do local denominado Estreito; após um canal de aproximação de 3,2 km no sentido Norte-Sul, contornando a lagoa do Saco, uma elevatória recalcaria a água numa tubulação adutora de 2,7 km, que alcançaria o canal da Alternativa A no seu km 5,8; face à declividade do rio Jaguaribe, a captação seria feita numa cota 1,8 m mais baixa.

Alternativa C: neste caso haveria um deslocamento adicional da tomada d'água de 4,3 km, até as proximidades da localidade de Várzea Preta; aí teria início um sistema de adução de 4 km, parte como canal de aproximação e a parte restante como adutora, de modo a alcançar o canal da Alternativa A no seu km 21,3; a cota de captação ficaria perto de 4,2 m mais baixa que na Alternativa A.

Alternativa D: a captação seria deslocada de 8,7 km adicionais, num total de 26 km em relação à Alternativa A, ficando nas proximidades de Antonópolis, onde o nível de captação seria de 7,8 m mais baixo, sempre em relação à Alternativa A; a parte inicial do sistema adutor teria a direção geral Oeste-Leste, com um canal de aproximação de 7 km, seguido de uma elevatória recalçando até a cota 20 m, mediante uma tubulação de apenas 200 m; a seguir viria um canal de 10 km, alimentando uma segunda elevatória, que mediante uma adutora de 2 km, alcançaria a lagoa dos Passa; para aduzir água ao projeto Canaã (MAISA) seria suficiente implantar um canal de 2 km na cota aproximada 40 m, no mesmo traçado da Alternativa A, porém com sentido de escoamento invertido.

Logo após o início dos trabalhos visitaram-se os locais das principais obras dessas diversas alternativas, após o que retomaram-se os estudos traçados, com base nas folhas em escala de 1/25.000.

Em paralelo, deu-se início aos trabalhos relativos aos diagnósticos ambiental e sócio-econômico. Neste período, além de uma série de informações adicionais, foram identificados usuários potenciais do futuro sistema adutor (pequenos, médios e grandes proprietários de terras), além das localidades carentes de abastecimento de água, situadas ao longo dos traçados, no vale da Mata Fresca e na faixa litorânea do município de Icapuí.

A integração, então, de todas estas informações, permitiu que se chegasse às conclusões iniciais apresentadas na seqüência:

As Alternativas A e B deveriam, em princípio, ser descartadas, haja vista que as outras duas (C e D) conduzem a obras de adução muito mais compactas, conforme indicado no Quadro 6.1 seguinte.

Quadro 6.1 – Resumo das Alternativas

| ALTERNATIVA | A | B | C | D |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Canal de aproximação (km) | 2,96 | 2,43 | 2,48 | 8,87 |
| Adutoras (km) | 1,93 | 1,92 | 1,49 | 1,40 |
| Canal de adução (km) | 43,92 | 38,36 | 24,58 | 11,61 |
| SOMA | 48,81 | 42,71 | 28,55 | 21,88 |

Observe-se que a irrigação de algumas áreas a partir dos canais de adução das Alternativas A ou B, implicaria num alongamento da ordem 20 km no comprimento total desses sistemas, isto é, em obras adicionais bem mais compridas que sistemas independentes de adução para essas áreas e, ainda, dimensionadas para aduzir vazões mais altas.

De outro lado, chegou-se à conclusão que haveria interesse em diminuir a cota do canal, de 40 m para 35 m, haja vista que, mesmo com essa redução de cota, o nível d'água no ponto final do sistema adutor ainda dominaria toda a área irrigável de interesse do projeto.

Nestas condições, após novo estudo na cartografia existente (escala 1/25.000) e com base em maiores informações de campo, tornou-se possível delinear três novas alternativas, variantes de C e D, caracterizadas a seguir.

Alternativa C1: trata-se de um traçado paralelo ao da Alternativa C, com a cota do canal diminuída de 40 m para 35 m; desse modo, tornou-se possível reduzir os comprimentos da tubulação adutora e do canal de adução, em 415 m e 1.190 m, respectivamente. O ponto final, onde haveria um reservatório de compensação, ficaria a 1,3 km a NNE da lagoa dos Passa. Observe-se que o canal passaria dentro do projeto de assentamento Bela Vista, do INCRA; e que ele margearia as terras do projeto Canaã (MAISA).

Alternativa D1: a captação foi mantida no mesmo local da Alternativa D, o canal de aproximação tendo aumentado a sua extensão, de 7,0 km para 8,9 km; a seguir, uma elevatória recalcaria a água, mediante uma adutora de 1.085 m, até um canal na cota 30 m, com a direção geral NW-SE e 7,6 km de comprimento; daí, uma segunda elevatória, com uma adutora da ordem de 0,3 km, recalcaria até o km 18,4 do canal da Alternativa C1; nesta alternativa, o comprimento total desse canal seria de 12,6 km.

Alternativa D2: a captação e o trecho inicial do canal de aproximação seriam os mesmos da Alternativa D1; a seguir, o canal de aproximação infletiria na direção SE, com um comprimento total de 3,7 km, alimentando uma elevatória com adutora de 1.085 m, recalçando no mesmo canal da Alternativa C1, alcançado na altura do km 9,5; a extensão total do canal de adução seria de 22,4 km, até o mesmo ponto final de C1 e D1.

O Quadro 6.2 a seguir apresenta, de maneira resumida, os comprimentos das obras lineares das novas alternativas.

Cabe acrescentar que as três alternativas admitem uma pequena variante no seu trecho final comum, consistindo em encurtar em 1,3 km o canal de adução e acrescentar uma elevatória dotada de uma curta adutora (cerca de 550 m), recalçando

a água até a lagoa dos Passa, a fim de atingir a cota 40 m; as três variantes foram identificadas pela letra P, ou seja C1P, D1P e D2P.

Quadro 6.2 – Comprimentos das Obras Lineares das Alternativas

| ALTERNATIVA | C1 | D1 | D2 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Canal de aproximação (km) | 2,48 | 10,99 | 3,69 |
| Aduotoras (km) | 1,17 | 0,98 | 1,41 |
| Canal de adução (km) | 23,37 | 10,43 | 22,38 |
| SOMA | 27,02 | 22,40 | 27,48 |

Posteriormente, porém antes da conclusão dos estudos comparativos de alternativas, o PROGERIRH solicitou que fosse estudada a possibilidade de aduzir água para irrigar cerca de 1.500 ha SAU na Chapada do Apodi, numa área situada cerca de 15 km ao Sul do traçado do Alternativa A, em cota média de 125 m.

Trata-se de uma área onde vários empresários, bem organizados, já estão irrigando – com meios próprios – cerca de 700 ha plantados com fruteiras destinadas ao consumo de mesa (interno e de exportação). A irrigação é feita através de métodos localizados, com água captada em poços profundos, com vazão média de 200 m³/h.

A expectativa desses agricultores é não apenas de substituir a água captada nos poços, de qualidade C3-S2 (Riverside), pela água do rio Jaguaribe, como também expandir as áreas irrigadas, para cerca de 1.500 ha.

Assim, optou-se por reativar a alternativa A, diminuindo a cota do fundo do canal de 40 m para 35 m, devendo a nova área ser irrigada através de um recalque específico; esta alternativa recebeu a denominação A1. Estudou-se, também, uma alternativa independente, específica para a irrigação desta nova área, denominada A1-Chapada.

O Mapa de Traçado das Alternativas, disponível no Volume 1-C – ANEXOS desse Estudo de Impacto Ambiental, mostram de forma esquemática, o traçado de todas essas alternativas.

6.3 - LIMITAÇÕES DE ORDEM AMBIENTAL

Foram criados dois grupos de restrições, as primeiras quanto ao sistema natural e as demais quanto ao sistema antrópico, todas considerando principalmente a fase de operação do sistema do canal, já que durante a fase de implantação serão impactados alguns outros ecossistemas, independente de qualquer traçado que venha a ser escolhido por essa metodologia, mas no entanto esse elenco destacado é assaz mais significativo tendo em consideração que alterações neles levariam a um desdobramento em cadeia de porte indefinido, mas certamente muito elevado, inclusive com perecimento de espécies na área.

Restrições ao Sistema Natural:

- Desestabilização de Encostas;
- Interferência no Ecossistema de Mangue;
- Anteparo à Corredor Ecológico;
- Alteração na Faixa de Proteção dos Recursos Hídricos.

Restrições Antrópicas:

- Demolição e Desalojamento;
- Anteparo à Infra-Estrutura Existente;
- Interferência à Corredor Pastoral;
- Seccionamento de Propriedades.

O Quadro 6.3 seguinte, traz a discriminação das restrições e uma pontuação (interna), para servir de base de discussão, que se processa logo a seguir, com a descrição e justificativa de cada fator incluído. A pontuação indica o grau de risco de uma ação que venha a interferir com esses sistemas, sendo tão mais elevada quanto mais impactante adversamente ao meio ambiente, e nesse caso, variando de 1 a 10 pontos.

Quadro 6.3 – Restrições de Ordem Ambiental

| RESTRIÇÕES AMBIENTAIS | PONTUAÇÃO |
|--|------------------|
| AS ENCOSTAS NÃO DEVEM SER DESESTABILIZADAS OU EDAFISADAS | |
| OBRAS PERPENDICULARES NA ENCOSTA | 8 |
| OBRAS PARALELAS À FRENTE DE ENCOSTA | 2 |
| OBRAS EM FRENTE DE ESCARPA | 10 |
| INTERFERÊNCIA NO ECOSISTEMA DE MANGUE | |
| PROVOCAR INTERDIÇÃO NO ESCOAMENTO NATURAL | 8 |
| PROVOCAR ELEVAÇÃO NO ESCOAMENTO NATURAL | 8 |
| PROVOCAR ESCOAMENTO ARTIFICIAL | 10 |
| ANTEPARO À CORREDOR ECOLÓGICO | |
| DIFICULTAR MOBILIDADE DA FAUNA | 6 |
| ALTERAR EQUILÍBRIO ECOLÓGICO | 6 |
| DESMATAMENTO | 9 |
| ALTERAÇÃO NA FAIXA DE PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS | |
| RIOS E RIACHOS | 4 |
| AÇUDES | 1 |
| ÁREAS DE PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO | 2 |
| DESMATAMENTO DE CORPO CILIAR | 10 |
| DEMOLIÇÃO E DESALOJAMENTO | |
| DEMOLIÇÃO TOTAL DE RESIDÊNCIA | 10 |
| DEMOLIÇÃO PARCIAL DE RESIDÊNCIA | 6 |
| REMOÇÃO DE POPULAÇÃO | 10 |
| DEMOLIÇÃO TOTAL DE INFRA-ESTRUTURA PESSOAL | 6 |
| DEMOLIÇÃO PARCIAL DE INFRA-ESTRUTURA PESSOAL | 5 |
| ANTEPARO À INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE | |
| ESTRADAS | 1 |
| CAMINHOS | 1 |
| INTERFERÊNCIA À CORREDOR PASTORIL | |
| LOCAL | 5 |
| REGIONAL | 2 |
| SECCIONAMENTO DE PROPRIEDADES | |
| AGRÍCOLAS | 3 |
| MINERÁRIAS EM LAVRA | 10 |
| MINERÁRIAS REQUERIDAS | 6 |

As Restrições Ambientais tem suas justificativas apresentadas na sequência:

Desestabilização de Encostas

Na Chapada do Apodi, há encostas contínuas e descontínuas, ambas com ou sem escarpas, sendo que obras de construção de sistemas adutores em sentido perpendicular às frentes provocarão diretamente a desestabilização dos taludes, incrementando a erosão local e o assoreamento junto ao vale do rio Jaguaribe. Ao contrário, obras de construção em direção paralelas à essa frente, mesmo que não insiram-se nelas, tendem a edafisar a encosta, o que também provoca alteração na dinâmica sedimentar atual, restringindo-a, ou seja, em qualquer condição devem ser tomados distanciamentos da faixa de encosta, e em se tratando de encosta escarpada, com ângulos de declividade próximos à 90°, todas as obras devem ser evitadas.

Interferência no Ecossistema de Mangue

Os mangues são áreas protegidas pela legislação federal e estadual, sendo área de criação e reprodução de inúmeras espécies fluvio-marinhas, algumas das quais com pouco ou nenhum conhecimento antrópico sobre elas, sendo que a alteração na quantidade de água aportada ao mangue poderá provocar desequilíbrio ecológico imediato, com a superação de uma ou algumas espécies sobre as demais, e chegando mesmo a provocar o perecimento local de algumas espécies, sendo que essa condição de desequilíbrio estende-se mais além, incluindo a faixa oceânica costeira, cujas as mais variadas espécies utilizam-se daquele ambiente para procriação, descanso ou alimentação, ou de forma indireta, alimentando-se de espécies que cohabitam o sistema de mangue.

Anteparo à Corredor Ecológico

Os corredores ecológicos são as áreas por onde circula a fauna, e que permitem a interação com os elementos da flora, assim sendo a interrupção na mobilidade refere-se muito mais diretamente aos animais terrestres, já que não haverá

impedimento de circulação da fauna alada e parte da fauna de insetos, sendo essa também alada, o que minimiza os impactos na flora, pois a polinização se dá mais insistentemente com insetos alados, porém há diversos casos de disseminação de sementes em que a fauna terrestre é responsável, e o impedimento em sua mobilidade trará também impedimento na evolução da flora, alterando a dinâmica do ecossistema local como um todo, além da condição pontual de desmatamento, que levará ao perecimento imediato de inúmeros indivíduos da fauna.

Alteração na Faixa de Proteção dos Recursos Hídricos

O sistema hídrico superficial interage diretamente com os componentes da fauna e flora, sendo indispensável sua manutenção para a sobrevivência de outros, sendo que a interrupção na circulação hídrica provocará desequilíbrio local e temporal, em condição acentuada quando na remoção de mata ciliar, e/ou na alteração dos padrões das áreas de planície de inundação marginais. Todo o sistema hídrico é protegido pelas legislações federal e estadual, tendo em vista ser indispensável para a manutenção da vida.

Demolição e Desalojamento

Somente ligado à fase de construção esse aspecto é relacionado para permitir modificações e ajustes de traçado tendo em vista a presença de habitações e outras obras de infra-estrutura pessoal e ou empresarial, em decorrência do tipo de remoção que se realize, estão ponderados índices diferenciados, agravando-se essa condição, quando exigir remoção de famílias, que demandam um reassentamento, e isso resulta na ocupação de outras áreas em detrimento do meio ambiente, pois certamente a nova área também haverá de sofrer impactos com uma nova ocupação antrópica.

Anteparo à Infra-Estrutura Existente

No sentido de qualquer traçado planejado, o canal haverá de interferir com estradas e caminhos em uso pela população local e regional em seus deslocamentos de lazer e/ou trabalho, o que exigirá deslocamentos dessa população afetada para outros caminhos, muitos dos quais ampliando-lhes as distâncias de deslocamento, e

alterando seu comportamento. Essa condição, exprime-se também em alteração das condições naturais, notadamente em relação ao trânsito veicular, e suas emissões de dióxido e monóxido de carbono, que serão incrementadas com o aumento no percurso.

Interferência à Corredor Pastoril

Os corredores pastoris são utilizados para alimentação e/ou dessedentação dos gados em cria, e nesse sentido, principalmente nos anos de seca, são comuns as mobilizações de gados da área de topo da Chapada do Apodi em busca de água e alimento no rio Jaguaribe, sendo essa uma mobilização caracterizada como regional. No aspecto de mobilização local, incluem-se áreas de alimentação e dessedentação dentro de uma mesma propriedade, levando aos mesmos conflitos, e em dependência da condição imposta localmente, poderá haver uma completa interrupção nesse corredor, pois podem haver casos onde não venham a existir rotas opcionais.

Seccionamento de Propriedades

Nesse sentido, os agravantes incluem diversos pontos já justificados em itens anteriores, mas devem preponderar valores econômicos, com a desvalorização monetária da propriedades agrícolas seccionadas. No setor minerário, a construção do canal deverá provocar alterações nos volumes medidos das jazidas e minas, sendo essa alteração sempre no sentido de diminuição dos volumes aproveitáveis.

6.4 - ANÁLISE DE ENGENHARIA

Os estudos de engenharia visaram possibilitar a seleção de uma dentre as alternativas de traçado estudadas, tendo sido desenvolvidos em passos sucessivos, quais sejam:

Num primeiro momento foram pré-dimensionadas e orçadas as Alternativas A1, C1, D1 e D2, todas com uma vazão captada de 9,0 m³/s, definida com base numa vazão fictícia constante de 5,0 m³/s e um plano agrícola preliminar representativo do conjunto, definido na vazão de projeto do sistema adutor; ressaltando-se que tais

estudos levaram a selecionar a Alternativa D2, do ponto de vista da engenharia e custos.

Tendo em vista o descarte da Alternativa A1, que é a única que contempla a adução de água até a área da Chapada do Apodi, estudou-se uma nova maneira de abastecê-la, mediante um sistema independente, o que levou a diminuir concomitantemente a vazão da Alternativa D2; o conjunto constituído por esses dois subsistemas independentes foi denominado Alternativa D2', cujo custo resultou ser superior ao da Alternativa D2, sendo, portanto, descartado.

O passo final consistiu de estudos complementares da Alternativa D2, visando verificar o efeito das deseconomias de escala resultantes de diminuir a vazão e a área irrigada; assim, as obras foram pré-dimensionadas e orçadas para vazões captadas de 5,8 m³/s e 3,6 m³/s, a segunda correspondendo à vazão fictícia constante mínima dos Termos de Referência, ou seja 2,0 m³/s.

Finalmente, para instruir as análises econômico-financeiras do Eixo de Integração como um todo, foi preciso pré-dimensionar e orçar o canal de adução que se desenvolve pela margem esquerda do Córrego da Mata Fresca, com aproximadamente 30 km de extensão, a partir do reservatório da lagoa dos Passa; observe-se que, sendo ele comum a todas as alternativas, não foi preciso considerá-lo nas análises comparativas anteriormente referidas.

Deve-se destacar que quando estes estudos estavam sendo concluídos, o PROGERIRH informou que, por decisão da SRH-CE a vazão de projeto do sistema deveria ser de 5,0 m³/s; assim sendo, com base nos vários pré-dimensionamentos e estimativas de custos da Alternativa D2, tornou-se possível estimar, por interpolação, os investimentos requeridos para essa vazão, o que permitiu instruir a sua análise econômico-financeira.

6.4.1 - Descrição das Alternativas

Na seqüência é feita a descrição das alternativas estudadas, de forma unitária, e específica, cujos traçados, entre o rio Jaguaribe e a Lagoa dos Passa podem ser

visualizados no Mapa de Traçado das Alternativas, disponível no Volume 1-C – ANEXOS desse Estudo de Impacto Ambiental.

6.4.1.1 - Alternativa A1

Trata-se de uma variante da alternativa inicial A, onde a captação foi mantida no mesmo ponto, com coordenadas 9.449.200 N e 621.500 E, na cota natural de NA = 12,0 m; o comprimento do canal de aproximação aumentou de 2,96 km para 3,46 km; o traçado do canal de adução, com a cota do fundo rebaixada de 40 m para 35 m, é praticamente paralelo ao da Alternativa A.

O recalque, até a cota 39 m, seria feito pela elevatória principal através de uma adutora de 2,4 m de diâmetro e 1,15 km de extensão; no término da mesma, onde teria início o canal de adução, foi previsto uma elevatória secundária, destinada ao atendimento da área da Chapada, recalcando através de uma tubulação de 0,9 m de diâmetro e 1,0 km de extensão, vencendo um desnível geométrico de 86 m.

A vazão total de 9 m³/s foi dividida entre 7,5 m³/s para o canal e 1,5 m³/s para a elevatória secundária.

O canal de adução, com 42,4 km de extensão até alcançar o reservatório final, passaria dentro do projeto de assentamento Bela Vista do INCRA; e entre os empreendimentos JAISA e MAISA, que seriam abastecidos diretamente pelo canal (ver Mapas).

No pré-dimensionamento consideram-se as sangrias ao longo do canal, conforme indicado no Quadro 6.4.

A vazão final de 4,31 m³/s destina-se a irrigação de 6.500 ha do vale da Mata Fresca e da COPAN.

**Quadro 6.4 – Vazões de Pré-Dimensionamento
do Canal para Alternativa A1**

| TRECHO (km) | VAZÃO (m³/s) | SANGRIA NO INÍCIO DO TRECHO | | |
|-------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------|
| | | INTERESSADO | VAZÃO (m³/s) | ÁREA (ha) |
| 0 – 28,5 | 7,50 | - | - | - |
| 28,5 – 34,6 | 6,92 | P.A. Bela Vista | 0,58 | 875 |
| 34,6 – 42,4 | 4,31 | MAISA | 2,43 | 3.680 |
| | | JAISA | 0,18 | 280 |

As Plantas Topográficas (Volume 1-C - ANEXOS) mostram, geometricamente, os cursos d'água temporários a serem seccionados pelo canal, num total de quatro, com pequenas bacias de drenagem, variando entre 16 ha e 1 ha, num total de 34 ha.

6.4.1.2 - Alternativa C1

A captação no Jaguaribe ficaria no mesmo ponto da Alternativa C, com coordenadas 9.458.430 N e 634.200 E, na cota natural de NA 7,0 m, canal de aproximação de 2,48 km, seguido de uma tubulação de recalque de 1,32 km, com diâmetro de 2,4 m, atingindo o canal de adução da alternativa A1 na cota do fundo de 37,4 m, na altura do km 17,6.

Os Mapas e Plantas citados mostram o layout geral das obras, com as áreas empresariais e do INCRA. O Quadro 6.5 indica as vazões, do canal, por trecho, e as sangrias.

**Quadro 6.5 – Vazões de Pré-Dimensionamento
do Canal para Alternativa C1**

| TRECHO (km) | VAZÃO (m³/s) | SANGRIA NO INÍCIO DO TRECHO | | |
|-------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------|
| | | INTERESSADO | VAZÃO (m³/s) | ÁREA (ha) |
| 0 – 10,6 | 9,00 | - | - | - |
| 10,6 – 16,7 | 8,42 | P.A. Bela Vista | 0,58 | 875 |
| 16,7 – 23,4 | 5,15 | MAISA | 3,09 | 4.680 |
| | | JAISA | 0,18 | 280 |

A vazão final de 5,15 m³/s destina-se à irrigação de cerca de 7.500 ha no vale da Mata Fresca e na COPAN.

6.4.1.3 - Alternativa D1

A captação ficaria no mesmo ponto da Alternativa D, com coordenadas 9.468.400 N e 639.100 E, na cota natural de NA = 4,0 m; um canal de aproximação de 10,98 km alcançaria a elevatória, que recalcaria 9,0 m³/s, mediante uma adutora de 2,4 m de diâmetro e 1,24 km de extensão, até um canal com o fundo na cota 36 m, com 5,60 km de comprimento, atingindo o canal de adução da Alternativa A1 no seu km 37,3, de onde poderiam ser abastecidas as áreas da JAISA e da MAISA. O comprimento da adução em canal seria de 10,72 km. Para aduzir água às terras do assentamento Bela Vista do INCRA foi previsto um canal 1,82 km de extensão, no mesmo traçado da Alternativa A1, porém com o sentido de escoamento invertido.

O Quadro 6.6 mostra o esquema de vazões e as sangrias.

**Quadro 6.6 – Vazões de Pré-Dimensionamento
do Canal para Alternativa D1**

| TRECHO (km) | VAZÃO (m ³ /s) | SANGRIA NO INÍCIO DO TRECHO | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|
| | | INTERESSADO | VAZÃO (m ³ /s) | ÁREA (ha) |
| 0 – 5,6 | 9,00 | - | - | - |
| 5,6 – 10,72 | 5,15 | MAISA | 3,09 | 4.780 |
| | | JAISA | 0,18 | 280 |
| 5,6 – 7,42 (ramal) | 0,58 | P.A. Bela Vista | 0,58 | 875 |

A vazão final de 5,15 m³/s destina-se à irrigação de 7.665 ha no vale da Mata Fresca e na COPAN.

As Plantas citadas indicam os quatro riachos temporários seccionados pelo canal, com áreas de drenagem de 68 ha a 4 ha, somando, ao todo, 85 ha.

6.4.1.4 - Alternativa D2

A captação e o trecho inicial do canal de aproximação, com 2,0 km, seriam os mesmos da Alternativa D1; em seguida, o canal de aproximação tomaria a direção SE, com um comprimento de 1,7 km, alimentando uma elevatória - com uma adutora de 2,4 m de diâmetro e 1,14 km de extensão - recalçando para um canal que alcançaria o da Alternativa A1 na altura do km 27,3; a extensão total do canal de adução seria de 24,08 km. Os Mapas e Plantas do Volume 1-C – ANEXOS do EIA, mostram a disposição em planta das obras; percebe-se que o projeto de assentamento Bela Vista, do INCRA, e os empreendimentos da JAISA e da MAISA seriam atendidos diretamente pelo canal principal, como na Alternativa A1.

O Quadro 6.7 ilustra o esquema de vazões do canal.

**Quadro 6.7 – Vazões de Pré-Dimensionamento
do Canal para Alternativa D2**

| TRECHO (km) | VAZÃO (m ³ /s) | SANGRIA NO INÍCIO DO TRECHO | | |
|--------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|
| | | INTERESSADO | VAZÃO (m ³ /s) | ÁREA (ha) |
| 0 – 9,6 | 9,00 | - | - | - |
| 9,6 – 15,7 | 8,42 | P.A. Bela Vista | 0,58 | 875 |
| 15,7 – 24,08 | 5,15 | MAISA | 3,09 | 4.680 |
| | | JAISA | 0,18 | 280 |

A vazão final de 5,15 m³/s teria o mesmo destino que as alternativas C1 e D1. Os Mapas e Plantas citados mostram que o canal só interceptaria dois córregos, que drenam áreas de 4 ha e 2 ha, respectivamente, num total de 6 ha, bem inferior ao das alternativas anteriores, refletindo o fato de ser um traçado que acompanha um divisor de águas.

6.4.2 - Resumo dos Principais Quantitativos

O Quadro 6.8 apresenta, de maneira resumida, os comprimentos das obras lineares das quatro alternativas.

Quadro 6.8 – Comprimento das Obras Lineares, por Alternativa

| ALTERNATIVA | A1 | | | C1 | D1 | D2 |
|----------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | OBRAS | MATA FRESCA | CHAPADA | | | |
| Canal de aproximação | 3,46 | - | 3,46 | 2,48 | 10,98 | 3,71 |
| Adutora | 1,15 | 1,00 | 2,15 | 1,32 | 1,24 | 1,14 |
| Canal de adução | 42,39 | - | 42,39 | 24,17 | 12,54 | 24,08 |
| Soma | 47,00 | 1,00 | 48,00 | 27,97 | 24,76 | 28,93 |

6.5 - ANÁLISE DE CUSTOS

Os tópicos seguintes reportam-se à Seleção de uma Alternativa, do ponto de vista da engenharia de custos.

As planilhas de custos de cada alternativa estudada constam do Volume 1-C -I ANEXOS ao EIA-RIMA e o Quadro 6.9 apresenta, resumidamente, os valores dos investimentos, por grupo homogêneo de componentes.

O Quadro 6.10 apresenta os investimentos totais e os custos anuais de operação, manutenção e energia elétrica para bombeamento, estes estimados com base na vazão fictícia constante de 5,0 m³/s, o que levou ao seguinte volume anual:

$$5,0 \times 365 \times 24 \times 3.600 = 157.680.000 \text{ m}^3$$

Quadro 6.9 – Resumo dos Investimentos das Alternativas Estudadas

| OBRA | A1 | C1 | D1 | D2 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Barragem | 1.120 | 1.120 | 1.234 | 1.234 |
| Canal de aproximação | 1.967 | 1.448 | 11.529 | 3.339 |
| Estação de bombeamento | 8.831 | 7.361 | 7.399 | 7.409 |
| Tubulação | 7.963 | 8.012 | 7.508 | 6.929 |
| Canal de adução | 27.796 | 15.965 | 9.088 | 15.420 |
| Total | 47.677 | 33.906 | 36.758 | 34.331 |
| Índice comparativo | 1,41 | 1,00 | 1,08 | 1,01 |
| Custo unitário (R\$ / ha SAU) | 3.531 | 2.511 | 2.723 | 2.543 |

Nota: Nos custos estão incluídos obras civis, tubos e conexões, equipamentos hidromecânicos e elétricos, montagem, projetos, imprevistos e BDI.

Valores em em R\$ 1.000

(9,0 m³/s = 13.500 ha SAU)

Quadro 6.10 – Resumo dos Custos das Alternativas

| ALTERNATIVA | INVESTIMENTO INICIAL (R\$ 1.000) | CUSTOS ANUAIS (O & M + ENERGIA ELÉTRICA) (R\$ 1.000 / ano) |
|-------------|-------------------------------------|--|
| A1 | 47.677 | 1.669,9 |
| C1 | 33.906 | 1.237,7 |
| D1 | 36.758 | 1.316,9 |
| D2 | 34.331 | 1.288,1 |

Analisando esses dois quadros 6.9 e 6.10, constata-se o seguinte:

A Alternativa A1 é visivelmente desvantajosa em relação às demais, tanto pelo investimento como pelo consumo de energia elétrica; além disso, ela tem um extenso trecho inicial de canal com escassa densidade populacional, ao longo do qual não se identificaram, nos trabalhos de campo, usuários potenciais da água.

A Alternativa D1 apresenta custos ligeiramente superiores aos das Alternativas C1 e D2; além disso, face à posição relativa das obras e das áreas irrigáveis, ela é a única que não oferece uma adução direta para o assentamento Bela Vista do INCRA, além de atravessar extensos latifúndios e áreas pouco habitadas.

Do ponto de vista orçamentário, as alternativas remanescentes, C1 e D2, parecem ser equivalentes, pois apenas 1% de diferença as separa; quanto às despesas de custeio, D2 implica em 4,1% a mais, em relação a C1, o que se deve ao fato do NA na captação ser mais baixo.

Entretanto, há outros aspectos a serem considerados, quais sejam:

O traçado do trecho não comum da Alternativa D2 situa-se num divisor de águas, diminuindo o número e o porte das obras de travessia de cursos d'água locais em relação à alternativa C1;

Em contrapartida, além de comportar um maior número de obras de travessia, com vazões mais altas, o trecho não comum da Alternativa C1, apresenta o inconveniente de estar próximo das escarpas calcárias da Chapada do Apodi, com possíveis riscos de instabilidade, o que não ocorre com D2.

Os dois fatos anteriores não foram considerados na estimativa de custos – pois neste nível não se desce a tais detalhes – cabendo destacar que os custos das obras de travessia de riachos foram computados dentro da rubrica geral “obras de arte”, através de um percentual, que foi comum a todas as alternativas.

Face a essas diversas razões, decidiu-se optar pela Alternativa D2, sob o ponto de vista da engenharia e dos custos, tal opção tendo sido reexaminada, posteriormente, à luz das análises econômicas e ambientais.

6.5.1 - Análise Complementar da Adução à Área da Chapada do Apodi

Conforme indicado, foi elaborada uma variante para a alternativa D2, com uma captação independente para o atendimento da área da Chapada; ela abrange dois sistemas: um com capacidade de 7,5 m³/s, para atendimento geral do Eixo de Integração; e outro, de 1,5 m³/s, específico para os irrigantes da Chapada; esse conjunto, denominado Alternativa D2', está esquematizado na cartografia disponível; as vazões e áreas irrigadas do Eixo de Integração são as mesmas da alternativa A1.

O subsistema destinado a atender a área do Eixo de Integração tem exatamente o mesmo traçado da Alternativa D2, diferindo, apenas, pelo fato de ter uma vazão mais reduzida. O subsistema destinado à Chapada, por sua vez, tem as seguintes características gerais:

- A localização da captação foi otimizada, o que levou a deslocá-la um pouco para jusante;
- O canal de aproximação teria 3.460 m de extensão e 1,3 m de largura da base;

- A elevatória comportaria grupos de eixo horizontal, com uma altura manométrica de 120 m;
- A tubulação adutora, de 0,9 m de diâmetro, teria um comprimento de 2.150 m.

As planilhas de custos desta alternativa constam, também, do Volume 1-C - ANEXOS ao EIA-RIMA. Para efeitos comparativos com a Alternativa D2, montou-se o Quadro 6.11, onde constam os principais custos de D2 e D2'. No Quadro 6.12 resumiram-se os investimentos e as despesas anuais de custeio.

Verifica-se que a variante D2' leva a aumentos de 4,2% nos investimentos e de 19% nas despesas operacionais, este último sendo função do sensível aumento da altura manométrica de recalque decorrente do bombeamento para a Chapada.

Quadro 6.11 – Comparação dos Investimentos das Alternativas D2 e D2'

| OBRA | D2 | D2' | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------|------------------------|--------|
| | | EIXO DE INTEGRAÇÃO ⁽²⁾ | CHAPADA ⁽³⁾ | TOTAL |
| Barragem | 1.234 | 1.234 | 1.120 | 2.354 |
| Canal de aproximação | 3.339 | 3.230 | 1.392 | 4.622 |
| Estação de bombeamento | 7.409 | 5.633 | 1.251 | 6.884 |
| Tubulação | 6.929 | 5.298 | 2.109 | 7.407 |
| Canal de adução | 15.420 | 14.522 | - | 14.522 |
| Total | 34.331 | 29.917 | 5.872 | 35.789 |
| Índice comparativo | 1,00 | - | - | 1,05 |
| Custo unitário (R\$ / ha) | 2.543 | 2.659 | 2.610 | 2.651 |

Nota: (1) Nos custos estão incluídos obras civis, tubos e conexões, equipamentos hidromecânicos e elétricos, montagem, projetos, imprevistos e BDI.

(2) Eixo de Integração $\Rightarrow Q = 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$

(3) Chapada $\Rightarrow Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$

Valores em R\$ 1.000

9,0 m^3/s e 13.500 ha SAU

É interessante observar que as duas primeiras colunas numéricas do Quadro 6.11 referem-se ao Eixo de Integração, com vazões captadas de 9,0 m³/s e 7,5 m³/s, respectivamente; tendo em vista que a redução da vazão foi de 16,7%, evidencia-se uma deseconomia de escala, pois o investimento só diminuiu em 12,9%, de onde resultou um aumento de 4,6% no custo por hectare.

Em contrapartida, embora tenha uma adução mais curta, o custo unitário do sistema independente para a Chapada resultou ser somente 1,8% inferior ao do Eixo de Integração, com a vazão de 7,5 m³/s.

Por esses diversos motivos, a Alternativa D2' foi descartada, tendo-se ficado com D2, sempre do ponto de vista da engenharia e dos custos.

Quadro 6.12 – Comparação entre os Custos das Alternativas D2 e D2'

| ITEM | UNIDADE | D2 | D2' |
|---------------------------------|-----------|---------|---------|
| Investimento inicial | R\$ 1.000 | 34.331 | 35.789 |
| Índice comparativo | - | 1,00 | 1,04 |
| Custos Anuais (O & M + e.e.) | R\$ 1.000 | 1.288,1 | 1.534,1 |
| Índice comparativo | - | 1,00 | 1,19 |

6.5.2 - Estudos Adicionais da Alternativa D2

Na época em que se estavam sendo desenvolvidos os estudos de alternativas ainda se trabalhava com vazões fictícias constantes podendo variar entre 2,0 m³/s e 5,0 m³/s, as quais correspondiam, conforme a versão inicial¹ do esquema de demandas em vazões de pico a serem captadas de 3,6 m³/s e 9,0 m³/s.

¹ Com base nos valores de ETo de Hargreaves para Jaguaruana, posteriormente corrigidos, em função dos estudos climatológicos

Assim sendo, decidiu-se pré-dimensionar a alternativa D2 não só para a vazão mínima de 3,6 m³/s, como também para uma vazão intermediária de 5,8 m³/s.

O Quadro 6.13 indica as áreas cujo atendimento foi considerado, inclusive na alternativa D2 básica.

Observa-se que as únicas áreas que não foram alteradas são as do vale da Mata Fresca – por ser o fulcro do projeto – e da JAISA, que é uma empresa já implantada na área; além disso, a redução relativa de água alocada aos projetos de assentamento do INCRA foi menor que para a COPAN e a MAISA, refletindo o fundo social do empreendimento.

**Quadro 6.13 – Áreas Consideradas no Pré-Dimensionamentos
Adicionais para Alternativa D2**

| ÁREA | ÁREA MÁXIMA (ha SAU) | INTERMEDIÁRIA (ha SAU) | ÁREA MÍNIMA (ha SAU) |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Vale da Mata Fresca | 1 350 | 1 350 | 1 350 |
| MAÍSA | 4 680 | 2.800 | 1.400 |
| JAÍSA | 280 | 280 | 280 |
| COPAN | 6.000 | 3.600 | 1.800 |
| Campos Verdes (INCRA) | 480 | 270 | 200 |
| Bela Vista (INCRA) | 875 | 500 | 400 |
| Soma (arredondada) | 13 500 | 8.800 | 5.400 |
| Vazão (m ³ /s) | 9,8 | 5,8 | 3,6 |

O Quadro 6.14, indica as principais diferenças numéricas entre as três variantes, tanto em termos das obras não comuns como dos investimentos e das despesas anuais de custeio. Observa-se que ao se diminuir a área em 60%, o investimento só cai 36%, de onde o sensível aumento do custo por hectare.

Esses custos unitários, mais o do Eixo de Integração com 7,5 m³/s (Quadro 6.11) possibilitaram relacionar a vazão do sistema e o investimento por hectare SAU (Superfície Agrícola Útil).

Quadro 6.14 – Principais características numéricas não comuns da Alternativa D2, em função da vazão captada

| DISCRIMINAÇÃO | VAZÕES m ³ /s | | |
|---|--------------------------|-----------|--------|
| | 9,0 | 5,8 | 3,6 |
| Largura da base do canal de aproximação (m) | 4,0 | 2,0 | 1,8 |
| Altura manométrica da elevatória (m) | 31,3 | 32,0 | 32,8 |
| Potência da elevatória (kW) | 3.950 | 2.600 | 1.650 |
| Diâmetro da tubulação (m) | 2,40 | 1,9 | 1,5 |
| Largura da base do canal de adução (m) | 1,70 a 2,0 | 1,5 a 2,0 | 1,5 |
| Investimento total (R\$ 1.000) | 34.331 | 26.426 | 21.992 |
| Investimento unitário (R\$/ha SAU) | 2,512 | 2.992 | 4.047 |

Observa-se que quando a área diminui a menos de 8.000 – 9.000 ha SAU, aproximadamente, a ascensão do custo unitário tornou-se maior; para a vazão de 5,0 m³/s, que acabou prevalecendo – o que na época não se sabia – o investimento por hectare resultou ser de R\$ 3.330, ou seja em torno de 30% acima do valor correspondente à máxima hipótese de dimensionamento considerada; isto mostra que a deseconomia de escala não seria excessiva; os seus efeitos no desempenho econômico-financeiro do projeto estão analisados no item 6.6, seguinte.

6.5.3 - Canal de Adução ao Longo do Córrego da Mata Fresca

Conforme indicado anteriormente nesse capítulo 6, a adução e distribuição de água a partir do reservatório de lagoa dos Passa deveria ser feita por um canal localizado pela margem esquerda do córrego.

Sendo uma obra comum a todas as alternativas, o seu custo não foi computado nas comparações procedidas neste item. No entanto, ele é necessário para instruir as avaliações econômico-financeira; por tal motivo, estudou-se nas folhas existentes, um traçado partindo da cota 35, o que resultou numa extensão de 30 km até Mata Fresca.

6.5.4 - Resumo dos Custos de Engenharia

Os estudos comparativos de alternativas, feitos do ponto de vista da engenharia e dos custos, mostraram o seguinte:

- A Alternativa A1 – que incluiu uma área irrigada na Chapada do Apodi - resultou nitidamente desvantajosa, em termos de investimentos e de custos operacionais, tendo sido descartada de início;
- Embora em menor escala, a Alternativa D1 é, também, mais onerosa que C1 e D2, tendo sido, também, descartada;
- As Alternativas C1 e D2 mostraram-se praticamente equivalentes, tendo boa parte do seu traçado em comum; no entanto, a comparação entre os trechos não comuns evidenciou que D2 é mais favorável, pois o seu traçado passa por um divisor de águas, requerendo menos obras de travessia (cujo custo não aparece nos orçamentos comparativos), além de oferecer melhores condicionantes geológico-geotécnicos, por estar afastado da encosta da Chapada do Apodi; assim sendo, selecionou-se a Alternativa D2;
- O estudo de uma variante de D2, com vazão menor, liberando recursos hídricos para irrigar a área situada na Chapada do Apodi por um sistema independente, mostrou que mesmo assim, o atendimento dessa área continuava sendo menos interessante que a concentração de todas as áreas irrigadas na área de influência direta do Eixo de Integração;
- Finalmente, um estudo específico sobre a Alternativa D2, feito com vazões (e áreas) menores, mostrou claramente os efeitos das deseconomias de escala resultantes de diminuir a área irrigada; no entanto, para uma vazão captada limitada a $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ – que acabou prevalecendo – o aumento relativo do investimento por hectare ainda seria relativamente pequeno, da ordem de 30%, passando a 60% para uma vazão de apenas $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.6 - ANÁLISE ECONÔMICA-FINANCEIRA

Todas as informações anteriores de engenharia e restrições ambientais tiveram como objetivo fornecer informações para embasar, do ponto de vista da economia, a escolha da alternativa de engenharia que deverá ser objeto de detalhamento, ao nível de projeto executivo.

Para tanto, foram feitos dois tipos de avaliações, isto é:

Avaliação financeira do ponto de vista da entidade promotora do empreendimento, embora considerando, indiretamente, a posição dos futuros irrigantes; todos os custos foram definidos a nível de mercado.

Avaliação econômica, feita do ponto de vista da economia como um todo, independentemente de “quem paga o que”; neste nível adotaram-se preços sombra.

6.6.1 - Avaliações Financeiras Comparativas

Num primeiro momento foram analisadas as cinco alternativas objeto de pré-dimensionamento (A1, C1, D1, D2 e D2'), todas elas com a captação de 9,0 m³/s; o volume médio anual captado no rio Jaguaribe foi, em todos os casos, o equivalente à vazão fictícia constante de 5,0 m³/s, ou seja 157,7 milhões de metros cúbicos por ano; admitiram-se 10% de perdas, de onde resultou um volume médio anual de água vendida de 142 milhões de metros cúbicos por ano.

Além dos investimentos, que teriam sido feitos no ano zero, na montagem dos fluxos de caixa das alternativas consideraram-se os seguintes fatores:

- Fluxo de caixa com 30 anos de duração;
- Reinvestimentos, no ano 15, dos equipamentos com essa vida útil;

- Despesas anuais de operação e manutenção iguais aos percentuais abaixo, incidindo sobre os respectivos investimentos:

- Obras civis: 2,5%
- Tubulações: 0,75%
- Equipamentos hidro-mecânicos: 3,5%
- Equipamentos elétricos: 3,5%

Despesas de energia elétrica para bombeamento calculadas com uma taxa de demanda de R\$ 4,22/kW; e uma tarifa de consumo fora de ponta de R\$ 57,45/1.000 kWh.

Aumento gradativo da demanda, nos moldes do Quadro 6.15, seguinte.

Partindo desses pressupostos, calculou-se, para cada alternativa, o preço de venda da água necessário para conferir à mesma uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 12% ao ano.

Quadro 6.15 – Aumento Esperado da Demanda

| ANOS | PERCENTUAIS DE VENDA DE ÁGUA |
|------|------------------------------|
| 1 | 30 |
| 2 | 50 |
| 3 | 70 |
| 4 | 90 |
| 5 | 100 |

O Quadro 6.16 indica os investimentos e custos anuais de cada alternativa, dimensionada para vazão de 9,0 m³/s na estabilização, bem como o preço da água necessário para atingir a TIR de 12%.

Quadro 6.16 – Análise Financeira Comparativa das Alternativas

| ALTERNATIVAS | INVESTIMENTO INICIAL (R\$ x 1.000) | CUSTOS DE O&M (R\$/ano) | CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA (R\$/ano) | PREÇO DA ÁGUA PARA TIR = 12% (R\$/1.000 m ³) |
|--------------|---------------------------------------|----------------------------|---|---|
| A1 | 61.169,2 | 1.032,5 | 637,4 | 83 |
| C1 | 47.398,4 | 781,3 | 456,4 | 61 |
| D1 | 50.250,5 | 838,7 | 478,1 | 65 |
| D2 | 47.822,9 | 802,7 | 485,4 | 62 |
| D2' | 49.371,5 | 802,9 | 731,2 | 65 |

(Q = 9,0 m³/s)

Constata-se que do ponto de vista financeiro C1 e D2 são as melhores alternativas, sendo praticamente equivalentes.

Para considerar o ponto de vista do irrigante, foram tecidas as seguintes considerações:

Com um consumo médio anual por hectare de 10.000 m³ de água, comprada à razão de R\$ 62/1.000 m³, o custo anual da água seria de R\$ 600/ha; considerando que um hectare de melão irrigado pode ser plantado três vezes num mesmo ano, gerando uma renda líquida de R\$ 2.000 x 3 = R\$ 6.000/ano, verifica-se que o custo da água – um insumo primordial nessa área – equivaleria a aproximadamente 10% da renda líquida, o que é perfeitamente aceitável do ponto de vista econômico-financeiro.

De outro lado, levantamento de campo realizado pelo projeto mostrou que os irrigantes do vale gastam, com energia elétrica para bombeamento algo em torno de R\$ 600/ha/ano, por coincidência, quase o mesmo valor emergente deste estudo para viabilizar financeiramente o projeto; ocorre, no entanto, que nas condições atuais o irrigante enfrenta problemas devidos à dureza da água (incrustações na bomba e nos circuitos hidráulicos; possíveis riscos de degradação dos solos mais pesados), de modo que podendo adquirir água de melhor qualidade, por um preço semelhante, o preço retroindicado teria atratividade para ele.

6.6.2 - Avaliações Econômicas Comparativas

Ressalte-se, inicialmente, que os preços de mercado foram convertidos em preços sombra com base na aplicação dos coeficientes indicados abaixo, emergentes de um estudo financiado pelo Banco Mundial (Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS):

| | |
|---|------|
| - Mão-de-obra qualificada: | 0,81 |
| - Mão-de-obra não qualificada: | 0,46 |
| - Materiais (nacionais ou importados): | 0,88 |
| - Equipamentos (nacionais ou importados): | 0,80 |
| - Energia elétrica: | 0,97 |

Os cálculos foram feitos com os mesmos fluxos de caixa admitidos na avaliação financeira; a taxa de desconto foi, também, de 12% ao ano. Utilizou-se o modelo SIMOP, de amplo uso para análise de investimentos públicos no Nordeste, com uma elasticidade-preço da demanda de água de - 0,55021. No que se refere ao custo de oportunidade, isto é, aos benefícios passíveis de serem obtidos sem o projeto - considerou-se o seguinte:

Nas áreas dispostas ao longo do canal de adução (isto, é entre a captação e a lagoa dos Passa) inexistente qualquer alternativa local de baixo custo para obter água para irrigação; assim sendo, o custo de oportunidade das terras é muito baixo, pois corresponde às baixíssimas rendas passíveis de serem auferidas sem irrigação, como atesta o fato de que essa área quase não tem habitantes.

No vale do córrego da Mata Fresca devem-se distinguir várias situações, quais sejam:

- Os atuais irrigantes de solos de textura média ou pesada estão desenvolvendo uma atividade que encerra sérios riscos à preservação dos mesmos; portanto, do ponto de vista ambiental, essa seria uma atividade degradante, insusceptível de ser considerada válida numa análise econômica feita do ponto de vista da economia como um todo. Desse modo, o seu custo de oportunidade deveria ser praticamente nulo;
- Pelas mesmas razões, os solos semelhantes, porém ainda não irrigados, deveriam ser considerados como de uso muito extensivo, sem irrigação, com um custo de oportunidade muito baixo;
- No que se refere às areias quartzosas - que ao serem irrigadas com águas carbonatadas correm riscos seguramente baixos, face à sua grande profundidade e acentuada drenabilidade – entende-se que parte delas poderiam ficar fora do projeto (continuando a ser irrigadas com água de poço); e que outra parte não seria irrigada, por tratar-se de uma área com população rarefeita; assim, o custo de oportunidade só deveria ser considerado para as areias quartzosas já irrigadas, passíveis de receberem água do Eixo de Integração, com uma superfície total inexpressiva em relação à área total do empreendimento.

Esta análise levou a concluir que, do ponto de vista prático, o custo de oportunidade do projeto poderia ser considerado nulo, o que foi feito.

Isto posto, as análises econômicas foram feitas considerando um preço da água de R\$ 62/1.000 m³ – o mesmo resultante da análise financeira – de modo a assumir uma atitude conservadora. Vale ressaltar que conforme um estudo que a consultora PBLM Consultoria Empresarial S/C Ltda. desenvolveu para o Banco do Nordeste, o custo econômico da fonte alternativa “poço com bomba”, para fins de atendimento humano, resultou ser de R\$ 900/1.000 m³, considerando economias de escala admitiu-se um valor 90% menor, ou seja R\$ 90/1.000 m³, 50% superior ao que foi adotado, mostrando ser uma hipótese conservadora. Os resultados obtidos estão resumidos no Quadro 6.17.

Quadro 6.17 – Resultados Comparativos da Avaliação Econômica das Alternativas

| ALTERNATIVAS | TIR (% ao Ano) | VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$ x 1.000) |
|--------------|----------------|--------------------------------------|
| A1 | 43,4 | 156.987,3 |
| C1 | 81,3 | 360.983,4 |
| D1 | 78,5 | 359.983,5 |
| D2 | 80,8 | 360.485,6 |
| D2' | 49,3 | 163.287,4 |

(Q = 9,0 m³/s)

Constata-se que, como era dado esperar, as Alternativas A1 e D2' ficaram muito atrás das outras três, cujo desempenho pode ser considerado equivalente, do ponto de vista econômico.

6.6.3 - Avaliação Econômico-financeira Global das Alternativas

Em função dos resultados obtidos, a escolha deveria ser feita entre as Alternativas C1 e D2, cujo desempenho é praticamente equivalente dos pontos de vista econômico e financeiro, sobretudo considerando a relativa imprecisão dos estudos de engenharia desenvolvidos visando, apenas, um cotejo entre as alternativas estudadas, para selecionar uma delas.

6.6.4 - Avaliação Complementar da Alternativa Selecionada

Uma vez selecionada a Alternativa D2, com uma vazão captada limitada a 5,0 m³/s, estimou-se oportuno complementar as análises que instruíram a sua escolha, com investimentos e custos operacionais para um sistema com essa vazão; para tanto, contava-se com os valores estimados para a alternativa D2, pré-dimensionada e orçada para vazões de captação de 9,0 m³/s, 7,5 m³/s, 5,8 m³/s e 3,6 m³/s.

Destarte, os cálculos econômico-financeiros foram retomados, considerando um sistema com capacidade de 5,0 m³/s, tendo os custos dos principais componentes sido deduzidos por interpolação entre aqueles das alternativas de D2. Além disso, para fornecer uma visão mais abrangente, ao invés de repetir o fator de utilização de 0,55,

considerado nas comparações, admitiram-se três valores alternativos do mesmo, refletindo diversos graus de utilização das facilidades proporcionadas pelo Eixo de Integração: 0,5, 0,6 e 0,7. O Quadro 6.18 mostra os resultados alcançados nessas novas análises econômicas.

Quadro 6.18 – Avaliação econômica comparativa da Alternativa D2 em função do Fator de Utilização

| FATOR DE UTILIZAÇÃO | TIR (% ao Ano) | VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$ x 1.000) |
|---------------------|----------------|--------------------------------------|
| 0,5 | 38,3 | 64.276,3 |
| 0,6 | 49,3 | 102.342,3 |
| 0,7 | 60,4 | 146.763,8 |

(Q = 5,0 m³/s)

Observa-se que mesmo na condição mais desfavorável de um fator de utilização limitado a 0,5, a taxa interna de retorno ainda alcança um valor muito atrativo, subindo para mais de 60% se o fator de utilização for de 0,7.

O Quadro 6.19 mostra os resultados das novas avaliações financeiras, feitas sempre do ponto de vista do empreendedor.

Quadro 6.19 – Avaliação Financeira Comparativa da Alternativa D2 em Função do Fator de Utilização

| FATOR DE UTILIZAÇÃO | PREÇO DE VENDA DA ÁGUA PARA TIR = 12% AO ANO (R\$/1.000 m ³) |
|---------------------|--|
| 0,5 | 100 |
| 0,6 | 83 |
| 0,7 | 69 |

(Q = 5,0 m³/s)

Observa-se, mais uma vez, que as economias de escala proporcionadas pela maior utilização do sistema redundam em benefícios, no caso, uma sensível redução no preço de venda da água necessário para viabilizar o projeto. Interpolando para um fator de 0,55 - o mesmo adotado nos estudos comparativos iniciais - o valor resultante

é da ordem de R\$ 92/1.000 m³, isto é 33 % superior ao que resultara para a mesma alternativa, com capacidade de 9,0 m³/s.

Confirma-se, portanto, que - neste nível de precisão das avaliações - o Eixo de Integração deve ser um investimento economicamente e financeiramente viável. Observe-se que, de conformidade com o Plano de Trabalho, tais aspectos deverão ser revistos, com precisão bem maior, em função dos custos emergentes do projeto executivo; e de estimativas dos benefícios definidas a partir de planos agrícolas, o todo num processo mais específico que a utilização do Modelo SIMOP, válido para selecionar uma alternativa.

6.7 - ANÁLISE AMBIENTAL

Neste item procedeu-se a uma avaliação preliminar dos impactos ambientais não comuns das alternativas A1, C1, D1, D2 e D2', todas já identificadas nos títulos anteriores desse capítulo e disponíveis para observação no Mapa de Traçado das Alternativas no Volume 1-C - ANEXOS ao EIA, e cuja análise teve o intuito de possibilitar, juntamente com as análises de engenharia, custos e econômico-financeiras, a seleção da alternativa a ser detalhada.

Para atingir melhores êxitos, foram individualizados os sistemas de análise em sistema natural, compreendendo os meios físico (abiótico) e biótico e o sistema sócio econômico, pela análise do meio antrópico. Em comum ambos tem a definição das ações do Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí, capazes de promover impactos ambientais, definidos nas formas apontadas nos tópicos seguintes:

Desapropriação: é a aquisição, pelo promotor do empreendimento, das áreas necessárias à implantação das obras; portanto, o parâmetro aferidor é a extensão das obras.

Deslocamento/reassentamento: refere-se às famílias a serem deslocadas das suas moradias pela implantação das obras.

Desmatamento: trata-se da limpeza das áreas destinadas à implantação das obras, abrangendo a retirada da cobertura vegetal, da camada radicular e do horizonte O. É aferida através da área ocupada pelas obras, da sua composição florestal e da relação fauna x flora da área a ser afetada.

Movimento de terra: envolve escavações e aterros para a implantação de obras, bem como a exploração de jazidas de materiais naturais de construção e as áreas de bota-fora. A área é, também, o parâmetro aferidor, junto com o tipo de substrato e a localização das obras em relação a acidentes geográficos.

Sistema de captação: refere-se às obras de barramento do rio Jaguaribe (barragem de nível) e ao canal de aproximação; os parâmetros a considerar são o comprimento do canal e o número de barramentos, haja vista que os mesmos deverão ter espelhos d'água semelhantes, em todos os casos.

Sistema de recalque: abrange elevatórias e tubulações de recalque; os parâmetros considerados foram o número de elevatórias, o comprimento das tubulações e a localização das obras.

Sistema de adução/distribuição: abrange o canal, desde o fim da adutora até a lagoa dos Passa; os parâmetros aferidores são o seu comprimento e a sua localização.

Organização comunitária: é o processo de organização dos grupos e coletividades, visando a melhoria dos recursos físicos, econômicos e sociais de que disponham.

Educação social: é um processo direcionado a despertar e desenvolver, nos grupos organizados, o sentimento de “pertencerem” à sociedade, bem como um sentido de responsabilidade coletiva, calcado principalmente na compreensão do conceito de cidadania.

Trata-se, portanto, de nove tipos diferenciados de ações, que poderão, ou não, se fazer sentir sobre os componentes do sistema ambiental, analisados pelos dois

grupos (sistema natural e sistema sócio-econômico) através de metodologias próprias, conforme os títulos seguintes.

6.7.1 - Sistema Natural

Para análise do sistema natural, o procedimento metodológico da avaliação de impactos ambientais, segue basicamente o padrão usual, ou seja, é baseado no modelo conceitual de Leopold, L. B; Clarke, F. E; Hanshaw, B. B; Balsley, J. R. (1971) *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*, sendo modificado em função da Resolução CONAMA n.º 01/86, que trata do Estudo de Impacto Ambiental.

Uma caracterização mais completa dos critérios metodológicos utilizados pode ser observada no capítulo 9 desse EIA (Volume 1-A-4).

Para análise foram incluídos os seguintes componentes do sistema natural, segregados pelos dois meios em tema.

Meio abiótico:

- Ar (ruídos e/ou poeira devidos às obras)
- Geologia/geomorfologia (processos geológicos e feições morfológicas)
- Solos (das áreas de obras)
- Recursos hídricos (interferência com os recursos hídricos locais)

Meio biótico:

- Fauna
- Flora
- Dinâmica dos ecossistemas:
 - Aquáticos
 - Terrestres
- Valores paisagísticos

O critério de avaliação envolveu aspectos quantitativos e qualitativos, ambos analisados interativamente, ou seja, baseados nos mesmos conceitos e atributos.

A análise quantitativa foi realizada com base na valoração constante no Quadro 6.20, que leva em consideração atributos de caráter, magnitude e importância, sendo que seus resultados é que foram apostos à matriz de avaliação ambiental de cada Alternativa, onde se utilizaram cores, verde e vermelha, para segregar o caráter, benéfico ou adverso, respectivamente e a valoração numérica no centro da célula matricial.

O conceito dos atributos e respectivos parâmetros de avaliação, que foram utilizados na descrição dos impactos ambientais (análise qualitativa), é apresentado no Quadro 6.21. Onde exemplifica-se que um impacto de Caráter benéfico, de Magnitude média, Importância significativa, Duração curta, Temporalidade permanente, Ordem direta, Danos reversíveis e Escala local é representado pela seguinte simbologia: **+ M 3 4 U D V L**.

Visando fortalecer o conhecimento e os resultados dele auferidos, o processo de análise passou pela seguinte forma organizativa:

- 1º. Identificação de todas as ações das Alternativas, e, identificação dos componentes do sistema ambiental da área de influência do estudo;
- 2º. Identificação dos impactos ambientais gerados e/ou previsíveis pelas ações das Alternativas sobre o ambiente; e
- 3º. Descrição e caracterização dos impactos ambientais identificados ou previsíveis pelas Alternativas.

Quadro 6.20 – Valoração dos atributos para avaliação ambiental quantitativa das alternativas

| CARÁTER | MAGNITUDE | IMPORTÂNCIA | VALORAÇÃO |
|---------|------------|-------------------|-----------|
| + | PEQUENA | Não Significativa | 1 |
| | | Moderada | 2 |
| | | Significativa | 3 |
| | MÉDIA | Não Significativa | 4 |
| | | Moderada | 5 |
| | | Significativa | 6 |
| | GRANDE | Não Significativa | 7 |
| | | Moderada | 8 |
| | | Significativa | 9 |
| +/- | INDEFINIDO | | 0 |
| - | PEQUENA | Não Significativa | - 1 |
| | | Moderada | - 2 |
| | | Significativa | - 3 |
| | MÉDIA | Não Significativa | - 4 |
| | | Moderada | - 5 |
| | | Significativa | - 6 |
| | GRANDE | Não Significativa | - 7 |
| | | Moderada | - 8 |
| | | Significativa | - 9 |

Quadro 6.21 – Atributos e Valorização dos Impactos Ambientais do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, para Análise Qualitativa

| ATRIBUTO | PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO | SÍMBOLO |
|---------------|-------------------------|---------|
| CARÁTER | POSITIVO | + |
| | NEGATIVO | - |
| | INDEFINIDO | +/- |
| MAGNITUDE | PEQUENA | P |
| | MÉDIA | M |
| | GRANDE | G |
| IMPORTÂNCIA | NÃO SIGNIFICATIVA | 1 |
| | MODERADA | 2 |
| | SIGNIFICATIVA | 3 |
| DURAÇÃO | CURTA | 4 |
| | MÉDIA | 5 |
| | LONGA | 6 |
| TEMPORALIDADE | TEMPORÁRIO | T |
| | PERMANENTE | U |
| | CÍCLICO | C |
| ORDEM | DIRETO | D |
| | INDIRETO | I |
| DANOS | REVERSÍVEL | V |
| | IRREVERSÍVEL | X |
| ESCALA | LOCAL | L |
| | REGIONAL | R |

6.7.1.1 - Avaliação dos Impactos Ambientais do Sistema Natural

A avaliação dos impactos ambientais ao sistema natural, decorrentes das Alternativas do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, foi realizada individualmente para cada uma delas, na forma de texto descritivo, o que permitiu uma visão qualitativa, pela avaliação que se colocou ao lado de cada impacto considerado. De modo similar se apresenta na matriz de avaliação, também por cada alternativa, e que permitirá a avaliação quantitativa dos impactos ambientais.

6.7.1.1.1 - Alternativa A1

A Alternativa A1 (captação ao sul de Barro Vermelho), já caracterizada quanto ao seu traçado, é a que possui maior extensão de canal, e assim a avaliação dos impactos ambientais reflete essa condição, na forma de benefícios e adversidades, conforme se poderá observar na matriz de avaliação dos impactos ambientais da Alternativa A1. (Matriz 6.1).

As ações do empreendimento previsto sobre o sistema ambiental, resultaram na identificação de 35 impactos ambientais ao sistema natural, dentro das 81 possibilidades da estrutura matricial de análise das alternativas. Dos impactos considerados, 03 ou 8,57% tem caráter indefinido, significando que podem impactar benéficamente ou adversamente um componente do sistema ambiental natural, dependendo da maneira como se realizará a ação, ou do aproveitamento da ação por parte de elementos do sistema natural, como no caso de benefícios para um grupo de animais, (aves, por exemplo) em detrimento de outro grupo, (répteis, por exemplo). Os impactos benéficos somaram 7 possibilidades, ou 20% do total, estando concentrados no sistema de adução e distribuição das águas, onde nesse caso, a Alternativa A1, leva vantagem sobre as demais, em função do trecho mais longo de canal à construir. Já os impactos adversos totalizaram as demais 25 possibilidades de impactos, ou 71,43% do total avaliado impactante. No processo de quantificação, conforme os pesos atribuídos no Quadro 6.20, a Alternativa A1, revelou-se com 75 pontos negativos, como resultado da pontuação de 96 pontos negativos, contra 21 pontos positivos, o que servirá para sua comparação com as demais alternativas. As indicações dos impactos por ação e por componentes do sistema ambiental natural, estão apresentadas nos Gráficos 6.1 e 6.2, seguintes.

Em relação às ações decorrentes da Alternativa A1 (Gráfico 6.1), observou-se que a maior concentração de impactos ambientais negativos (adversos) se dá em função do desmatamento bem como da movimentação de materiais, representada pelas atividades de escavação e terraplanagem, o que nesse caso vem em oposição à escolha da Alternativa A1, onde o trecho mais longo do canal, levará a um maior desmatamento. Quanto aos impactos ambientais positivos (benéficos), apenas duas

ações são preponderantes, no caso o sistema de adução e distribuição e a educação social, sendo essa benéfica em todas as Alternativas.

Gráfico 6.1 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa A1 do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí

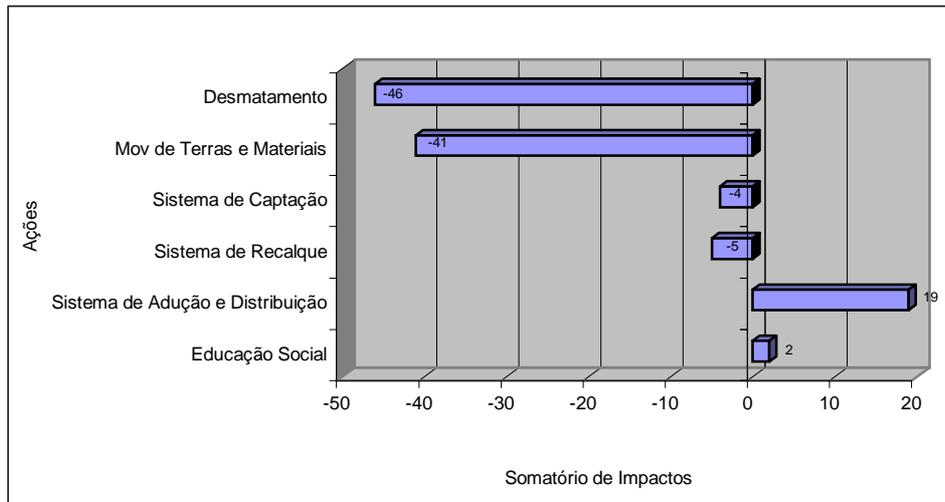
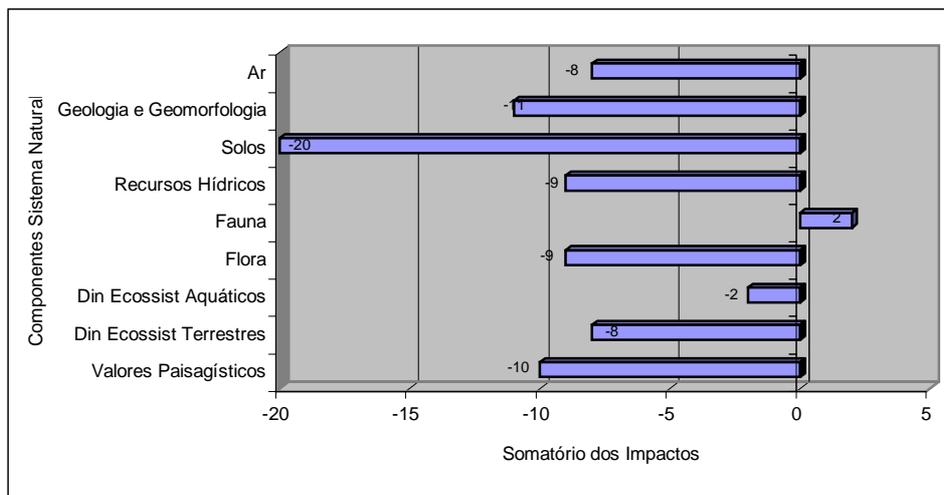


Gráfico 6.2 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa A1

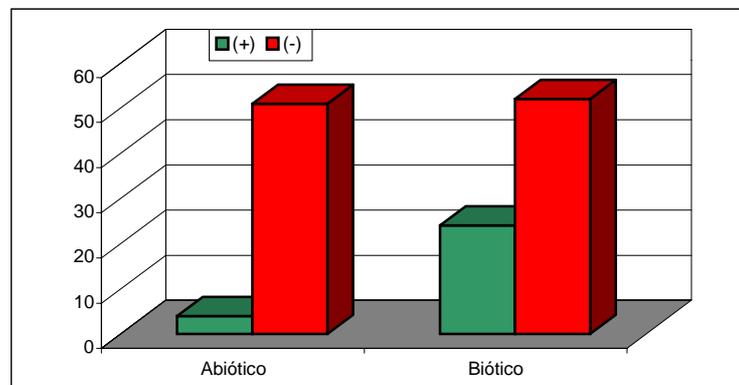


Na avaliação sobre os componentes do sistema ambiental natural (Gráfico 6.2), observou-se que os solos serão receptoras maiores das adversidades, em relação a Alternativa A1, ao passo que a fauna foi analisada como benéficamente impactada, sendo que nesse caso a Alternativa A1 perde-se em relação às demais pelas adversidades, em função de seu trecho de canal mais longo.

Analisando-se a Alternativa A1 em função dos meios biótico e abiótico, observa-se que a somatória dos impactos atinge 48 pontos negativos no meio abiótico, sendo assim mais adversamente impactado que o meio biótico, esse com uma somatória de 27 pontos negativos. Pelo total de impactos, o meio abiótico foi contemplado com 52 pontos negativos, contra 4 pontos positivos. Já o meio biótico representou-se com 51 pontos negativos, contra 24 pontos positivos. Essa condição está ressaltada na ilustração do Gráfico 6.3, seguinte.

Observou-se que haverá uma maior concentração de impactos ambientais no meio biótico, embora parte significativa deles, ou 47,06% serão de caráter benéfico, ao passo que em relação ao meio abiótico, o total de impactos avaliados foi menor, porém, com a grande maioria (92,86%) sendo de caráter adverso.

Gráfico 6.3 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa A1



Essa condição quantitativa será utilizada para comparação da Alternativa A1 com as demais, bem, como todas entre si.

Porém, a avaliação qualitativa, conforme os oito atributos e suas vinte e uma valorações constantes no Quadro 6.21, onde toma-se uma ação (representante das linhas na estrutura matricial) e se faz a descrição e avaliação de seus impactos ambientais aos componentes do sistema natural (representados pelas colunas na estrutura matricial) também deve ser analisada e embora se tenha utilizado de duas metodologias para o apontamento dos impactos ambientais decorrentes das Alternativas do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, nos dois casos, os impactos avaliados tem a mesma origem e os mesmos destinos, no caso, as ações e o meio, respectivamente.

6.7.1.1.2 - Alternativa C1

A Alternativa C1 (captação em Várzea Preta), já caracterizada quanto ao seu traçado, possui uma extensão de canal intermediária entre as demais, e assim a avaliação dos impactos ambientais reflete essa condição, na forma de benefícios e adversidades, conforme se poderá observar na matriz de avaliação dos impactos ambientais da Alternativa C1. (Matriz 6.2).

As ações do empreendimento previsto na Alternativa C1, assim como em todas as demais, sobre o sistema ambiental, resultaram na identificação de 35 impactos ambientais ao sistema natural, dentro das 81 possibilidades da estrutura matricial de análise das alternativas. Dos impactos considerados, 03 ou 8,57% tem caráter indefinido, significando que podem impactar benéficamente ou adversamente um componente do sistema ambiental natural, dependendo da maneira como se realizará a ação, ou do aproveitamento da ação por parte de elementos do sistema natural, como no caso de benefícios para um grupo de animais, em detrimento de outro grupo. Os impactos benéficos somaram 07 possibilidades, ou 20% do total, estando concentrados no sistema de adução e distribuição das águas. Já os impactos adversos totalizaram as demais 25 possibilidades de impactos, ou 71,43% do total avaliado impactante.

No processo de quantificação, conforme os pesos atribuídos no Quadro 6.20, a Alternativa C1, revelou-se com 61 pontos negativos, como resultado da pontuação de 76 pontos negativos, contra 15 pontos positivos, o que servirá para sua comparação com as demais alternativas. As indicações dos impactos por ação e por componentes do sistema ambiental natural, estão apresentadas nos Gráficos 6.4 e 6.5, seguintes.

Em relação às ações decorrentes da Alternativa C1 (Gráfico 6.4), observou-se que a maior concentração de impactos ambientais negativos (adversos) se dá em função do desmatamento e da movimentação de terras, o que nesse caso vem em oposição à escolha da Alternativa C1, que tem trecho de canal mais longo que outras Alternativas. Quanto aos impactos ambientais positivos (benéficos), apenas duas ações são preponderantes, no caso o sistema de adução e distribuição das águas e a educação social.

Na avaliação sobre os componentes do sistema ambiental natural (Gráfico 6.5), observou-se que a atmosfera e os solos serão receptores maiores das adversidades, em relação a Alternativa C1, ao passo que a fauna foi analisada como neutra, isso é, onde os impactos benéficos e adversos se anulariam. Os impactos adversos (negativos) da Alternativa C1 se deram em função do trecho do canal à construir e da qualidade de parte dos solos por onde será implantado o sistema, sendo que não beneficia-se dos impactos positivos, pois a disposição das águas fornece um impacto equivalente para todas as Alternativas.

Analisando-se a Alternativa C1 em função dos meios biótico e abiótico, observa-se que a somatória dos impactos atinge 38 pontos negativos no meio abiótico, sendo assim mais adversamente impactado que o meio biótico, esse com uma somatória de 22 pontos negativos. Pelo total de impactos, o meio abiótico foi contemplado com 41 pontos negativos, contra 03 pontos positivos. Já o meio biótico representou-se com 39 pontos negativos, contra 15 pontos positivos. Essa condição está ressaltada na ilustração do Gráfico 6.6, seguinte.

Gráfico 6.4 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa C1 do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí

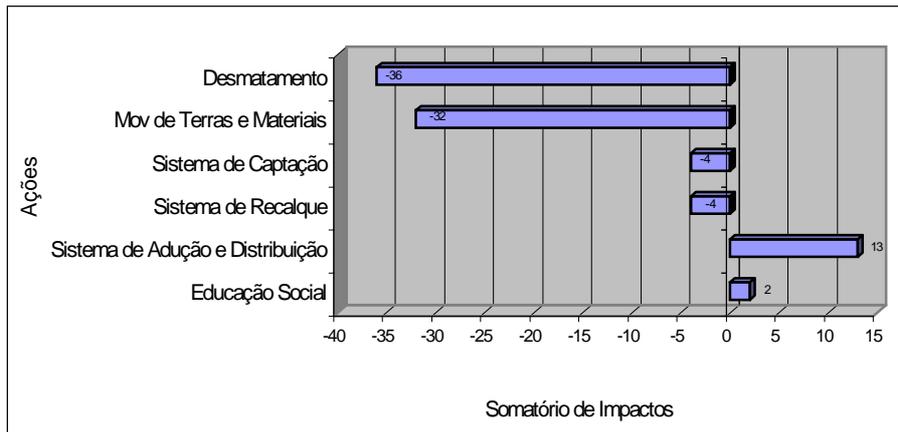


Gráfico 6.5 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa C1

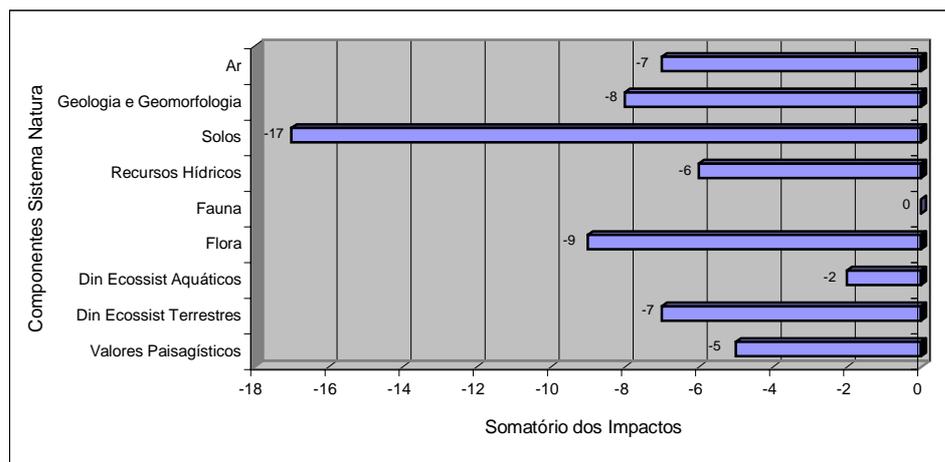
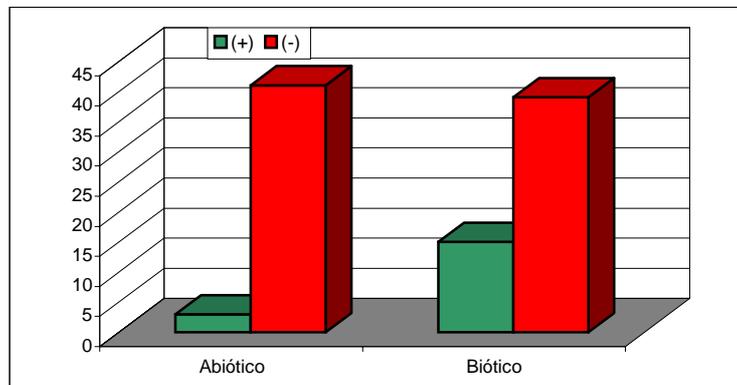


Gráfico 6.6 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa C1



Observou-se que haverá uma maior concentração de impactos ambientais no meio biótico, embora parte significativa deles, ou 27,77% serão de caráter benéfico, ao passo que em relação ao meio abiótico, o total de impactos avaliados foi menor, porém, com a grande maioria (93,18%) sendo de caráter adverso. Essa condição quantitativa será utilizada para comparação da Alternativa C1 com as demais

6.7.1.1.3 - Alternativa D1

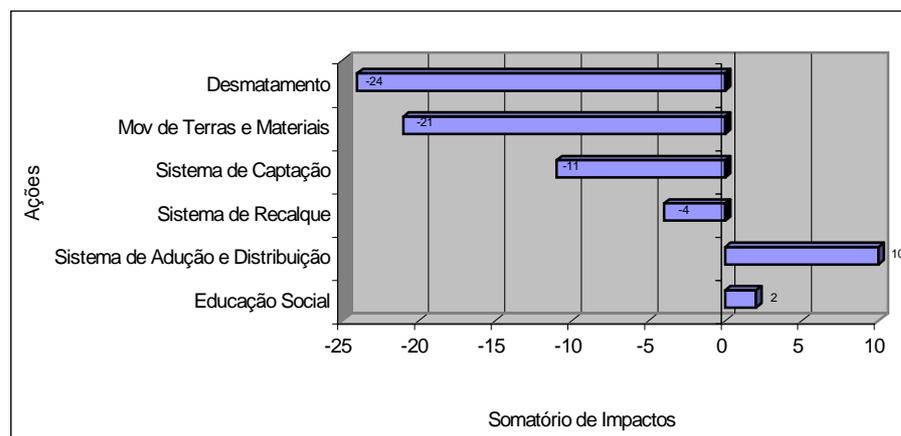
A Alternativa D1 (captação em Antonópolis), já caracterizada quanto ao seu traçado, possui a menor extensão de canal entre as demais, e assim a avaliação dos impactos ambientais reflete essa condição, na forma de benefícios e adversidades, conforme se poderá observar na matriz de avaliação dos impactos ambientais da Alternativa D1 (Matriz 6.3). Uma questão em destaque é a dimensão da adutora, que nessa opção atinge cerca de três vezes a dimensão média das demais, refletindo a condição topográfica do trecho estudado.

As ações do empreendimento previsto na Alternativa D1, resultaram na identificação de 35 impactos ambientais ao sistema natural, dentro das 81 possibilidades da estrutura matricial de análise das alternativas.

Dos impactos considerados, 03 ou 8,57% tem caráter indefinido, significando que podem impactar benéficamente ou adversamente um componente do sistema ambiental natural, dependendo da maneira como se realizará a ação, ou do aproveitamento da ação por parte de elementos do sistema natural, como no caso de benefícios para um grupo de animais, em detrimento de outro grupo. Os impactos benéficos somaram 07 possibilidades, ou 20% do total, estando concentrados no sistema de adução e distribuição das águas. Já os impactos adversos totalizaram as demais 25 possibilidades de impactos, ou 71,43% do total avaliado impactante.

No processo de quantificação, conforme os pesos atribuídos no Quadro 6.20, a Alternativa D1, revelou-se com 48 pontos negativos, como resultado da pontuação de 60 pontos negativos, contra 12 pontos positivos, o que servirá para sua comparação com as demais alternativas. As indicações dos impactos por ação e por componentes do sistema ambiental natural, estão apresentadas nos Gráficos 6.7 e 6.8, seguintes.

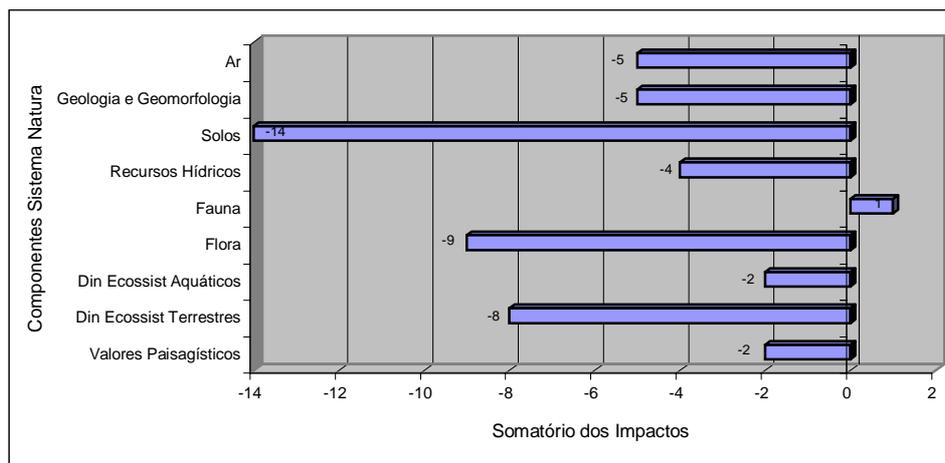
Gráfico 6.7 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa D1 do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí



Em relação às ações decorrentes da Alternativa D1 (Gráfico 6.7), observou-se que a maior concentração de impactos ambientais negativos (adversos) se dá em função do desmatamento e das escavações, isso à semelhança das demais alternativas, o que nesse caso vem em benefício à escolha da Alternativa D1, onde o trecho mais curto do canal, levará a um menor desmatamento. Quanto aos impactos

ambientais positivos (benéficos), apenas duas ações são preponderantes, no caso o sistema de adução e distribuição das águas e a educação social.

Gráfico 6.8 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa D1

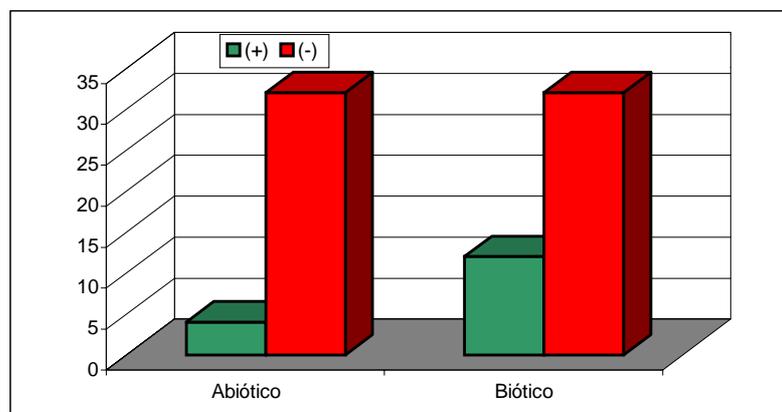


Na avaliação sobre os componentes do sistema ambiental natural (Gráfico 6.8), observou-se que os solos serão receptores das maiores adversidades, em relação a Alternativa D1, ao passo que a fauna foi analisada como benéficamente impactada, sendo que nesse caso a Alternativa D1 ganha em relação às demais, em função de seu trecho de canal mais curto à construir, mesmo que não beneficie-se dos impactos positivos do sistema de adução e distribuição das águas, que fornecem um impacto equivalente para todas as Alternativas.

Analisando-se a Alternativa D1 em função dos meios biótico e abiótico, observa-se que a somatória dos impactos atinge 28 pontos negativos no meio abiótico, sendo assim mais adversamente impactado que o meio biótico, esse com uma somatória de 20 pontos negativos. Pelo total de impactos, o meio abiótico foi contemplado com 32 pontos negativos, contra 04 pontos positivos. Já o meio biótico representou-se com 32 pontos negativos, contra 12 pontos positivos. Essa condição está ressaltada na ilustração do Gráfico 6.9, seguinte.

Observou-se que haverá uma maior concentração de impactos ambientais no meio biótico, embora parte significativa deles, ou 27,27% serão de caráter benéfico, ao passo que em relação ao meio abiótico, o total de impactos avaliados foi menor, porém, com a grande maioria (88,88%) sendo de caráter adverso.

Gráfico 6.9 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa D1



6.7.1.1.4 - Alternativa D2

A Alternativa D2 (captação em Antonópolis), já caracterizada quanto ao seu traçado, possuindo uma extensão de canal intermediária entre as demais, e assim a avaliação dos impactos ambientais refletirá essa condição, na forma de benefícios e adversidades, conforme se poderá observar na matriz de avaliação dos impactos ambientais da Alternativa D2 (Matriz 6.4).

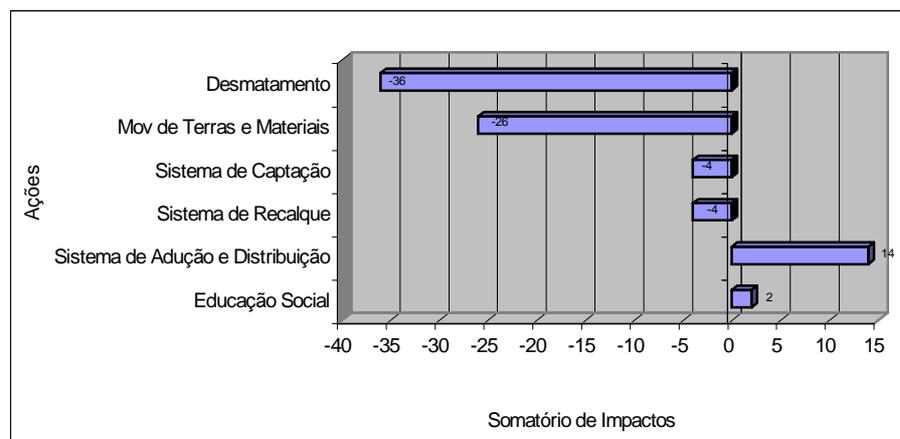
As ações do empreendimento previsto na Alternativa D2, assim como em todas as demais, sobre o sistema ambiental, resultaram na identificação de 35 impactos ambientais ao sistema natural, dentro das 81 possibilidades da estrutura matricial de análise das alternativas.

Dos impactos considerados, 03 ou 8,57% tem caráter indefinido, significando que podem impactar benéficamente ou adversamente um componente do sistema ambiental natural, dependendo da maneira como se realizará a ação, ou do

aproveitamento da ação por parte de elementos do sistema natural, como no caso de benefícios para um grupo de animais, em detrimento de outro grupo. Os impactos benéficos somaram 07 possibilidades, ou 20% do total, estando concentrados no sistema de adução e distribuição das águas. Já os impactos adversos totalizaram as demais 25 possibilidades de impactos, ou 71,43% do total avaliado impactante.

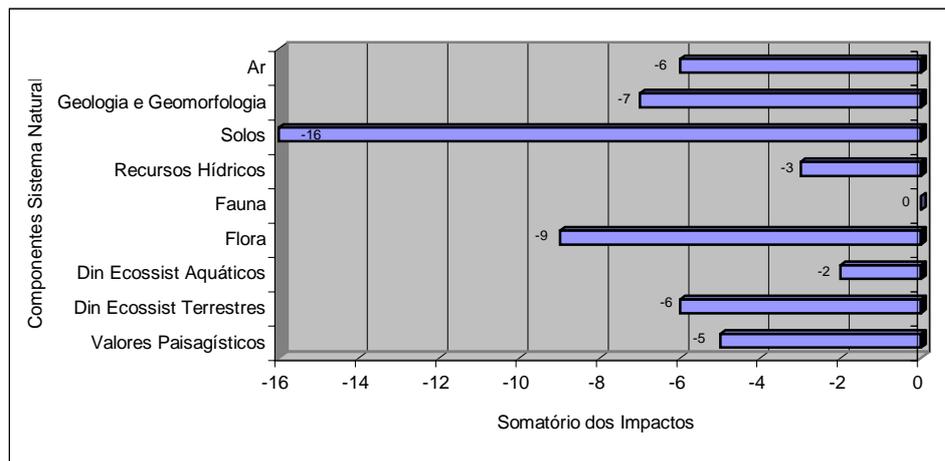
No processo de quantificação, conforme os pesos atribuídos no Quadro 6.20, a Alternativa D2, revelou-se com 54 pontos negativos, como resultado da pontuação de 70 pontos negativos, contra 16 pontos positivos, o que servirá para sua comparação com as demais alternativas. As indicações dos impactos por ação e por componentes do sistema ambiental natural, estão apresentadas nos Gráficos 3.10 e 3.11, seguintes.

Gráfico 6.10 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa D2 do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí



Em relação às ações decorrentes da Alternativa D2, observou-se que a maior concentração de impactos ambientais negativos (adversos) se dá em função do desmatamento, onde a extensão do canal, levará a um desmatamento proporcional. Quanto aos impactos ambientais positivos (benéficos), apenas as mesmas duas ações do sistema de adução e distribuição e da educação social são preponderantes.

Gráfico 6.11 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa D2

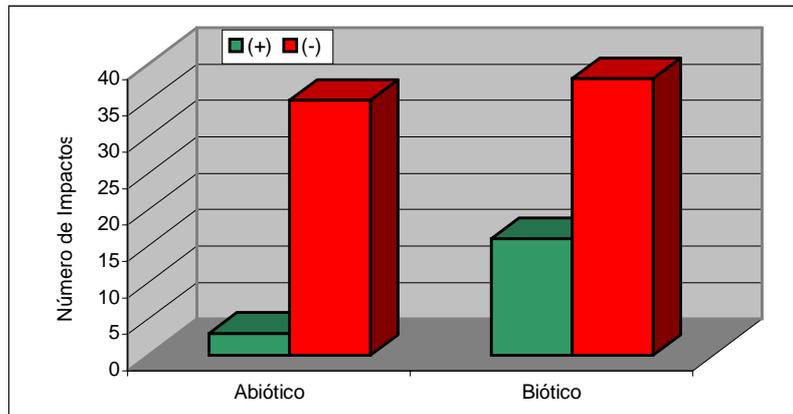


Na avaliação sobre os componentes do sistema ambiental natural (Gráfico 6.11), observou-se que os solos serão receptores maiores das adversidades, em relação a Alternativa D2, ao passo que a fauna foi analisada como neutra.

Analisando-se a Alternativa D2 em função dos meios biótico e abiótico, observa-se que a somatória dos impactos atinge 32 pontos negativos no meio abiótico, sendo assim mais adversamente impactado que o meio biótico, esse com uma somatória de 22 pontos negativos. Pelo total de impactos negativos, o meio abiótico foi contemplado com 35 pontos negativos, contra 03 pontos positivos. Já o meio biótico representou-se com 38 pontos negativos, contra 16 pontos positivos. Essa condição está ressaltada na ilustração do Gráfico 6.12, seguinte.

Observou-se que haverá uma maior concentração de impactos ambientais no meio biótico, embora parte significativa deles, ou 29,63% serão de caráter benéfico, ao passo que em relação ao meio abiótico, o total de impactos avaliados foi menor, porém, com a grande maioria (92,1%) sendo de caráter adverso.

Gráfico 6.12 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa D2



6.7.1.1.5 - Alternativa D2'

A Alternativa D2' (captação em Antonópolis), mantém as mesmas características da Alternativa D2, e inclui uma adutora que elevará as águas do canal para o topo da Chapada do Apodi, à partir do ponto de captação da Alternativa A1. (Matriz 6.5).

As ações do empreendimento previsto na Alternativa D2', assim como em todas as demais, sobre o sistema ambiental, resultaram na identificação de 35 impactos ambientais ao sistema natural, dentro das 81 possibilidades da estrutura matricial de análise das alternativas.

Dos impactos considerados, 03 ou 8,57% tem caráter indefinido, significando que podem impactar benéficamente ou adversamente um componente do sistema ambiental natural, dependendo da maneira como se realizará a ação, ou do aproveitamento da ação por parte de elementos do sistema natural, como no caso de benefícios para um grupo de animais, em detrimento de outro grupo. Os impactos benéficos somaram 07 possibilidades, ou 20% do total, estando concentrados no sistema de adução e distribuição das águas. Já os impactos adversos totalizaram as demais 25 possibilidades de impactos, ou 71,43% do total avaliado impactante.

No processo de quantificação, conforme os pesos atribuídos no Quadro 6.20, a Alternativa D2', revelou-se com 78 pontos negativos, como resultado da pontuação de 94 pontos negativos, contra 16 pontos positivos, o que servirá para sua comparação com as demais alternativas. As indicações dos impactos por ação e por componentes do sistema ambiental natural, estão apresentadas nos Gráficos 3.13 e 3.14, seguintes.

Gráfico 6.13 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados em Decorrência das Ações da Alternativa D2' do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí

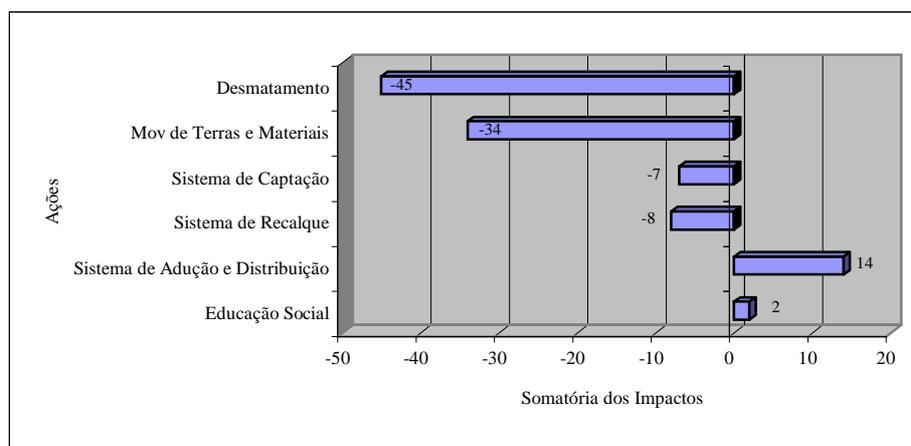
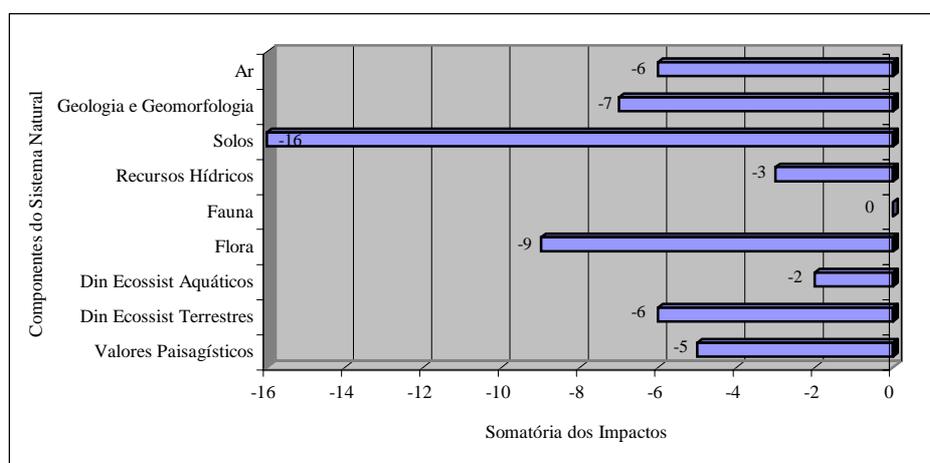


Gráfico 6.14 – Quantificação dos Impactos Ambientais Identificados sobre os Componentes do Sistema Ambiental Natural do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em Decorrência da Alternativa D2'

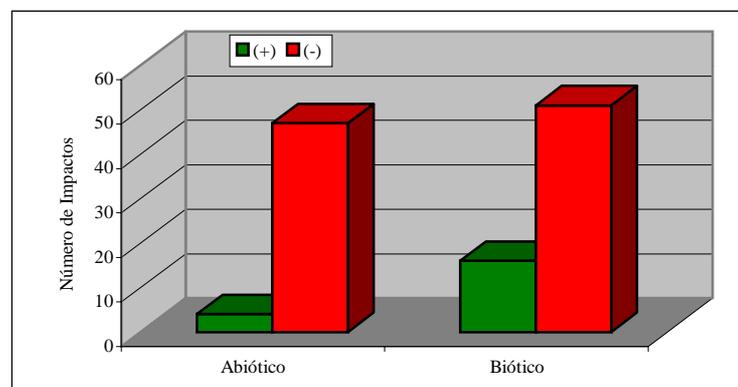


Em relação às ações decorrentes da Alternativa D2' (Gráfico 6.13), observou-se que a maior concentração de impactos ambientais negativos (adversos) se dá em função do desmatamento, onde a extensão do canal, levará a um desmatamento proporcional. Quanto aos impactos ambientais positivos (benéficos), apenas as mesmas duas ações do sistema de adução e distribuição de águas e a educação social são preponderantes.

Na avaliação sobre os componentes do sistema ambiental natural (Gráfico 6.14), observou-se que os solos serão receptores maiores das adversidades, em relação a Alternativa D2', ao passo que nenhum componente do sistema natural foi analisada como benéficamente impactado ou mesmo neutro, sendo todos avaliados como negativamente impactados.

Analisando-se a Alternativa D2' em função dos meios biótico e abiótico, observa-se que a somatória dos impactos atinge 43 pontos negativos no meio abiótico, sendo assim mais adversamente impactado que o meio biótico, esse com uma somatória de 35 pontos negativos. Pelo total de impactos negativos, o meio abiótico foi contemplado com 47 pontos negativos, contra 04 pontos positivos. Já o meio biótico representou-se com 51 pontos negativos, contra 16 pontos positivos. Essa condição está ressaltada na ilustração do Gráfico 6.15, seguinte.

Gráfico 6.15 – Impactos Ambientais por Meio, Decorrentes das Ações do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí, em sua Alternativa D2'



MATRIZ 6.1 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA A1 AO SISTEMA NATURAL

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| ALTERNATIVA A1 | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | Somatória Σ | |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|--------------------|-----------------------|
| | Componentes do Sistema Ambiental | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | Valores Paisagísticos |
| | | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | | |
| | | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | |
| Ações | | | | | | | | | | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Desmatamento | -3 | -5 | -6 | -2 | -3 | -9 | 0 | -9 | -9 | -46 | |
| Movimentação de Terras | -6 | -6 | -6 | -8 | -3 | -3 | • | -6 | -3 | -41 | |
| Sistema de Captação | • | • | -1 | 1 | 0 | -1 | -2 | -1 | 0 | -04 | |
| Sistema de Recalque | -2 | • | -1 | • | • | • | • | -1 | -1 | -05 | |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 3 | • | -6 | • | 8 | 4 | • | 9 | 1 | +19 | |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | +02 | |
| Σ Somatória | -08 | -11 | -20 | -09 | +02 | -09 | -02 | -08 | -10 | -75 | |

(*) Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

Legenda

| | |
|----|--|
| • | Impacto Avaliado Inexistente |
| 1 | Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa |
| 2 | Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada |
| 3 | Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa |
| 4 | Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa |
| 5 | Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada |
| 6 | Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa |
| 7 | Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa |
| 8 | Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada |
| 9 | Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa |
| 0 | Impacto Indefinido |
| -1 | Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa |
| -2 | Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada |
| -3 | Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa |
| -4 | Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa |
| -5 | Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada |
| -6 | Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa |
| -7 | Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa |
| -8 | Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada |
| -9 | Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa |

MATRIZ 6.2 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA C1 AO SISTEMA NATURAL

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| ALTERNATIVA C1 Ações | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | Somatória Σ | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|--------------------|-----------------------|
| | Componentes do Sistema Ambiental | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | Valores Paisagísticos |
| | | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | | |
| | | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Desmatamento | - 2 | - 2 | - 6 | - 1 | - 3 | - 8 | 0 | - 8 | - 6 | -36 | |
| Movimentação de Terras | - 6 | - 6 | - 6 | - 6 | - 2 | - 2 | • | - 3 | - 1 | -32 | |
| Sistema de Captação | • | • | - 1 | 1 | 0 | - 1 | - 2 | - 1 | 0 | -04 | |
| Sistema de Recalque | - 1 | • | - 1 | • | • | • | • | - 1 | - 1 | -04 | |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 2 | • | - 3 | • | 5 | 2 | • | 6 | 1 | +13 | |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | +02 | |
| Σ Somatória | -07 | -08 | -17 | -06 | 0 | -09 | -02 | -07 | -05 | -61 | |

Legenda

- Impacto Avaliado Inexistente
- 1 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa
- 0 Impacto Indefinido
- 1 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa

(*) Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

MATRIZ 6.3 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA D1 AO SISTEMA NATURAL

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| ALTERNATIVA D1 Ações | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | Somatória Σ | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|--------------------|-----------------------|
| | Componentes do Sistema Ambiental | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | Valores Paisagísticos |
| | | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | | |
| | | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Desmatamento | -1 | -1 | -3 | -1 | -3 | -6 | 0 | -6 | -3 | -24 | |
| Movimentação de Terras | -4 | -4 | -3 | -6 | -1 | -1 | • | -1 | -1 | -21 | |
| Sistema de Captação | • | • | -6 | 3 | 0 | -3 | -2 | -3 | 0 | -11 | |
| Sistema de Recalque | -1 | • | -1 | • | • | • | • | -1 | -1 | -04 | |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 1 | • | -1 | • | 5 | 1 | • | 3 | 1 | +10 | |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | +02 | |
| Σ Somatória | -05 | -05 | -14 | -04 | +01 | -09 | -02 | -08 | -02 | -48 | |

Legenda

| | |
|----|--|
| • | Impacto Avaliado Inexistente |
| 1 | Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa |
| 2 | Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada |
| 3 | Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa |
| 4 | Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa |
| 5 | Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada |
| 6 | Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa |
| 7 | Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa |
| 8 | Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada |
| 9 | Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa |
| 0 | Impacto Indefinido |
| -1 | Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa |
| -2 | Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada |
| -3 | Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa |
| -4 | Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa |
| -5 | Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada |
| -6 | Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa |
| -7 | Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa |
| -8 | Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada |
| -9 | Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa |

(*) Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

MATRIZ 6.4 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA D2 AO SISTEMA NATURAL

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| ALTERNATIVA D2 Ações | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | Somatória Σ | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|--------------------|-----------------------|
| | Componentes do Sistema Ambiental | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | Valores Paisagísticos |
| | | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | | |
| | | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Desmatamento | -2 | -2 | -6 | -1 | -3 | -8 | 0 | -8 | -6 | -36 | |
| Movimentação de Terras | -5 | -5 | -6 | -3 | -2 | -2 | • | -2 | -1 | -26 | |
| Sistema de Captação | • | • | -1 | 1 | 0 | -1 | -2 | -1 | 0 | -04 | |
| Sistema de Recalque | -1 | • | -1 | • | • | • | • | -1 | -1 | -04 | |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 2 | • | -2 | • | 5 | 2 | • | 6 | 1 | +14 | |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | +02 | |
| Σ Somatória | -06 | -07 | -16 | -03 | 0 | -09 | -02 | -06 | -05 | -54 | |

(*) Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

Legenda

- Impacto Avaliado Inexistente
- 1 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa
- 0 Impacto Indefinido
- 1 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa

MATRIZ 6.5 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA D2' AO SISTEMA NATURAL

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| ALTERNATIVA D2' Ações | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | Somatória Σ | |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|--------------------|-----------------------|
| | Componentes do Sistema Ambiental | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | Valores Paisagísticos |
| | | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | | |
| | | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Desmatamento | -2 | -6 | -6 | -1 | -3 | -9 | 0 | -9 | -9 | -45 | |
| Movimentação de Terras | -6 | -6 | -9 | -3 | -3 | -3 | • | -2 | -2 | -34 | |
| Sistema de Captação | • | • | -2 | 2 | 0 | -2 | -3 | -2 | 0 | -07 | |
| Sistema de Recalque | -2 | • | -2 | • | • | • | • | -2 | -2 | -08 | |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 2 | • | -2 | • | 5 | 2 | • | 6 | 1 | +14 | |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | +02 | |
| Σ Somatória | -08 | -12 | -21 | -02 | -01 | -12 | -03 | -09 | -10 | -78 | |

(*) Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

Legenda

- Impacto Avaliado Inexistente
- 1 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa
- 0 Impacto Indefinido
- 1 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa

Observou-se que haverá uma maior concentração de impactos ambientais no meio biótico, embora parte significativa deles, ou 23,88% serão de caráter benéfico, ao passo que em relação ao meio abiótico, o total de impactos avaliados foi menor, porém, com a grande maioria (92,16%) sendo de caráter adverso.

6.7.1.1.6 - Discussão dos Resultados

Uma comparação entre os impactos ambientais entre as Alternativas analisadas aponta como destaques que:

O maior trecho do canal à construir, que provocará diretamente um maior desmatamento não pode ser decisivo para assegurar a melhor alternativa ou aquela menos impactante, pois essa é uma adversidade atenuada pela condição vegetacional local, que não representa-se por matas nativas, apontando-se uma condição geral de degradação, principalmente na faixa situada entre a Chapada do Apodi e o rio Jaguaribe, em todo o trecho ao sul do Lagamar São José, o que vem a ser a área de disposição das cinco alternativas avaliadas.

Um critério mais apropriado para definição de menor impacto pode ser considerado com relação ao sentido do traçado do canal, onde as Alternativas A1, C1, D2 e D2', principalmente a primeira, e depois a segunda, apresentam trechos no sentido nordeste, ou seja apõem o canal entre a Chapada do Apodi e o Rio Jaguaribe, prejudicando o caminho natural da fauna na ida e vinda a esse trajeto, o que levaria a escolha para a Alternativa D1, já que seu sentido é praticamente paralelo aos cursos da fauna no trajeto Chapada – Rio. Contudo, pela possibilidade de mitigação, com construção de passagens para a fauna e mesmo a possibilidade de formação de pontos de água para os elementos em busca do Rio, tanto no trajeto dos canais como nas opções que incluem a adutora levando água ao topo da Chapada, perde-se a certeza do critério de decisão.

A qualidade da geologia e pedologia como suporte às obras de construção do canal, podem ser utilizadas como critério de escolha, uma vez que as Alternativas C1, D2 e D2', e parte da Alternativa A1, tem seus trechos locados sobre grandes manchas

eluviais de argilas, demandando mais escavações e maiores movimentações de terras em cortes e aterros, onde somando-se essa situação ao comprimento do canal à construir, atinge-se novamente a Alternativa D1, como a de menor impacto ambiental adverso nesse sentido, e ao mesmo tempo ressalva-se a condição da Alternativa D2, por situar-se parcialmente sobre um pequeno divisor d'água, o que atenua consideravelmente essa condição.

O padrão geomorfológico poderá ser afetado indiretamente pela Alternativa A1, cujo trecho do canal tem grande extensão na faixa de sopé da Chapada do Apodi, pois as escavações à realizar, podem vir a provocar uma quebra no padrão de estabilização de encosta. Nas demais alternativas essa possibilidade está ausente, pois não se interpõem traçados do canal junto ao sopé da Chapada (escarpa). Para a Geomorfologia, os trajetos dos canais dentro das Alternativas apresentam nova vantagem para a Alternativa D1, por ser a única situada fora da faixa de influência direta da Chapada do Apodi. O sistema da adutora, que levará água para o topo da Chapada também é significativamente impactante da morfologia, principalmente na Alternativa D2', pois nessa a encosta se dá na forma de escarpa, sendo muito mais susceptível aos processos erosivos, que nas Alternativas D2 e C1, pois nas suas latitudes projetadas não há continuidade de escarpa na encosta do Apodi.

O fluxo subterrâneo é impactado adversamente pelas escavações dos trechos do canal à construir em sentido perpendicular ao rio Jaguaribe, e como o sentido de circulação do fluxo subterrâneo natural se faz paralelo ao rio e em direção ao oceano, o maior trecho de canal nessa direção da Alternativa D1, D2 e D2', indica que essas serão provavelmente mais adversas ao meio que as demais, segundo esse critério.

Analisando-se os recursos hídricos superficiais, a Alternativa D1, certamente será mais impactante que as demais, tendo em consideração que interferirá diretamente com riachos cujas bacias hidrográficas são as maiores dentre todos os traçados possíveis.

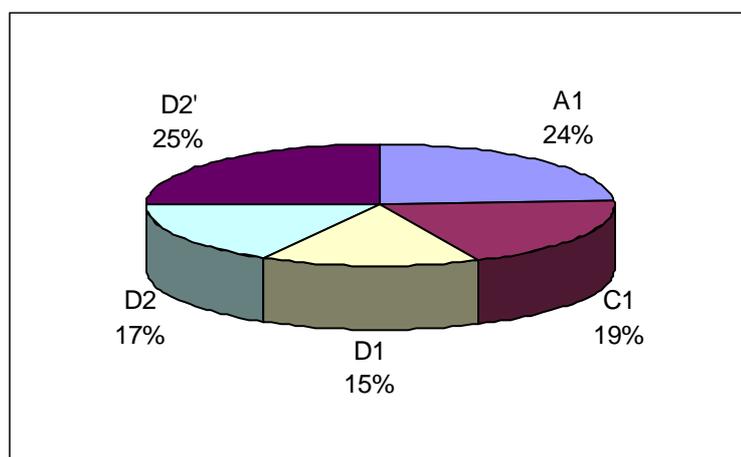
Mesmo com a captação de água sendo benéfica ao meio, pela elevação da umidade relativa do ar que indiretamente beneficia também a biota, e com o maior volume de captação sendo dependente da maior extensão do canal à construir, que assim interferirá mais fortemente sobre os solos, onde a Alternativa A1, será mais

impactante que as demais pelo duplo sistema de captação que lhe faz jús, devendo então captar um maior volume d'água.

Um critério de escolha entre o canal e o canal + adutora, pode ser comparado diretamente da Alternativa D2 – D2', onde os impactos ambientais provavelmente serão menores na condição sem a adutora.

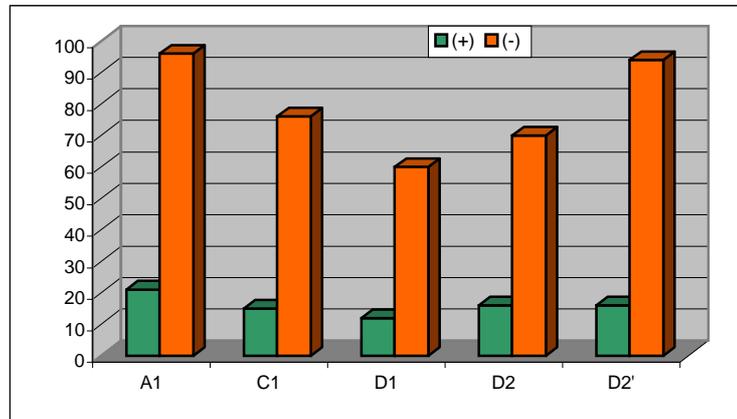
Como se observou a análise qualitativa aponta para a Alternativa D1, sendo que a análise quantitativa, também já apontada na estrutura matricial também indica a mesma Alternativa D1, como a menos adversamente impactante ao meio ambiente, sendo que essa afirmação também poderá ser demonstrada graficamente, pela exposição dos Gráficos 6.16 e 6.17, que trazem respectivamente a comparação das somatórias dos impactos entre as quatro alternativas, e o total de pontos benéficos e adversos por alternativa.

Gráfico 6.16 – Comparação das Somatórias dos Impactos Ambientais entre as Alternativas ao Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí



Assim, dentro de todas essas condições, aponta-se a Alternativa D1, como a melhor alternativa para o Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí, dentro da concepção dos menores impactos adversos ao sistema ambiental natural.

Gráfico 6.17 – Total de Pontos Benéficos e Adversos por Alternativa do Projeto de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí



6.7.1.2 - Avaliação dos Impactos Ambientais do Sistema Antrópico

6.7.1.2.1 - Considerações Gerais

Como parte do Estudo de Alternativas para a concepção da solução a ser adotada, o Estudo dos Impactos Sociais veio fornecer subsídios para uma maior compreensão das transformações decorrentes da intervenção do projeto na região; e uma conseqüente tomada de decisão para a seleção de alternativas.

O traçado a ser adotado na implantação do Eixo de Integração deverá atender a fatores impostos por contingências naturais, tais como o posicionamento dos pontos de captação e deságüe, por fatores decorrentes de aspectos funcionais, físicos e ambientais, sendo entretanto fundamental a observação dos fatores sociais presentes no conjunto.

Compreende-se aqui Impacto Social como uma impressão forte, profunda, causada por fatores endógenos e exógenos que repercutem em um processo social, a nível dos atores – individual e coletivamente – e dos cenários em seus componentes sócio-econômico-culturais e ambientais.

Para efeito de estudo e análise, a região de abrangência do projeto foi dividida em 03 trechos, correspondendo o trecho I à região a partir do rio Jaguaribe, passando pelo açude João Coelho; Serra Dantas; até a Lagoa dos Passa. O trecho II é constituído pela região situada desde Antonópolis à margem do Rio Jaguaribe até a Lagoa dos Passa, desenvolvendo-se no sentido oeste-leste; e o trecho III, que inicia-se exatamente a partir do ponto de confluência dos trechos I e II (Lagoa dos Passa), segue ao longo do Córrego da Mata Fresca até o litoral, abrangendo 15 localidades entre Aracati e Icapuí, como pode-se observar através do Mapa das Áreas de Influência apresentado no Volume 1-C – ANEXOS ao EIA-RIMA.

Os objetivos do presente relatório estão intrinsecamente voltados para a compreensão da magnitude social que o impacto da implantação do Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí trará aos moradores da área de influência do projeto, através da análise dos efeitos sociais decorrentes de cada uma das alternativas de traçado proposta.

Para tanto foram avaliados os pontos positivos e negativos, frente às variáveis presentes em cada uma das alternativas, todas localizadas nos trechos I e II.

Será igualmente considerada a proposta independente, por esta constituir-se uma opção possível, surgida posteriormente a partir de contatos com moradores/ investidores locais, devendo portanto, integrar-se à análise das alternativas para a região.

É importante ressaltar, no entanto, que no trecho III, o sistema adutor desenvolve-se aproximadamente a 2 km do eixo do Córrego da Mata Fresca pela sua margem esquerda, e não apresenta-se impactos relativos à deslocamentos, alterações nas ocupações e “modus vivendi” dos habitantes locais; ou acesso a equipamentos existentes. Dessa forma, este trecho será compreendido em uma perspectiva de impacto global, não sendo entretanto considerado na análise específica, exatamente por ser comum á todas as Alternativas.

Assim o presente estudo, aporta a análise das alternativas propostas, aqui nomeadas A1, C1, D1, D2 e D2', em função dos perfis obtidos dos trechos selecionados, indicando a opção técnica sustentável, consoante às demandas e aos

anseios de desenvolvimento da população e os objetivos do PROGERIRH para a Região.

As alternativas estudadas, definidas em função das condições topográficas da área são a seguir descritas.

- A1** - O traçado é definido a partir do Rio Jaguaribe, pela captação situada próxima à localidade de Barro Vermelho, seguindo em direção leste por aproximadamente 4 km, quando então toma a direção norte, passando pelo Açude João Coelho, Serra Dantas, Fazenda Boa Esperança, até as proximidades da Lagoa dos Passa.
- C1** - O traçado desta alternativa delinea-se interligando o Rio Jaguaribe, através do ponto de captação próximo à localidade de Várzea Preta, seguindo pelas proximidades de Açude João Coelho, Serra Dantas, Fazenda Boa Esperança, até a Lagoa dos Passa.
- D1** - Com a captação localizada próximo a localidade de Antonópolis, segue em linha reta em direção leste, passa pela Fazenda Campos, Fazenda Boa Esperança até a Lagoa dos Passa.
- D2** - Também com captação em Antonópolis, desce em direção sudeste até uma região situada a cerca de 1,5 km de Açude João Coelho, segue em direção a Serra Dantas, Fazenda Boa Esperança e culmina na Lagoa dos Passa.
- D2'** - Esta alternativa é constituída por uma adutora independente, interligando o Rio Jaguaribe a uma área irrigável localizada na Chapada do Apodi, distante aproximadamente a 10 km em linha reta do leito do rio, associada ao traçado da Alternativa D2, descrita anteriormente.

6.7.1.2.2 - Pressupostos de Projeto

Segundo a filosofia de intervenção do PROGERIRH, torna-se possível o abastecimento de uma área com escassez hídrica a partir de uma zona úmida,

mediante a adoção de uma solução integrada, onde pressupõe-se entre outros, um sistema de transferência de água, baseado em adutoras, canais e leitos naturais, permitindo a transposição de bacias e a perenização de rios.

O Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí compreende a implantação de um sistema adutor a partir do Rio Jaguaribe em seu baixo curso, e atinge 3 (três) municípios da região leste do Estado: Jaguaruana, Aracati e Icapuí.

O projeto impacta sobre uma área de vocação eminentemente agropecuária que, entretanto, enfrenta extremas dificuldades relativas ao abastecimento d'água para fins de produção.

A área das inversões diretas envolve um universo de 258 (duzentas e cinqüenta e oito) propriedades, nas quais encontram-se instalados cerca de 18 (dezoito) localidades, com aproximadamente 1170 (hum mil cento e setenta) domicílios.

Trata-se de uma área extensa, fértil, apresentando fauna e flora diversificadas. No entanto, a não existência na área, na situação presente, de soluções hídricas planejadas que permitam uma distribuição com maior eqüidade desse recurso natural provoca uma concentração de populações ao longo do rio, ao mesmo tempo em que apresenta áreas de baixa ou nenhuma densidade populacional, restritas a grandes latifúndios.

Nas áreas marginais ao Rio Jaguaribe e Córrego da Mata Fresca (início e final do Sistema), a situação fundiária é traduzida pela existência de minifúndios distribuídos perpendicularmente ao eixo dos recursos hídricos; e nas regiões onde o INCRA vem desenvolvendo Projetos de Assentamento (Campos Verdes e Bela Vista), observa-se um certo adensamento populacional.

Confirma-se, então, como características principais da área de abrangência, sob o ponto de vista espacial, o esparsamento de moradias, a pouca densidade populacional e a ausência de núcleos urbanos estruturados, visto uma área significativa abrigar grandes fazendas, especialmente em Jaguaruana e Aracati.

A população residente assim, é composta majoritariamente de trabalhadores rurais, com lares chefiados em expressiva maioria por homens (87,7%) e com média familiar de 4,2, componentes.

Cerca de 50% das moradias edificadas neste trecho são de tijolo/telha e 40% em taipa/ palha. Os proprietários de minifúndios (pequenas e médias propriedades até 100 ha) residem nas propriedades em cerca de 90% dos casos observados, ocorrendo o inverso quando referentes aos grandes proprietários, cuja permanência no imóvel rural é bastante reduzida (aproximadamente 10%).

Como mencionado, a base produtiva e econômica da região estrutura-se em função dos seguintes sistemas: extrativismo vegetal, policultura alimentar e exploração pecuária, destacando-se as culturas de feijão, milho, algodão, sorgo, tomate, pimentão e mandioca. Entre as culturas irrigadas, o melão, a acerola e a manga.

A maioria dos moradores contatados ressenete-se com a dificuldade de captação de água, seja em rio, poço ou cacimba, para fins de irrigação. O rio Jaguaribe ainda apresenta-se como principal fonte de obtenção de água para irrigação, sendo assim inviabilizada nas áreas distantes do seu leito, essa prática.

Ademais, a assistência técnica é praticamente inexistente entre os pequenos e médios produtores, o que obstaculariza uma racionalização/otimização dos recursos naturais existentes.

No que se refere à Educação, observa-se altas taxas de analfabetismo (48% em Jaguaruana, 47% em Icapuí e 43% em Aracati) superiores à média observada no Estado.

Ressalte-se, também, a quase inexistência de escolas de 2º grau, caracterizando uma população sem maiores alternativas de formação e qualificação que possibilitem acesso ao Mercado de Trabalho de forma mais competitiva. Essa constatação também impacta diretamente na dificuldade de sustentabilidade econômica da Região.

Os indicadores de saúde apontam o aparecimento freqüente de doenças de veiculação hídrica e outras imunopreveníveis causadas sobretudo pela desnutrição e subnutrição. Esses fatores, associados à falta de atendimento médico-odontológico sistemático e à total ausência de um sistema de saneamento local, confirmam um quadro de morbi-mortalidade preocupante.

Constata-se ainda a inexistência de equipamentos sócio-culturais em toda a área de abrangência (centros comunitários, clubes, quadras, museus, etc.). É igualmente observada a dificuldade de acesso a serviços coletivos tais como: transportes de massa, e bancos, sendo de difícil captação a transmissão de rádios e TV. Por outro lado, é forte o sentimento religioso nas 3 regiões e o modelo tradicional familiar, patriarcal.

De um modo geral, depreende-se que a área de abrangência, de característica eminentemente rural, é composta de famílias em sua maioria, de hábitos simples, de baixo poder aquisitivo, divididas em assalariados, contratados pelos grandes latifúndios e por pequenos e médios produtores voltados para atividades agrícolas de subsistência.

Concluindo, a região apresenta um grande potencial de desenvolvimento requerendo no entanto, maior investimento no capital humano, a fim de que seja possibilitado um maior aproveitamento da riqueza local, garantindo dessa forma, a almejada sustentabilidade.

6.7.1.2.3 - Caracterização Segundo os Fatores Impactantes

Segundo levantamento direto realizado na área de abrangência do Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí, em estudos complementares, torna-se possível definir algumas características específicas, relativas à população habitante na área das inversões diretas.

Foram observados os seguintes aspectos, cada um descrito logo após:

- Densidade demográfica
- Tipos de propriedades existentes
- Acesso a equipamentos sociais
- Condições de habitabilidade
- Vocação econômica

As características específicas objetivam, a partir da definição de aspectos, cuja implicação direta é decisiva para a análise, identificar variáveis pertinentes para a melhor visualização da situação de impacto em cada trecho.

Densidade Demográfica

A área prevista para o traçado do Canal até o riacho Queimadas (respectiva aos Trechos I e II) é pouco povoada, uma vez que afasta-se do rio Jaguaribe, fonte principal de abastecimento d'água e referência indireta de desenvolvimento econômico na Região.

As únicas áreas com densidade populacional expressiva nos trechos I e II, são: o Projeto de Assentamento Bela Vista , em Serra Dantas, com 163 famílias assentadas (capacidade para 175, com cerca de 650 pessoas) e a localidade Açude João Coelho com 16 famílias residentes.

Logo no início do trecho III, após a Lagoa dos Passa, encontra-se situado o Projeto de Assentamento Campos Verdes, na Fazenda Queimadas, com 92 famílias assentadas, em seguida encontra-se a localidade de Cajazeiras e a partir daí ao longo do Córrego Mata Fresca até a confluência com o riacho Manguinho as localidades de Cacimba Funda, Mata Fresca, Tanque do Lima, Curral Grande e Gravier sendo portanto o trecho mais significativamente povoado.

O restante do percurso é quase inabitado, retomando o adensamento populacional somente na região litorânea (Peixe Gordo, Lagoa do Junco, Guajirú, Manibú e Barrinha).

Estrutura Fundiária

Enquanto no trecho II predominam os latifúndios (ele é composto em quase sua integralidade por 02 fazendas, que correspondem a 85,7% da área total de abrangência), nos trechos I e III o modelo se inverte, estando os imóveis latifúndios (mais de 400 ha) cobrindo menos de 10% das propriedades rurais dessas áreas.

Segundo a pesquisa direta realizada, a distribuição dos indivíduos na amostra estudada, segundo o vínculo à terra, revelou no trecho I um percentual maior de moradores e empregados assalariados e, conseqüentemente, menor parcela de proprietários.

A maioria dos domicílios é pertencente aos ocupantes (casa própria), situação evidente nos trechos I e III. Existe também em algumas regiões, sobretudo onde se localizam as grandes propriedades (Jaguaruana e parte de Aracati – trecho II), um expressivo percentual de imóveis “cedidos” isto é, os proprietários cedem casas para os moradores/ empregados e suas respectivas famílias se instalarem.

Acesso a Equipamentos Sociais

Nos trechos I e II, objetos principais de investigação do estudo de impactos no que tange a equipamentos públicos existentes, constata-se somente a presença de associações comunitárias e escola em Serra Dantas – e mesmo assim, em condições extremamente precárias. Esse dado denota a quase completa inexistência e falta de qualidade nos serviços e equipamentos sociais atendendo a área.

A cobertura e eficiência quanto a estradas, telefonia e comércio é satisfatória. O município de Aracati e sobretudo Icapuí, têm um percentual alto de localidades com eletrificação, o mesmo não ocorrendo em Jaguaruana. Segundo o levantamento direto realizado nas áreas “merece registro a inexistência de bancos e feiras livres, numa área em que a agricultura é atividade primordial, o que sugere uma reduzida dinâmica de trocas e a não formação de núcleos urbanos na área, definidos e estruturados, capazes de garantir a auto-sustentabilidade na área”.

Face à inexistência de equipamentos sociais específicos na área, que propiciem uma maior socialização entre os habitantes e reforcem os laços de vizinhança, o que se observa é um débil relacionamento vicinal e a pouca tradição cultural, traduzida em festas e eventos temáticos, estando esses aspectos referenciados a partir da Sede Urbana de cada município.

Condições de Habitabilidade / Infraestrutura

Observa-se uma maioria de casas do tipo tijolo/telha na região, entretanto ainda é expressivo o número de casas construídas com palha / taipa, sobretudo nas áreas onde a densidade populacional é baixa e são observadas moradias localizadas de forma espacialmente esparsa.

As populações residentes na área de influência indireta do Eixo, compreendida pelos municípios de Jaguaruana, Icapuí e Aracati, são precariamente servidas de saneamento básico. Segundo dados obtidos através do IBGE e confirmados na pesquisa direta, dos 21.252 domicílios particulares permanentes na região, somente 19,26% contam com canalização interna de rede geral de água, 3,47% têm canalização interna de poço e 0,71% canalizam internamente, de outra forma.

É igualmente de extrema precariedade a situação referente à esgotamento sanitário: 51,81% não têm nenhuma solução para o destino final de dejetos; 40% adotam fossa rudimentar e 7,38% fossa séptica. Inexistem redes ou estações de tratamento.

A coleta de lixo domiciliar somente atende a 30% do universo de 21.252 moradias, concentrada sobretudo nas áreas mais próximas do litoral, no município de Icapuí, no trecho III da área de abrangência. Nas outras áreas, cerca de 80% utiliza-se do procedimento de queima dos dejetos.

Vocação Econômica

Nos 3 trechos selecionados, a agricultura é a ocupação que aparece com maior frequência enquanto vocação econômica entre os habitantes, estando entretanto

representada por culturas de subsistência nos minifúndios e produção massiva de produtos específicos, voltados para o mercado nacional e internacional, nos latifúndios.

Devido às dificuldades frente a captação de água para irrigação e à falta de subsídios que estimulem o setor agrícola junto ao pequeno produtor, tem havido um certo deslocamento, em termos gerais nos municípios em estudo, do setor primário (rural) para os setores secundário e terciário (comércio e indústria) nas últimas duas décadas. Entretanto ainda é expressivo, na área de abrangência do Projeto o número de chefes de família diretamente envolvidos com agricultura: nas áreas dos trechos I e II, são cerca de 80% dos homens. Em Jaguaruana, 58% e em Aracati 39% das mulheres também têm no setor agrícola sua vocação produtiva e de sustentabilidade.

Entre as mulheres da área, o percentual relativo a trabalhos de prestação de serviços (incluindo-se artesanato) é expressivo (cerca de 52%).

6.7.1.2.4 - Procedimentos Metodológicos

Um estudo de alternativas face aos impactos gerados por mudanças deliberadas, e planejadas, requer a definição de procedimentos técnico-metodológicos que balizem a seleção de possibilidades viáveis que respondam aos objetivos de desenvolvimento sócio-econômico, as motivações pessoais e coletivas da população afetada/beneficiária e os possíveis resultados da implementação da escolha.

A realidade social, por seu caráter dinâmico e multifacético, pressupõe a utilização de métodos que mensurem não somente os efeitos mais diretos e observáveis a nível de transformações objetivas mas, sobretudo, aquelas de caráter mais qualitativo e subjetivo que venham a legitimar as estratégias a serem adotadas para a superação de possíveis conflitos, previstos em processos de acentuadas mudanças de vida das populações mais vulnerabilizadas.

Nessa perspectiva, torna-se necessária a utilização de distintos instrumentos que, de forma interdependente e consideradas as variáveis setoriais complementares à compreensão da dimensão social, possam dar conta dessa realidade.

Na análise, serão considerados tanto os fatores endógenos relacionados à: motivação, aceitação x rejeição, capacidade de mudança dos beneficiários, motivação para realização, senso de pertinência ao local, capacidade/abertura para o trabalho comunitário organizado, receptividade à mudança; como também, os fatores antrópicos referentes à situação de mudança prevista, tais como: deslocamento espacial, mudança de hábitos e valores, repercussão na estrutura financeira familiar e comunitária, alteração nas relações familiares, vicinais e comunitárias, acessibilidade à equipamentos e serviços sociais.

O estudo efetivar-se-á a partir de três dimensões que, acredita-se, podem subsidiar a seleção de uma estratégia de desenvolvimento para a área a ser beneficiada que contenha sustentabilidade e oriente a visão de futuro a partir dos anseios e aspirações captados diretamente das populações quando da realização da Pesquisa Direta e elaboração do Diagnóstico, que são:

Dimensão sócio-econômica, voltada para a transformação produtiva e a capacitação de recursos humanos e para a equidade;

Dimensão científico-tecnológica, orientada para a aplicação de novas tecnologias voltadas para a competitividade, conservação dos recursos naturais e a mudança social;

Dimensão político-institucional, assegurando uma preocupação com a consecução de um modelo de gestão integrado e descentralizado de desenvolvimento sustentável, pautado sobretudo na concretização de parcerias locais.

Serão trabalhados os efeitos das ações sobre os trechos, consideradas as variáveis de estudo e os fatores endógenos e exógenos, a nível individual e coletivo, dentro de uma perspectiva de estudos de futuro, levando-se em conta o cenário atual, o cenário tendencial (situação sem projeto) e o cenário futuro, a médio e longo prazos (situação com projeto).

Os estudos de futuro podem contribuir para assegurar uma maior compatibilidade interna entre os fatores do ambiente estudados, a partir da descrição da seqüência de eventos que retratam a situação atual e a elaboração do cenário até outro momento do futuro. Serão trabalhadas duas ou mais alternativas de configurações futuras do ambiente: livre de surpresas; provável de ocorrer, otimista, pessimista, desejável.

Será também considerado, para efeito de análise, o cenário tendencial, que representa a trajetória esperada do desenvolvimento das localidades na ausência de reorientação qualitativa em seu evoluir – o que pode gerar conflitos, desequilíbrios, vulnerabilidades – que podem comprometer o dinamismo econômico e o progresso social, a sustentabilidade, enfim.

6.7.1.2.5 - Estudos dos Impactos e Definição de Cenários

Os impactos estão caracterizados pelo Quadro 6.22, seguinte, na forma de:

O Impacto Geral caracteriza-se pela repercussão gerada pela implantação do Sistema de Adutoras a partir da seleção da alternativa mais viável na perspectiva político-econômico-social e ambiental, de forma sustentável.

Os Impactos Específicos referem-se a cada impacto projetado sobre os aspectos considerados, de forma setorializada.

A técnica de estudo de cenários do componente social necessita, para sua validação, de uma avaliação do contexto factual no futuro, através da percepção direta dos fatos. A complexidade dos fatores envolvidos na área social deve ser considerada, porquanto os fenômenos sociais não são explicados através de causalidade, mas sim de tendências. Sempre existe o imponderável, a incerteza, dificultando a utilização do método dedutivo para a busca dos resultados.

A contribuição do presente estudo representa, nessa perspectiva, uma comparação “a anteriori”, a ser utilizada no sentido de antecipar riscos e o agravamento das situações existentes.

Quadro 6.22 – Caracterização dos Impactos

| TRECHOS | IMPACTOS | |
|--------------|---|---|
| | GERAL | ESPECÍFICOS |
| A1/C1 | Formação de uma reserva hídrica estratégica, minimizando os problemas de distribuição espacial da oferta de água com impactos positivos sobre a vida das populações residentes na área. | <p>Político Reforço às iniciativas de associativismo existentes/ Participação Social.</p> <p>Econômico – Geração de novos empregos/Aumento renda pessoal e familiar.</p> <p>Criação de novas alternativas econômicas</p> <p>Social Absorção de novas práticas sociais.</p> <p>Oportunização de maior qualificação profissional.</p> <p>Redução do analfabetismo e das doenças imunopreveníveis.</p> |
| D1 | Racionalização e Potencialização dos recursos existentes, reduzindo drasticamente o déficit hídrico da área e, conseqüente, seus efeitos sobre os contingentes populacionais. | <p>Político criação de uma cultura de participação/organização social</p> <p>Econômico Atração / deslocamento de populações e de investimentos para a área. Incorporação de tecnologias.</p> <p>Social estímulo à criação de laços vicinais e comunitários</p> |
| D2 | Melhoria da qualidade de vida das populações, com repercussões na Região, democratizando a água, otimizando os recursos empregados no investimento público e garantindo o necessário desenvolvimento auto-sustentado da Região. | <p>Político organização comunitária planejada e conseqüente.</p> <p>Participação na implementação do Projeto.</p> <p>Econômico – Fortalecimento das atividades econômicas existentes e criação de novas.</p> <p>Aumento competitividade.</p> <p>Disponibilidade e acessibilidade da água.</p> <p>Ampliação da demanda emprego / Melhoria da Renda.</p> <p>Social capacitação / Qualificação para o Trabalho.</p> <p>Acesso à saúde, à educação, à moradia, à cidadania.</p> |

O Quadro 6.23, apresentado a seguir, sugere que, na Região, um elenco de fatores favoráveis merecem ser potencializados para que se efetive uma mudança sócio-econômica, atingindo mais diretamente as populações eminentemente rurais que

habitam o trecho de abrangência dos impactos do projeto com possibilidade de uma significativa repercussão em sua qualidade de vida.

Quadro 6.23 – Definição de Cenários: Atual, Tendencial e Futuro

| ATUAL | TENDENCIAL | FUTURO |
|---|---|--|
| Pouca tradição cultural | Apatia cultural e social | Dinamismo cultural |
| Desinformação | População desmotivada, sem renda e sem força de demanda. | Nova consciência ecológica |
| Analfabetismo | Falta de empreendimentos e de investimentos | Incorporação de novos processos e novos produtos no sistema |
| Precário atendimento médico-odontológico | Altos índices de mortalidade | Queda dos índices de mortalidade e de analfabetismo |
| Agricultura de subsistência como vocação econômica | Reduzida capacidade de auto-sustentação | Diversificação nas demandas propiciando maiores oportunidades de investimentos |
| Baixa qualificação | Êxodo campo-cidade | Expansão da produção de alimentos para consumo e comercialização |
| Baixo nível organização | Baixa produtividade | Maior aproveitamento das potencialidades humanas e sociais |
| Débil relacionamento vicinal e comunitário | Deterioração do padrão de vida | Repercussões sociais, especialmente no trabalho |
| Precário sistema esgotamento sanitário | Concentração fundiária | Informação que entra no sistema de produção não só como insumo mas também como produto |
| Reduzida coleta de lixo domiciliar | Consumo da própria reserva biológica para atender à demanda por alimentos | Ampliação do acesso a serviços e equipamentos |
| Água salinizada e sem condições para consumo humano. | Contaminação dos mananciais hídricos existentes | Água potável e acessível para todos os tipos de uso |
| Pouco acesso a equipamentos sociais | Permanência da situação de pobreza | Fortalecimento das relações familiares, vicinais e comunitárias |
| Satisfatório serviço de telefonia, estrada, comunicações | Falta de serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo | Ampliação das alternativas econômicas setores secundário e terciário. |
| Pouca consciência ecológica | Ausência de vínculos vicinais e comunitários | Melhoria habitacional/ investimento em infra-estrutura |
| Reduzida circulação econômica para os pequenos produtores | Baixo poder de compra | Novo consumo |

Observa-se que a situação sem projeto evidenciada no cenário tendencial reproduz e amplia indicadores característicos de uma situação de entropia, face à permanência da estagnação frente a um crescimento desejável que assegure a elevação qualitativa dos atuais indicadores (saúde, educação, saneamento, moradia e empregabilidade), notadamente para os pequenos produtores nativos.

O cenário presente é, assim, marcado por desigualdades, tanto a nível de acesso a bens e serviços, como no que se refere à participação no processo de desenvolvimento econômico entre as categorias de pequenos e médios versus grandes produtores.

O projeto, dessa forma, repercutirá, inclusive, na democratização das relações econômicas, políticas, sociais e institucionais, ratificando a possibilidade de sustentabilidade da região defendida pela filosofia que o norteia.

6.7.1.2.6 - Estudo Comparativo e Analítico dos Trechos Selecionados

O estudo comparativo e analítico dos trechos selecionados, referenciado pelos dados e informações disponíveis através do levantamento realizado na área de inversões diretas, aporta um complexo de variáveis significantes que estabelecem um diferencial entre as possibilidades examinadas na análise de cada trecho. As variáveis selecionadas, quando observadas de forma interdependente, são indicativas dos aspectos passíveis de repercutirem na vida das comunidades afetadas pela intervenção.

Ressalte-se, para melhor compreensão do Quadro 6.24, a seguir apresentado que:

- Do início do trecho A_1 ao início do trecho C_1 , a área por onde o sistema adutor poderá passar, caracteriza-se pela existência de latifúndios não produtivos, sendo praticamente desabitada. Dessa forma, a nível de impacto social no trecho A_1 deverá comportar a mesma magnitude do trecho C_1 ;

- No trecho D₂ além das áreas de impacto direto abrange-se também, de modo indireto, a comunidade Açude João Coelho, que dista 1,5 km do traçado de seu percurso.

Quadro 6.24 – Trechos e Variáveis Diferenciais

| TRECHOS | VARIÁVEIS | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-----|-------|-----|-------|-----|-----|---|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 (%) | | 4 (%) | | | 5 | 6 (%) | 7 |
| | | | 3.1 | 3.2 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | | | |
| A1/C1 | 83 | 210 | 100 | 66 | 92 | 71 | 41 | 1 | 42 | 26.000 |
| D1 | 25 | 07 | 82 | 39 | 100 | 100 | 41 | 0 | 33 | 26.000 |
| D2 | 85 | 212 | 100 | 66 | 95 | 74 | 45 | 1 | 42 | 26.000 |

Definição das Variáveis:

Variável 1 – Número de Propriedades

Variável 2 – Número de famílias

Variável 3 – Pessoas dedicadas à atividade agropecuária

3.1 - Homens

3.2 - Mulheres

Variável 4 – Disponibilidade para participar do projeto

4.1 - quer ser irrigante

4.2 - quer pagar pela irrigação

4.3 - demonstra condição de pagamento.

Variável 5 – Número de organizações comunitárias

Variável 6 – Vontade de capacitar-se

Variável 7 – Perspectiva de geração de emprego.

Ao proceder-se à avaliação do Quadro 6.24, de variáveis diferenciais, constata-se:

Quanto à variável 1:

O número de proprietários afetados é discretamente maior no trecho D2 em relação ao trecho A1/C1, podendo-se considerar o impacto semelhante em ambos os percursos quanto ao contingente de propriedades envolvidas.

Quanto à variável 2:

Observa-se o surgimento de situação similar à anterior, visto que 212 famílias seriam impactadas pelo projeto em D2 em relação a 210 no trecho A1/C1 e apenas 07 famílias sofreriam impacto no trecho D1.

Quanto à variável 3:

Registra-se percentuais significativos de homens dedicados à atividade agropecuária / extrativismo vegetal nas alternativas, sendo semelhantes nos trechos A1/C1 e D2 (100%). Apesar da redução do percentual quando referente às mulheres, este ainda mostra-se relevante, seguindo a mesma proporção em A1/C1 e D2.

Quanto à variável 4:

A alternativa D1 apresenta os percentuais mais contundentes quanto ao número de moradores que desejam irrigação, que aceitam pagar pelo serviço e que tem, conseqüentemente, condições de fazê-lo (100%, 100% e 41%, respectivamente).

Entretanto, se considerado o universo a ser beneficiado, este é consideravelmente mais expressivo em D2 e A1/C1 – onde o número, daqueles que desejam irrigação e aceitam pagar pelo serviço é igualmente elevado demonstrando a expressiva receptividade dos habitantes de toda a região ao Projeto (95% em D2 , 92% em A1/C1). Este dado vem, de forma contundente, conferir legitimidade à intervenção, indicando uma tendência à preponderância de impactos positivos, do ponto de vista social.

Quanto à variável 5:

Conforme identificado na pesquisa direta e em documentação subsidiária, somente registra-se movimento organizado sob forma de associativismo nas

alternativas A1/C1 e D2, correspondendo ao trabalho desenvolvido em área comum (Serra Dantas). A possibilidade de geração de maiores resultados sociais nesta área se prenuncia a partir da existência de um ambiente propício, ainda que embrionário, à gestão compartilhada e à co-responsabilização nas questões coletivas.

Quanto à variável 6:

Observa-se um percentual pouco significativo em relação à demanda de motivação para capacitar-se em toda a região. Há, entretanto, nas alternativas A1/C1 e D2 uma maior disposição dos habitantes em melhor se qualificarem para a instrumentalização nas atividades básicas locais.

Quanto à variável 7:

Nas 4 alternativas apresentadas, a área-objeto de irrigação corresponde a 13.000 ha, o que gerará cerca de 26.000 empregos diretos, considerando-se a proporção de 02 empregos/ha.

Buscando avaliar os impactos em função dos recursos/potencialidades existentes e passíveis de incremento para o logro de melhores resultados, foi utilizado como instrumental complementar um *check list* apresentado na seqüência (Quadro 6.25), considerando-se inicialmente, em cada alternativa o registro da ocorrência dos efeitos levantados, para, em seguida, a partir de escalas referenciais de magnitude quais sejam (0) baixa; (1) média e (2) alta – mapear a incidência dos efeitos sociais, econômicos e político-institucionais nas cinco alternativas possíveis, de acordo com a magnitude ilustrada abaixo.

| | |
|---|-------------|
| 0 | inexistente |
| 1 | baixa |
| 2 | média |

Cada alternativa apresenta um nível de densidade que indica a intensidade dos impactos sociais em cada alternativa estudada, sem preocupação de mensuração, face ao seu caráter eminentemente qualitativo.

Quadro 6.25 – Check List

| IMPACTOS | EFEITOS | ALTERNATIVAS | | | | |
|------------------------|--|--------------|----|----|----|-----|
| | | A1 | C1 | D1 | D2 | D2' |
| Social | Nível de Capacitação do Capital Humano | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| | Acesso à Moradia | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Acesso à Educação | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Nível Organização Comunitária | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| | Densidade Demográfica | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | Atendimento Médico | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Atendimento Odontológico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Acesso à Cultura e Lazer | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | Formas de Enfrentamento da Pobreza | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | Visão do Coletivo | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| Econômico | Empregabilidade | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | Capacidade para contribuir financeiramente na operacionalização do Projeto | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | Potencial da Economia Local para inserção na Economia Regional | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | Alternativas Econômicas Viáveis além da Agropecuária | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | Potencialidade para o Setor Industrial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Utilização Racional dos Recursos Hídricos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Defesa contra Efeitos da Seca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Conservação/Recuperação/Potencialização dos Solos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Restrições da Base de Recursos Naturais | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Potencialidades da Base de Recursos Naturais | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Organização Espacial do Meio | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Infra-estrutura Existente | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | Infra-estrutura de Entorno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Político-institucional | Legitimidade Social para a Escolha da Alternativa | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Prática de Políticas Clientelistas/Assistencialistas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Capacidade Local para Gestão, Acompanhamento/ Controle Ações | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |

6.7.1.2.7 - Considerações Finais

A partir dos quadros apresentados ao longo do relatório, dos cenários existentes e projetados e, em especial ao quadro de estudo comparativo analítico – com base no check list utilizado, pode-se afirmar:

A Alternativa A1 é descartável, porquanto envolve um extenso trecho territorial a partir do ponto referencial no rio Jaguaribe, de captação d'água, com escassa densidade populacional que justifique um investimento de tal aporte.

A alternativa D2', igualmente, se vista isoladamente, não repercute no conjunto da população a ser beneficiada, visto referir-se a uma área específica na Chapada, onde não se detectam aglomerados humanos – somente propriedades pertencentes a investidores. Essa alternativa, por envolver uma extensão relativamente curta e propiciar a geração de 3.000 empregos diretos, com a irrigação de 1.500 ha, poderá ser considerada em conjunto com a alternativa mais adequada para implantação do Projeto.

A alternativa C1 é recomendável visto impactar favoravelmente sobre trechos populosos, capaz de repercutir de forma positiva em questões atinentes à geração de emprego/renda, à demanda por irrigação e com forte disponibilidade humana capaz de gerar uma transformação no nível de qualidade de vida daquela população. É importante ressaltar que, a esse dado deve ser acrescido um correspondente investimento no setor de políticas básicas a saber: educação, saúde, habitação e participação comunitária.

A alternativa D1 deverá, igualmente à primeira alternativa (A1), ser desconsiderada, sob o ponto de vista social, face ao

irrelevante impacto que pode ser ocasionado à sua implantação. O trecho abrangido por essa alternativa atravessa extensos latifúndios em áreas pouco habitadas, não devendo acrescer do ponto de vista econômico-social à Região.

Considera-se a **alternativa D2** a opção socialmente mais viável e melhor adequada, tendo em vista a repercussão positiva que trará à população beneficiária e à Região como um todo, considerados os fatores analisados ao longo desse relatório, de forma integrada e abrangente.

É importante ressaltar, entretanto, que a opção C1, em termos técnicos poderá gerar impactos sociais semelhantes sobre a população beneficiária, o que a coloca como uma alternativa a ser igualmente considerada, quando analisado o conjunto de aspectos impactando sobre a intervenção (econômicos, ambientais e estruturais).

Ainda a partir de uma análise conjunta dos diversos aspectos componentes para a escolha da melhor alternativa para a intervenção, com a implantação do sistema de adutoras, é importante não perder-se de vista a possibilidade de construção complementar do trecho/ alternativa D2', visto o mesmo implicar na geração de 3.000 empregos diretos nos hectares irrigados.

Finalmente, há que se ter em conta, primordialmente a visão de totalidade em relação aos diferentes aspectos da realidade a serem considerados e, principalmente, realçar a dimensão humana, contextualizando-a a fim de que ela seja reconhecida como o elemento preponderante no processo de desenvolvimento sustentável, calcado em uma maior justiça social e no exercício de uma cidadania plena.

6.7.2 - Análise Ambiental Integrada

Essa análise considerou conjuntamente as análises dos sistema natural e sócio econômico, realizadas individualmente e apresentadas nos títulos precedentes. Como metodologia, foi empregada a mesma adotada para análise do sistema natural, já previamente descrita.

Compreendendo os componentes do sistema sócio-econômico, foram analisados os cinco parâmetros seguintes, que se uniram na estrutura matricial:

Migração (deslocamento de populações devido às obras);

Empregabilidade (possibilidade de geração de emprego/renda);

Assimilação de tecnologia (conhecimento de novas técnicas, em função de necessidades geradas pelo projeto);

Melhoria da infra-estrutura social (melhoria e/ou incremento dos equipamentos existentes);

Potencialização/racionalização do uso da água e do solo.

Dada a dualidade explicativa sobre o sistema em análise, já que todo o processo contou com as mesmas análises (qualitativas e quantitativas descritas para o sistema ambiental natural) passa-se então diretamente a apresentação dos resultados das cinco matrizes construídas para levantamento quantitativo do potencial impactante das Alternativas A1, C1, D1, D2 e D2', e logo em seguida a discussão dos resultados.

MATRIZ 6.7 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA A1

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| <div style="text-align: center;"> ALTERNATIVA A1 </div> | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | SISTEMA SÓCIO-ECONÔMICO | | | | | Somatória Σ | |
|---|-----------------|--------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|---|--------------------|----|
| | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | MEIO ANTRÓPICO | | | | | | |
| | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | Valores Paisagísticos | Migração | Empregabilidade | Assimilação de Tecnologia | Melhoria da Infra-Estrutura Social | Potencialização/Racionalização do uso da Água e do Solo | | |
| | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | | | | | | | |
| Ações | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | -9 | -9 |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Desmatamento | -3 | -5 | -6 | -2 | -3 | -9 | 0 | -9 | -9 | 0 | 2 | • | • | -4 | -48 | |
| Movimentação de Terras | -6 | -6 | -6 | -8 | -3 | -3 | • | -6 | -3 | • | 2 | 1 | • | -4 | -42 | |
| Sistema de Captação | • | • | -1 | 1 | 0 | -1 | -2 | -1 | 0 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | +05 | |
| Sistema de Recalque | -2 | • | -1 | • | • | • | • | -1 | -1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | +04 | |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 3 | • | -6 | • | 8 | 4 | • | 9 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | +28 | |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 5 | 2 | 8 | 5 | +20 | |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | 1 | 8 | 6 | 9 | 9 | +35 | |
| (*) Σ Somatória | -08 | -11 | -20 | -09 | +02 | -09 | -02 | -08 | -10 | +07 | +26 | +15 | +20 | 00 | -07 | |

Legenda

- Impacto Avaliado Inexistente
- 1 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa
- 0 Impacto Indefinido
- 1 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa

Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

MATRIZ 6.8 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA C1

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| ALTERNATIVA C1 Ações | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | SISTEMA SÓCIO-ECONÔMICO | | | | | Somatória Σ |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|---|--------------------|
| | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | MEIO ANTRÓPICO | | | | | |
| | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | Valores Paisagísticos | Migração | Empregabilidade | Assimilação de Tecnologia | Melhoria da Infra-Estrutura Social | Potencialização/Racionalização do uso da Água e do Solo | |
| | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | | | | | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | -7 | -7 |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Desmatamento | -2 | -2 | -6 | -1 | -3 | -8 | 0 | -8 | -6 | 0 | 1 | 1 | • | -1 | -35 |
| Movimentação de Terras | -6 | -6 | -6 | -6 | -2 | -2 | • | -3 | -1 | • | 1 | • | • | -1 | -32 |
| Sistema de Captação | • | • | -1 | 1 | 0 | -1 | -2 | -1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | +09 |
| Sistema de Recalque | -1 | • | -1 | • | • | • | • | -1 | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | +09 |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 2 | • | -3 | • | 5 | 2 | • | 6 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | +26 |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 5 | 2 | 8 | 5 | +20 |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | 1 | 8 | 6 | 9 | 9 | +35 |
| (*) Σ Somatória | -07 | -08 | -17 | -06 | 00 | -09 | -02 | -07 | -05 | +07 | +21 | +15 | +23 | +20 | +25 |

Legenda

- Impacto Avaliado Inexistente
- 1 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa
- 0 Impacto Indefinido
- 1 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa

Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

MATRIZ 6.9 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA D1

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| <div style="text-align: center;"> ALTERNATIVA D1 </div> | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | SISTEMA SÓCIO-ECONÔMICO | | | | | Somatória Σ |
|---|-----------------|--------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|---|--------------------|
| | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | MEIO ANTRÓPICO | | | | | |
| | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | Valores Paisagísticos | Migração | Empregabilidade | Assimilação de Tecnologia | Melhoria da Infra-Estrutura Social | Potencialização/Racionalização do uso da Água e do Solo | |
| | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | | | | | | |
| Ações | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | - 6 | - 6 |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Desmatamento | - 1 | - 1 | - 3 | - 1 | - 3 | - 6 | 0 | - 6 | - 3 | 0 | 1 | 1 | • | - 1 | -23 |
| Movimentação de Terras | - 4 | - 4 | - 3 | - 6 | - 1 | - 1 | • | - 1 | - 1 | • | 1 | • | • | - 1 | -21 |
| Sistema de Captação | • | • | - 6 | 3 | 0 | - 3 | - 2 | - 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | -05 |
| Sistema de Recalque | - 1 | • | - 1 | • | • | • | • | - 1 | - 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | +02 |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 1 | • | - 1 | • | 5 | 1 | • | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | +16 |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 1 | 2 | 3 | 5 | +11 |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | • | 4 | 3 | 4 | 6 | +19 |
| (*) Σ Somatória | -05 | -05 | -14 | -04 | +01 | -09 | -02 | -08 | -02 | +03 | +13 | +12 | +07 | +06 | -07 |

Legenda

- Impacto Avaliado Inexistente
- 1 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa
- 0 Impacto Indefinido
- 1 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa

Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

MATRIZ 6.10 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA D2

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| ALTERNATIVA D2 Ações | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | SISTEMA SÓCIO-ECONÔMICO | | | | | Somatória Σ |
|---|-----------------|--------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|---|--------------------|
| | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | MEIO ANTRÓPICO | | | | | |
| | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | Valores Paisagísticos | Migração | Empregabilidade | Assimilação de Tecnologia | Melhoria da Infra-Estrutura Social | Potencialização/Racionalização do uso da Água e do Solo | |
| | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | | | | | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | -7 | -7 |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Desmatamento | -2 | -2 | -6 | -1 | -3 | -8 | 0 | -8 | -6 | 0 | 1 | • | • | -1 | -36 |
| Movimentação de Terras | -5 | -5 | -6 | -3 | -2 | -2 | • | -2 | -1 | • | 1 | 1 | • | -1 | -25 |
| Sistema de Captação | • | • | -1 | 1 | 0 | -1 | -2 | -1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 6 | +10 |
| Sistema de Recalque | -1 | • | -1 | • | • | • | • | -1 | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 6 | +10 |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 2 | • | -2 | • | 5 | 2 | • | 6 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 6 | +28 |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 5 | 2 | 8 | 5 | +20 |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | 1 | 8 | 6 | 9 | 9 | +35 |
| (*) Σ Somatória | -06 | -07 | -16 | -03 | 00 | -09 | -02 | -06 | -05 | +07 | +21 | +15 | +23 | +23 | +35 |

Legenda

- Impacto Avaliado Inexistente
- 1 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa
- 0 Impacto Indefinido
- 1 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa

Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

MATRIZ 6.11 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ALTERNATIVA D2'

PROJETO DE ENGENHARIA DAS OBRAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPIÚ

| ALTERNATIVA D2' Ações | SISTEMA NATURAL | | | | | | | | | SISTEMA SÓCIO-ECONÔMICO | | | | | Somatória Σ |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|---------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------|---|-------------|
| | MEIO ABIÓTICO | | | | MEIO BIÓTICO | | | | | MEIO ANTRÓPICO | | | | | |
| | Ar | Geologia / Geomorfologia | Solos | Recursos Hídricos | Fauna | Flora | Dinâmica dos Ecossistemas | | Valores Paisagísticos | Migração | Empregabilidade | Assimilação de Tecnologia | Melhoria da Infra-Estrutura Social | Potencialização/Racionalização do uso da Água e do Solo | |
| | | | | | | | Aquáticos | Terrestres | | | | | | | |
| Desapropriação | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | - 8 | - 8 |
| Deslocamento/ Reassentamento | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Desmatamento | - 2 | - 6 | - 6 | - 1 | - 3 | - 9 | 0 | - 9 | - 9 | 0 | 1 | • | • | - 1 | -45 |
| Movimentação de Terras | - 6 | - 6 | - 9 | - 3 | - 3 | - 3 | • | - 2 | - 2 | • | 1 | 1 | • | - 1 | -33 |
| Sistema de Captação | • | • | - 2 | 2 | 0 | - 2 | - 3 | - 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | +05 |
| Sistema de Recalque | - 2 | • | - 2 | • | • | • | • | - 2 | - 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | +04 |
| Sistema de Adução/ Distribuição | 2 | • | - 2 | • | 5 | 2 | • | 6 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | +26 |
| Organização Comunitária | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 8 | 4 | 8 | 6 | +26 |
| Educação Social | • | • | • | • | • | • | • | • | 2 | 1 | 8 | 6 | 9 | 9 | +35 |
| (*) Σ Somatória | -08 | -12 | -21 | -02 | -01 | -12 | -03 | -09 | -10 | +07 | +24 | +17 | +23 | +17 | +10 |

Legenda

- Impacto Avaliado Inexistente
- 1 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Benéfico, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Benéfico, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Benéfico, de Grande Magnitude e Importância Significativa
- 0 Impacto Indefinido
- 1 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Não Significativa
- 2 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Moderada
- 3 Impacto Adverso, de Pequena Magnitude e Importância Significativa
- 4 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Não Significativa
- 5 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Moderada
- 6 Impacto Adverso, de Média Magnitude e Importância Significativa
- 7 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Não Significativa
- 8 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Moderada
- 9 Impacto Adverso, de Grande Magnitude e Importância Significativa

Ação Facilmente Mitigável para Atenuar o Impacto Ambiental

6.7.2.1 - Resultados e Considerações Finais

As matrizes de avaliação dos impactos ambientais de cada uma das cinco alternativas em exame, tiveram seus pontos somados e levaram à hierarquização indicada no Quadro 6.26, que serve como instrumento para a discussão posterior, baseada no tratamento gráfico e estatístico desses valores.

Quadro 6.26 – Resumo da Avaliação de Impactos Ambientais do Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí

| # | MEIO ABIÓTICO | | MEIO BIÓTICO | | MEIO ANTRÓPICO | | TOTALIZAÇÃO | |
|------------|---------------|-----|--------------|-----|----------------|-----|-------------|-----|
| | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) |
| D2 | 3 | 35 | 16 | 38 | 98 | 9 | 117 | 85 |
| | -32 | | -22 | | 89 | | 35 | |
| C1 | 3 | 41 | 16 | 39 | 95 | 9 | 114 | 89 |
| | -38 | | -23 | | 86 | | 25 | |
| D2' | 4 | 47 | 16 | 51 | 98 | 10 | 118 | 108 |
| | -43 | | -35 | | 88 | | 10 | |
| A1 | 4 | 52 | 24 | 51 | 85 | 17 | 113 | 120 |
| | -48 | | -27 | | 68 | | -7 | |
| D1 | 4 | 32 | 12 | 32 | 49 | 8 | 65 | 72 |
| | -28 | | -20 | | 41 | | -7 | |

Essa hierarquização reflete bem a problemática diferencial das alternativas (isto é, sem considerar os seus aspectos comuns, mormente a irrigação de 13.500 ha SAU), conforme comentado a seguir, de uma maneira eminentemente sintética e qualitativa, para cada alternativa.

Alternativa A1: sendo a alternativa com obras lineares mais longas, com mais desmatamento e maior movimento de terra, ela gera maiores impactos negativos tanto sobre o meio biótico como abiótico; do ponto de vista social, mais da metade do canal atravessa áreas praticamente despovoadas; o fato de permitir irrigação na Chapada do Apodi é positivo, por gerar emprego e renda, embora isto não se repercuta na área do Eixo de Integração propriamente dita.

Alternativa C1: sendo a alternativa com o segundo maior comprimento de obras lineares, aplicam-se a ela, embora em menor grau, os comentários tecidos sobre os impactos advindos das ações do desmatamento e do movimento de terra; além disso, um trecho do canal passa perto da encosta da Chapada do Apodi, o que não é muito desejável; no que se refere à parte social, ela impacta beneficentemente sobre trechos mais povoados, sem implicar em deslocamentos populacionais.

Alternativa D1: sendo a alternativa que demanda o menor comprimento de obras lineares, é a que tem os menores impactos devidos das ações do desmatamento e movimento de terra; em contrapartida, o canal atravessa trechos ocupados por grandes latifúndios, em áreas quase inabitadas, além de ser o de localização relativa menos favorável em relação às áreas empresariais e ao PA de Bela Vista.

Alternativa D2: em termos de comprimento (e desmatamento) ela é semelhante a C1, com a vantagem de que o trecho não comum com A1 fica num divisor de águas, interferindo menos na topografia local (menor movimento de terra), além de não passar perto da encosta da Chapada do Apodi; do ponto de vista social, é o traçado mais interessante, porque, além de ter em comum com A1 e C1 um traçado bem localizado em relação às áreas empresariais e ao projeto de assentamento de Bela Vista, é o único a passar perto das duas sedes desse PA.

Alternativa D2': o seu traçado em planta é o mesmo de D2, estando complementado por um sistema independente para a área da Chapada do Apodi; disto resulta a necessidade de ter duas barragens, elevatórias e adutoras, ao invés de uma de cada, com maiores impactos negativos sobre o sistema natural; do ponto de vista social, prevalecem os dizeres sobre a irrigação na Chapada do Apodi tecidas em relação à Alternativa A1. Ressalte-se, todavia, que o fato de tratar-se de um subsistema independente, destinado exclusivamente à irrigação empresarial, poderá gerar críticas se for implantado pelo Poder Público.

Os Gráficos 6.18 e 6.19 seguintes exibem uma estrutura comparativa para as alternativas consideradas. Neles se poderá observar que as alternativas A1, C1, D2 e D2' proporcionarão mais impactos benéficos que as demais, com a diferença entre elas

ficando em faixa inferior a 5%, bem como que a alternativa D1 é a que menos impactos benéficos proporcionará, ficando com uma diferença de 76,92% da média das demais, sendo assim considerada anômala e assim devendo ser tratada nessas considerações finais.

Gráfico 6.18 – Total da Somatória da Pontuação por Alternativa

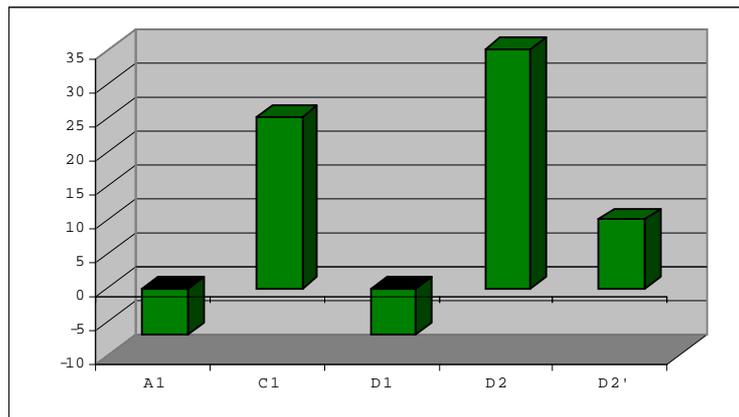
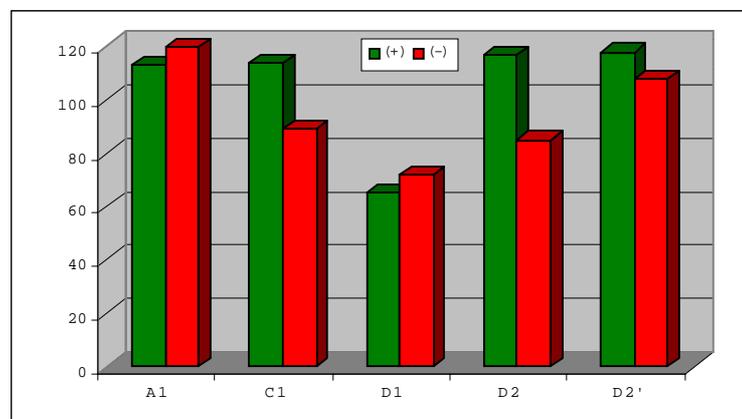


Gráfico 6.19 – Impactos Adversos e Benéficos por Alternativas



Já comparando-se a somatória dos impactos benéficos e adversos por alternativas, se observará que a alternativa D1, é a que delimitará menor número de impactos, sejam eles benéficos ou adversos, porém com valores próximos (65 pontos positivos contra 72 pontos negativos).

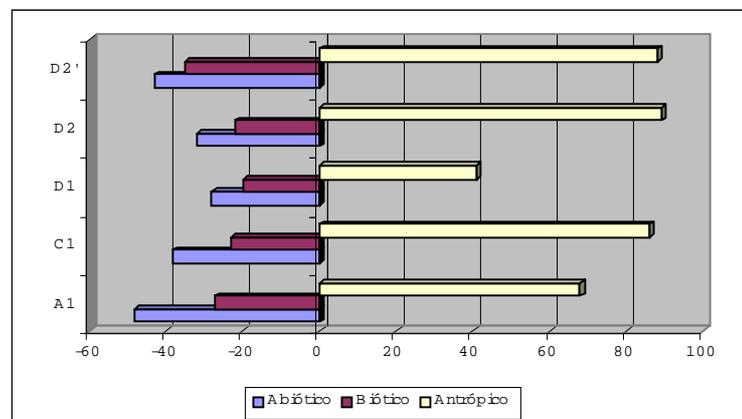
A Alternativa D2 é a que traz a maior diferença entre a soma dos valores de impactos benéficos e adversos, dada pela diferença de 117 pontos positivos contra 85 pontos negativos.

Analisando o resultado da somatória dos impactos por cada meio do sistema ambiental e por cada alternativa, percebe-se que a alternativa D1 é a que traz menos impactos, tanto ao meio abiótico como biótico e antrópico.

As alternativas C1, D2 e D2' se assemelham quanto aos benefícios sociais com ligeira vantagem para a alternativa D2. (apenas 1 ponto sobre a D2' e 3 pontos sobre a C1).

É importante que se caracterizem essas condições pois como se pode observar, a somatória dos impactos nos meios biótico e abiótico é sempre negativa, para qualquer alternativa e para o meio antrópico, do mesmo modo para todas as alternativas, será sempre positiva a resultante.

Gráfico 6.20 – Resultado da Somatória dos Impactos por Meio e por Alternativa



As alternativas D2 e C1 são perfeitamente viáveis do ponto de vista ambiental e social, seguidas pela alternativa D2'. A análise conjunta com os demais parâmetros de avaliação definirá a melhor opção dentre as alternativas dos traçados captação - rio Jaguaribe e disposição.

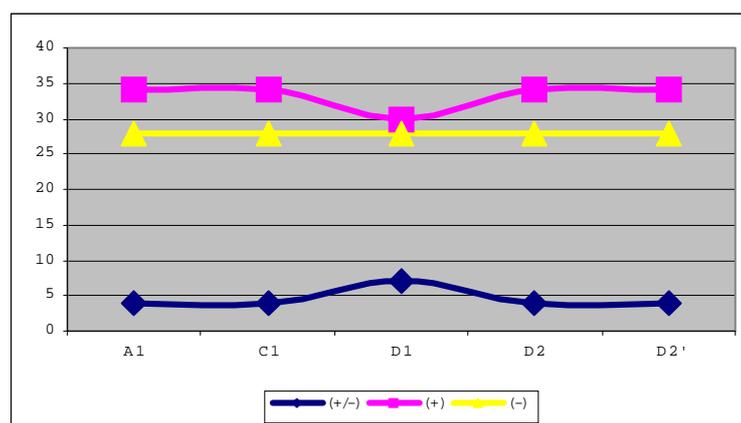
Analisando-se o número de impactos por caráter e por Alternativa, o Gráfico 6.21 exhibe o resultado obtido, onde se observa a pequena variação no número de impactos adversos por Alternativa, com variação de desvio padrão insignificante, na

ordem de 1,78 para os impactos positivos; contra o inexistente desvio para os impactos adversos.

Na variância os valores são também baixos e insignificantes, sendo 3,2 para os impactos adversos, contra inexistente para os impactos benéficos, resultando numa diferença percentual maior que 20%; ou seja, no tratamento estatístico dos valores, indica-se incipientemente uma anomalia na pontuação da Alternativa D1, em termos de sua avaliação negativa, já que deveria haver paridade entre as Alternativas do grupo D, uma vez que tem muito em comum, como a captação e a distribuição das águas. Valores similares se observarão ao analisar-se o número de impactos totais, que ficou delineado como nos tópicos seguintes:

- Alternativa A1: 66 impactos**
- Alternativa C1: 66 impactos**
- Alternativa D1: 65 impactos**
- Alternativa D2: 66 impactos**
- Alternativa D2': 66 impactos**

Gráfico 6.21 – Observação de Anomalia na Pontuação Positiva da Alternativa D1



Analisando-se a pontuação, em termos de sua diferença, o Gráfico 6.22 exibe o comportamento das Alternativas avaliadas, demonstrando que a Alternativa D2 é a mais significativamente impactante e como todas as diferenças dos impactos reportados são positivas, há um claro indicativo da escolha dessa Alternativa sobre as demais. Porém, comparando-se os valores com a impactância por Meios do Sistema

Ambiental, se observará que toda essa relevância se dá tão somente em função do Meio Sócio-Econômico (Antrópico), conforme se observará no Gráfico 6.23, seguinte.

Gráfico 6.22 – Diferenças na Pontuação das Alternativas

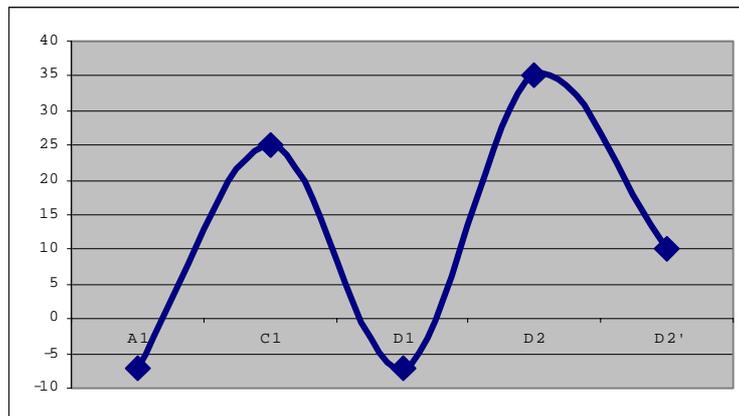
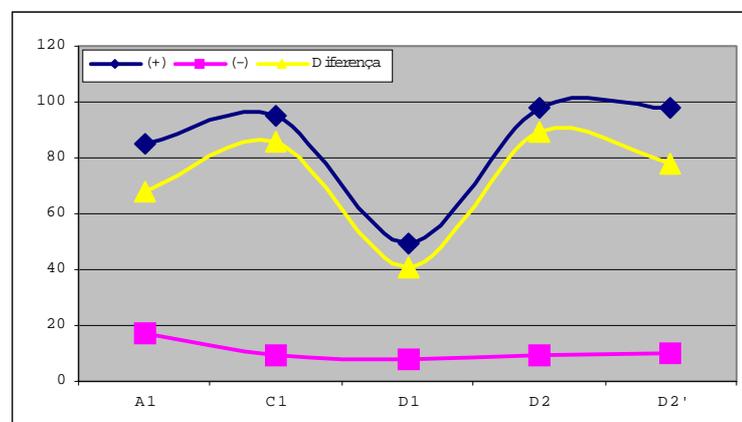


Gráfico 6.23 – Diferenças na Pontuação das Alternativas no Meio Antrópico



Conforme se observou, no Gráfico 6.23, há uma inflexão na curva de pontuação positiva (benéfica) na Alternativa D1, ao mesmo tempo em que há uma sobre elevação na mesma classe de pontuação da Alternativa D2 e D2', ressaltando-se mais uma vez que as três tem em comum a captação e o deságüe.

Ao se analisar pelo mesmo modelamento os Meios Abiótico e Biótico, se observará comportamento diferenciado, conforme os Gráficos 6.24 e 6.25, seguintes.

Gráfico 6.24 – Diferenças na Pontuação das Alternativas no Meio Abiótico

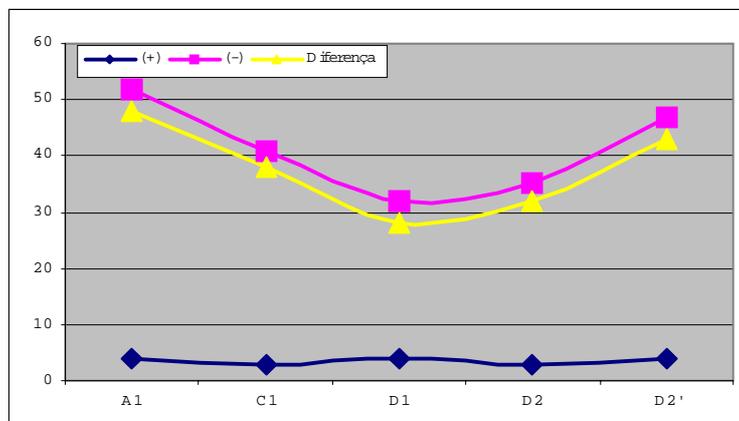
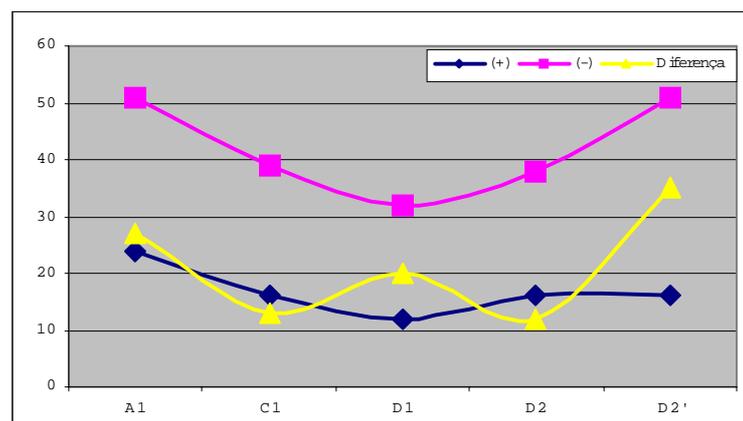


Gráfico 6.25 – Diferenças na Pontuação das Alternativas no Meio Biótico



Conforme se observou, há diferenças marcantes entre os três últimos GRÁFICOS, pois se no Meio Antrópico os impactos tem caráter benéfico dominante, nos Meios Abiótico e Antrópico as curvas superiores são de Adversidades, e nesses dois Meios, a Alternativa D1 é a menos impactante. Os três GRÁFICOS tem em comum apenas um ponto de mínima diferença de impactos (somatória dos impactos benéficos e adversos) na Alternativa D1.

Procurando equilibrar a paridade entre os Meios analisados (Antrópico, Abiótico e Biótico) não se pode analisar linearmente os resultados obtidos, pois se notou que o Meio Antrópico sobrepõe-se sobre os demais, sendo que nesse a Alternativa D2 é a escolha mais natural (Gráfico 6.22) pois exhibe maior diferença de pontuação benéfica.

Já em relação aos demais Meios, a escolha recairia sobre a Alternativa D1, (Gráficos 6.24 e 6.25), onde a curva de benefícios aproxima-se da de adversidades. Outro fator a considerar é a pontuação dentro das possibilidades de impactos dentre todas as Alternativas, onde nesse caso, para os Meios Abiótico e Biótico, as variações foram baixas indistintamente para todas as Alternativas, ao passo que em relação ao Meio Antrópico há variações maiores entre possibilidades de impactos dentre as cinco Alternativas analisadas.

Explicando mais claramente essa condição, se tem nos Meios Abiótico e Biótico, respectivamente 71,42% e 75% de representatividade da diferença da pontuação obtida, contra o Meio Antrópico, com uma variação de 117,07% na comparação da Alternativa D1 e D2.

Antes da conclusão final, é importante considerar que os estudos ambientais não somente primam pela correlação de causa e efeito na análise matricial que desenvolvem, mas primam também pela paridade, tanto de critérios de análise de cada interação entre as ações do empreendimento e os sistemas impactados, quanto pela condição equilibrada entre os Meios que agrupam os componentes do Sistema Ambiental (Resolução CONAMA 01/86) dessa forma, a escolha mais adequada contempla os dois Meios Abiótico e Biótico que apontam a Alternativa D1, contra o Meio Antrópico que aponta a Alternativa D2.

Com tudo isso, é conclusão final desse estudo que a Alternativa D2 deverá ser escolhida considerando-se todo o exposto anterior, e sob o ponto de vista do Meio Ambiente, em consonância com o ordenamento legal brasileiro.

6.8 - AVALIAÇÃO GLOBAL DAS ALTERNATIVAS

Examinando, em conjunto, as conclusões dos estudos comparativos de alternativas, dos pontos de vista da engenharia e custos, da economia e dos impactos sobre o meio ambiente, tornou-se possível constatar o seguinte:

Engenharia e custos: recomendou-se a Alternativa D2, que tem um custo de investimento apenas 1% maior que C1, com a vantagem de serem menores os riscos tanto de aumento de custo (menos obras de travessia de córregos) como os ligados à

localização de um trecho do canal da alternativa A1 perto da encosta da Chapada do Apodi; D1 é 5% mais cara que D2, tendo as outras duas (A1 e D2') custos que nunca justificariam a sua escolha, inclusive quanto às despesas com energia elétrica.

Avaliações econômico-financeiras: C1 e D2 conduzem aos menores preços (de mercado) da água, A1 sendo a mais cara; na análise econômica há empate técnico entre C1, D2 e D1.

Impactos ambientais: a melhor pontuação (+ 35) foi a de D2, seguida por C1 (+25) e D2'(+10), as outras duas tendo pontuação negativa.

Em função dessa análise multi-enfoque chegou-se à conclusão de que a alternativa D2 reúne as melhores condições globais, tendo-se recomendado, portanto, a sua escolha.

Assim, de conformidade com as análises comparativas procedidas o Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí deveria corresponder à Alternativa D2, abrangendo o trecho desde a captação no rio Jaguaribe, perto da cidade de Antonópolis, até um reservatório de compensação no local chamado lagoa dos Passa; desse ponto em diante desenvolver-se-ia um segundo canal, até a altura da localidade de Mata Fresca. A extensão linear total dessas obras seria de 58,9 km, sendo 1,14 km em tubulação.

A vazão máxima captada será de 5,0 m³/s; a ordem de grandeza da área total passível de ser irrigada dependerá do padrão global das demandas dos diversos usuários; cabe acrescentar que a orientação emanada da SRH-CE é que a água seja alocada nos moldes abaixo:

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| irrigantes atuais (Mata Fresca): | 1,0 m ³ /s |
| novos pequenos e médios irrigantes: | 1,0 m ³ /s |
| empresas: | 3,0 m ³ /s |
| SOMA | 5,0 m ³ /s |

Comparando essas vazões com as premissas preliminares feitas neste estudo em relação às demandas pode-se estimar que, se houver um bom planejamento da irrigação e da alocação, gerenciamento e controle da água, deveria ser possível irrigar uma área total de pelo menos 7.000 ha SAU, eventualmente de até 8.000 – 9.000 ha, a depender, inclusive, dos planos de afolhamento.

Vale destacar que, em função da urgência de que se reveste o presente empreendimento, em fins de agosto de 1998 foi dado início à implantação da rede básica de apoio aos levantamentos topográficos para o projeto executivo, já concluída. De outro lado, após avaliações comparativas preliminares conjuntas das alternativas, com o PROGERIRH, em setembro já foi dado início à locação no campo do eixo da alternativa D2, trabalho este quase concluído, com nivelamento, contranivelamento e seções transversais, ensejando o próximo início da elaboração do projeto executivo.

De outro lado, visando obter subsídios para instruir as avaliações econômico-financeiras do projeto, foram definidos quatro modelos agrícolas modulados, com áreas de 2,5 ha, 5,0 ha, 10 ha e 50 ha; o primeiro destina-se a pequenos produtores e os outros três a empresas, de pequeno e médio porte; tais modelos deverão ser discutidos, oportunamente, com a COPAN e a MAISA, para os devidos fins.

O ponto de partida para o equacionamento do abastecimento d'água à população é o diagnóstico setorial realizado, que identificou quatro trechos com características diferentes:

Ao longo do canal adutor: populações muito rarefeitas; soluções locais típicas;

PA Campos Verdes – Cacimba Funda: abastecimento com o poço da Petrobrás;

Mata Fresca – Gravier: possíveis alternativas com uma pequena adutora e chafarizes, ou soluções locais; em ambos os casos, com tratamento;

Faixa litorânea Ibicuitaba – Barrinha: uma tubulação partindo do segundo canal alimentando uma estação de tratamento compacta e um reservatório de água tratada; a

distribuição ficaria a cargo da Prefeitura Municipal de Icapuí (SAAE) e/ou das Associações de Moradores.

Assim sendo, o projeto está estudando soluções alternativas para as duas últimas áreas citadas, cujas conclusões serão submetidas ao PROGERIRH em outubro de 1998.

7 - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

7.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O polígono que demarca a região de influência deste empreendimento, estende-se desde o rio Jaguaribe até o mar, em terras dos municípios de Jaguaruana, Aracati e Icapuí. O mesmo recebeu o denominação de Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí; trata-se de uma área total de ordem de 1.900 km², situada entre os paralelos 4°45' e 5°00' de latitude Sul e os meridianos 37°15' e 37°55' de longitude Oeste de Greenwich.

Vale destacar mais uma vez que nos Termos de Referência indicou-se que a vazão a ser derivada estaria compreendida entre limites mínimo e máximo de 2,0 m³/s e 5,0 m³/s, respectivamente.

Ao momento todas as características técnicas do Projeto de Engenharia das Obras do Eixo de Integração Jaguaribe – Icapuí ainda não encontram-se descritas, pois o projeto ainda está em fase inicial de confecção. Para melhor poder apresentar essa caracterização, foram descritos à seguir os aspectos aplicados da Pedologia e da Geologia e Geotécnica que estão servindo como base de desenvolvimento do projeto e as características de concepção atuais do projeto de engenharia.

7.1.1 - O Potencial de Solos Irrigáveis

Para identificação do potencial irrigável dos solos, foi feita uma foto-interpretção pedológica de uma faixa de 3 km para cada lado dos traçados alternativos do sistema adutor, bem como ao longo do córrego da Mata Fresca, desde a lagoa dos Passa até a sua foz.

Estes estudos foram elaborados utilizando-se aerofotos na escala 1/32.500, de 1988, da ESTEIO; as cartas Areia Branca e Aracati, da SUDENE, na escala 1/100.000; e o mapa de solos do Estado do Ceará na escala de 1/600.000, elaborado em 1972. O produto final pode ser observado no Volume 1-A-3 (capítulo 8 - Diagnóstico Ambiental), estudo de impacto ambiental.

A análise procedida mostrou que as unidades de mapeamento contendo solos irrigáveis, são as seguintes de montante para jusante:

NC4 – Ce12 – PE44 – LVe1 – AQd5

Ao longo dos possíveis traçados das obras, desde a captação até a Lagoa dos Passa (nas cabeceiras do córrego da Mata Fresca) ocorrem as duas primeiras unidades de mapeamento acima referidas, com nítida predominância, em área, da primeira, cujo potencial agrícola sob irrigação foi amplamente comprovado pelas empresas agrícolas neles instaladas; de outro lado, o projeto Canaã, da MAISA, deveria ser implantado em solos da unidade Ce12.

À exceção de NC4, as outras quatro unidades de mapeamento de interesse ocupam toda a faixa ao longo do vale do córrego da Mata Fresca, onde estão sendo irrigados os seus diversos componentes: Cambissolos, Solos Podzólicos, Latossolos e Areias Quartzosas Distróficas; excetuando-se os Solos Litólicos de unidade Ce12, são solos com bom potencial para irrigação.

Num “projeto de irrigação”, isto é, um empreendimento que visa a irrigação de uma área previamente delimitada, o projeto das obras baseia-se em informações pedológicas detalhadas, permitindo projetar todas as obras de adução, condução e distribuição, bem como a rede de drenagem superficial; procura-se, também, irrigar uma área a mais compacta possível, para diminuir os custos de transporte da água, até as tomadas dos irrigantes.

No caso em pauta, todavia, a concepção é bem diversa haja vista que:

As áreas a serem irrigadas não haverão de formar, em geral, blocos compactos, estando constituídas por um “mix” abrangendo situações diversas, quais sejam:

- Áreas empresariais de contorno bem definido, situadas junto do sistema adutor, ou dele afastadas; uma delas (JAISA) conta com captação própria no rio Jaguaribe;

- Áreas de assentamentos do INCRA, onde a interveniência desse órgão será imprescindível, face às características sócio-culturais dos assentados; tais áreas são vizinhas das obras;
- Áreas irrigadas de pequenas e médias propriedades, situadas no vale da Mata Fresca, sobretudo entre Fazenda Cajazeiras e a BR-304; a irrigação é feita com água subterrânea, de elevada dureza, com riscos de degradação dos solos mais pesados sob o efeito de águas carbonatadas, sem que se tenha implantado nenhuma drenagem interna;
- Áreas de pequenas e médias propriedade em areias quartzosas – situadas, sobretudo pela margem esquerda do córrego, a jusante da BR-304 – irrigadas, também, com águas carbonatadas; no entanto, face a excessiva drenabilidade destas terras, os riscos de degradação dos solos devem ser bem mais reduzidos;
- Há áreas de pequenas e médias propriedades do vale em pauta, atualmente não irrigadas, quer pela falta de água e/ou da limitada capacidade financeira dos seus detentores; não se pode dizer, todavia, quais delas virão a ser irrigadas em função das obras, pois as respostas dos detentores, quando inquiridos, são imprecisas, além do fato de não conhecer o preço que haverão de pagar pela água.

Configura-se, portanto, um universo heterogêneo; assim, se no caso das empresas agrícolas é possível definir, com certa precisão, as vazões demandadas, os locais de captação e, até, os volumes anuais a serem captados, é lícito ter dúvidas em relação à localização geográfica das futuras áreas irrigadas no vale da Mata Fresca e nos assentamentos do INCRA. Pode-se afirmar, apenas, que a água a ser alocada aos pequenos e médios irrigantes deverá, de fato, ser captada, em função dos seguintes fatores:

- A disponibilidade de solos irrigáveis supera a área passível de ser irrigada com os 2,0 m³/s alocados pela SRH-CE a essa categoria de irrigantes;

- A “cultura local” já incorporou a irrigação – embora se sinta a falta de assistência técnica e extensão rural suficientes, em termos quantitativos e qualitativos;
- Sendo a água bombeada do aquífero Jandaíra muito dura, entende-se que os atuais irrigantes prefeririam abandonar os poços e passar a utilizar água do Eixo de Integração, pelo menos na medida em que o custo desta água (incluídos os investimentos para aduzi-la, do canal até a propriedade), seja atrativo, em relação ao reduzido custo marginal atual do metro cúbico, basicamente limitado ao custo da energia elétrica e à reposição de equipamentos.

Assim sendo, as diretrizes básicas adotadas em relação à complementação dos estudos pedológicos procedidos são as seguintes:

Áreas empresariais: os levantamentos pedológicos são de responsabilidade das empresas, cabendo salientar que uma delas já o contratou;

Assentamentos do INCRA: estes levantamentos são de responsabilidade do INCRA, no âmbito mais amplo de uma ação visando a pretendida introdução de irrigação dessas áreas: P.A. Bela Vista e Campos Verdes;

Áreas de pequenas e médias propriedades: face à extensão ocupada por estas propriedades – apenas parte da qual poderá vir a ser irrigada – e ao fato de que cada proprietário decidirá, individualmente, o que fazer, é evidente que não teria sentido, por exemplo, fazer um levantamento pedológico semi-detalhado desta extensa área – inclusive pelo fato de que nos Termos de Referência não se previram recursos para os trabalhos de campo e serviços de laboratório requeridos.

Em contra partida, entende-se que seja de todo interesse, para o setor público, que sejam estudados mais especificamente aspectos ligados à problemática da

irrigação com águas muito duras, como vem ocorrendo no vale há cerca de dez anos. Para tanto, deveriam ser feitas observações em campo, visando detectar problemas de solos e possíveis quedas de produtividade atribuíveis aos efeitos das águas carbonatadas; isso deverá, incluir, também, a abertura de trincheiras e a correspondente coleta e análise de amostras de solos, em manchas de solos que estejam sob irrigação há bastante tempo, e em outras, homólogas, que ainda não foram irrigadas.

Os objetivos deste trabalho seria comprovar os efeitos de longo prazo dessas águas sobre os solos, bem como a necessidade de drenagem interna e, até, a identificação de manchas que, de maneira alguma, deveriam ser (ou continuar sendo) irrigadas com águas duras.

As Terras passíveis de serem irrigadas na Área da Chapada do Apodi são áreas próximas entre si, pertencentes a vários empresários (ISRATEC, MAISA, FRUCESA), cujo baricentro dista cerca de 8 km, em linha reta, do rio Jaguaribe; são cambissolos de textura média, em grande parte já irrigados, com água de poço; a tecnologia e os resultados são bons. A altura de recalque é da ordem de 120 m.

Quadro 7.1 – Áreas Passíveis de serem Beneficiadas pelo Eixo Jaguaribe - Icapuí

| SETOR DE ATIVIDADE | PROJETO | ÁREA (ha) |
|---------------------------------|-------------------|---------------|
| Empresarial | JAÍSA (adicional) | 280 |
| | MAISA | 4.680 |
| | COPAN | 6.000 |
| | Chapada | 1.500 |
| | Subtotal | 12.460 |
| Assentamentos do INCRA | Bela Vista | 875 |
| | Campos Verdes | 480 |
| | Subtotal | 1.355 |
| Vale da Mata Fresca (sem INCRA) | | 1.350 |
| P.M. de Icapuí | | 1.000 |
| TOTAL GERAL | | 16.165 |

Vale destacar que as áreas da Chapada do Apodi e da P.M. de Icapuí, num total de 2.500 ha, foram anteriormente descartadas; a primeira, por motivos de ordem econômica; e a segunda por uma combinação de fatores edáficos, locais e econômicos.

Assim sendo, a área passível a ser irrigada passou a ser de:

$$16.165 \text{ ha} - 2.500 \text{ ha} = 13.665 \text{ ha} \cong 13.500 \text{ ha}$$

7.1.2 - Aspectos Geológicos, Geomorfológicos e Geotécnicos

Na área do empreendimento há uma seqüência de sedimentos, sobreposta sobre cristalinas. Com base em critérios lito-estratigráficos podem-se distinguir as seguintes unidades:

Formação Jandaíra: definida como uma seqüência carbonática que repousa sobre os clásticos da Formação Açú, ela é identificada pela tonalidade cinza clara e a textura fina. As manchas mais escuras encontradas dentro dos limites de sua ocorrência constituem pequenas coberturas de solo eluvial. Regionalmente, sua exposição é pequena. Litologicamente, está representada por uma seqüência de calcários compactados, esbranquiçados, homogêneos, pouco fossilíferos, interestratificados, apresentando-se em bancos lajeados ou às vezes nodulosos. Morfologicamente, constituem a superfície superior da Chapada do Apodi, com mergulho suave para Nordeste, tendo um contorno semicircular, cujos bordos são denotados por um relevo escarpado. Ao Norte, a seqüência é encoberta pelos sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras.

Grupo Barreiras: está constituído de clásticos finos a grosseiros que ocorrem na costa, infrajacentes às dunas. A sua área de ocorrência constitui uma região de tabuleiros planos, localmente ondulada, com depressões suaves. Este pacote sedimentar repousa sobre o embasamento Cristalino, em discordância erosiva angular. Na linha da costa é capeado pelo cordão litorâneo de dunas, através de discordância; no interior, ele passa transicionalmente, em alguns pontos, para as coberturas Colúvio-

eluviais indiferenciadas. A seqüência é representada por arenitos argilosos de coloração variegada, de tons avermelhados nos mais diversos matizes, de amarelados, até esverdeados. Sua matriz é argilosa caulínica. A granulação varia de fina a média, com horizontes conglomeráticos e incrustações lateríticas na base.

Formação Faceira: designa a capa de sedimentos que constituem os tabuleiros e o vale do baixo Jaguaribe; morfologicamente, se caracteriza por um relevo monótono, ornamentado por superfícies pouco onduladas, com bordos escarpados, geralmente sinuosos. Sua melhor representação é encontrada ao longo da margem esquerda do rio Jaguaribe. Litologicamente se caracteriza por sedimentos afossilíferos com níveis conglomeráticos basais, avermelhados, grosseiros, contendo seixos rolados de quartzo.

Coberturas Colúvio-eluviais Indiferenciadas: a sua morfologia caracteriza-se por tabuleiros aplainados, com suaves ondulações resultantes de uma dissecação lenta, iniciada pelo sistema de drenagem. Litologicamente, são caracterizados por um material areno-argiloso, de coloração variando em tons de cinza, alaranjado e/ou avermelhado, de granulação fina a média, ocasionalmente mais grosseiro, inconsolidado, com horizonte laterizado na base. A matriz é areno-argilosa caulínica, com cimento argilo-ferruginoso.

Sedimentos Litorâneos: que abrangem duas unidades:

Paleodunas: representam as dunas antigas, rebaixadas quase ao nível dos tabuleiros costeiros; repousam discordantemente sobre os sedimentos do Grupo Barreiras, estando cobertas em grande parte por dunas móveis. Litologicamente, são caracterizadas por areias finas a médias, raramente siltosas, quartzosas e/ou quartzo-feldspáticas, com grãos arredondados e foscos, bem selecionados, de coloração variando de cinza-claro e alaranjado no topo a avermelhado na base.

Dunas móveis: esta unidade é constituída de sedimentos inconsolidados, formadores de dunas de praia, caracterizados pelas morfologias de pontões, flechas, restingas, estando entrecortadas por pequenas baías e ilhotas, nas desembocaduras

dos rios. Litologicamente, são areias esbranquiçadas, bem classificadas, finas a médias, quartzosas, incoerentes.

Aluviões: estão representadas por depósitos fluviais ou lagunares recentes, em faixas alongadas, estreitas e sinuosas, depositadas nas calhas dos rios. No baixo Jaguaribe atingem larguras de até 12 km. Litologicamente, estão representadas pelas argilas, areias argilosas, areias puras e cascalho. As primeiras são abundantes e se encontram, com frequência, na calha do rio Jaguaribe. São detríticas, de boa plasticidade, de cores variegadas.

A área onde deveriam ser implantadas as obras é um pediplano que se desenvolve entre a várzea aluvionar do rio Jaguaribe e a escarpa da Chapada do Apodi, na direção NE-SW, coberto por sedimentos colúvio-eluvionares.

Morfologicamente, as áreas dos canais de aproximação apresentam um relevo plano, levemente ondulado, típico de planície aluvial.

Litologicamente, é uma planície aluvionar, representada por uma associação de solos aluviais, como argilas arenosas; areias pouco argilosas, de coloração cinza-claro a escuro; areias puras; e cascalho. As argilas são bastante freqüentes nessa planície, ao longo da calha do Jaguaribe.

Morfologicamente, as áreas onde se desenvolvem os traçados alternativos do canal de adução são pediplanos aplainados, de relevo bastante arrasado, com suaves ondulações. O substrato rochoso está coberto por pacotes de depósitos colúvio-eluviais, compostos por materiais apresentando variações espaciais, solos areno-silto-argilosos a pouco argilosos, de coloração entre cinza-claro e cinza-escuro e algumas vezes amarelada, de granulação fina à média, ocasionalmente grosseiro, inconsolidado; às vezes ocorre pedregosidade superficial. É comum a ocorrência de manchas de solos constituídos pelos mesmos componentes, diferenciadas pela composição um pouco mais argilosa, tornando sua tonalidade um pouco mais escura.

No decorrer de uma inspeção geológico-geotécnica de campo dos possíveis traçados alternativos procurou-se obter informações geotécnicas preliminares em relação aos solos, visando, em particular, identificar o depósito colúvio-eluvial. Para tanto, foram escavados diversos poços de inspeção, com coleta de amostras representativas das diversas “facies” existentes, que foram encaminhadas a um laboratório geotécnico, para ensaios de granulometria e limites de Atterberg. Complementarmente, foram feitas observações em diversas edificações, visando detectar a eventual ocorrência de trincaduras nas paredes, em função de uma possível atividade dos solos associada a aspectos de retração e expansibilidade (solos colapsíveis).

Em função das diversas informações assim obtidas chegou-se às seguintes conclusões gerais:

- Os diversos tipos de solos que ocorrem nas áreas estudadas apresentam uma seqüência com variação lateral representada por material areno-silto argiloso, de coloração cinza-claro a cinza-escuro e algumas vezes avermelhado, de granulação fina à média; de um modo geral, tem características favoráveis à implantação de obras de engenharia;
- São solos medianamente compactos, de pouca trabalhabilidade, indeformados; não foi observada a ocorrência de características específicas de solos colapsíveis, isto é uma estrutura bastante porosa, formada por grãos interligados por contrafortes de silte e micronódulos de argila, em estado floculado;
- O índice de plasticidade (IP) médio é de 13,9%;
- A ausência de trincas nas casas reforçou a avaliação preliminar de que as variações volumétricas destes solos não deverão ser de ordem a comprometer a implantação das obras;

- No projeto deverão ser tomadas medidas preventivas quanto à drenagem superficial, uma vez que as características granulométricas conferem aos solos susceptibilidade aos processos erosivos;
- Como apoio ao projeto deverão ser feitos ensaios especiais, visando a caracterização dos diversos tipos de solos que ocorrem ao longo do traçado do canal, sendo desejável a execução de ensaios de erodibilidade e de expansibilidade, através de ensaios de sedimentação, com e sem defloculante.

7.1.3 - Áreas de Empréstimo

Nas investigações de superfície procurou-se identificar, no pacote sedimentar, características que permitissem o seu emprego na construção de aterros e canais; isto possibilitou identificar duas possíveis áreas de empréstimo, que foram objetos de mapeamento geológico/geotécnico de superfície, complementado pela escavação de poços de inspeção, com coletas de amostras representativas das diferentes “fácies”, nas quais foram feitos ensaios de granulometria e de limites de Atterberg.

Apresentam-se, a seguir, as informações sobre as duas áreas:

Jazida A1: trata-se de uma extensa faixa no topo da encosta da Chapada do Apodi, perto da sede do P.A. Bela Vista, do INCRA; são solos do grupo Barreiras, clásticos finos; morfologicamente, esta área insere-se numa região de tabuleiros planos, localmente ondulada, com depressões suaves; litologicamente, trata-se de uma seqüência de areias argilosas de coloração variegada, de tons avermelhados.

Do ponto de vista geotécnico são areias siltosas, de coloração em tons amarronzados e cinza variegados (SM); o índice de plasticidade é de 12,3%.

Jazida A2: está próxima à JAISA, dentro de um depósito alúvio-eluvionar, com ocorrência restrita às áreas mais elevadas, onde foram criadas condições para o desenvolvimento de um incipiente processo de laterização; litologicamente, é uma

seqüência de areias pouco argilosas, de coloração variegada, de tons avermelhados e alaranjados.

Do ponto de vista geotécnico são areias argilosas de coloração cinza-claro a cinza-escuro variegada (SC); o índice de plasticidade é de 6,2%.

Trata-se, portanto, de solos com características favoráveis à sua utilização em aterros compactados.

7.2 - CRITÉRIOS ADOTADOS NOS ESTUDOS DE ENGENHARIA

7.2.1 - Pré-Dimensionamento das Obras

A cota do nível d'água do reservatório previsto no fim do canal adutor foi fixada em 35 m, visando garantir o domínio de toda a área passível de ser irrigada na área de influência do projeto.

Para minimizar os custos optou-se por diminuir os trechos em tubulação, que são obras caras; e por otimizar o balanço de terra ao longo do canal, mediante o emprego de um programa específico de computador.

A base cartográfica de trabalho composta pelas folhas de restituição do antigo DNOS, na escala de 1/25.000, com curvas a cada 5 m; as mesmas foram vetorizadas pelo Consórcio, constituindo um arquivo eletrônico em AutoCad, de fácil manuseio; esta base é apresentada no Volume 1-C ANEXOS ao EIA-RIMA.

7.2.1.1 - Captação/Barragem

Em todas as alternativas previu-se a implantação de uma barragem gálgavel no rio Jaguaribe, para garantir o nível d'água mínimo na captação.

A sobrelevação do nível d'água foi determinada de modo a não alagar permanentemente áreas ribeirinhas ao longo do rio; os valores adotados foram de 4,0 metros.

No pré-dimensionamento dos extravasores das barragens foram adotados os seguintes parâmetros:

- Vazão de 2.000 m³/s, correspondente à vazão de 100 anos de período médio de retorno no rio Jaguaribe, já considerada a implantação da barragem de Castanhão;
- Carga hidráulica máxima de 1,5 m.

Na [Figura 7.1](#) apresenta-se a seção típica de uma barragem de nível.

7.2.1.2 - Canal de Aproximação

Os canais de aproximação de todas as alternativas foram pré-dimensionados com os seguintes critérios:

- Proteção contra uma enchente de 100 anos de período médio de retorno;
- Canal de seção trapezoidal, em terra
 - inclinação dos taludes: 1 (V) :2 (H)
 - largura da base: 4,0 m
 - declividade: 0,0001 m/m
 - coeficiente de rugosidade (Manning): 0,025.

Na [Figura 7.2](#) apresenta-se a seção típica do canal de aproximação.

7.2.1.3 - Estações de Bombeamento

A estação principal de bombeamento foi prevista com bombas de eixo vertical, em poço seco, moduladas em quatro unidades (sem reserva); para a elevatória secundária da área da Chapada previram-se bombas de eixo horizontal, com a mesma modulação.

A [Figura 7.3](#) mostra uma estação de bombeamento típica, com bombas de eixo vertical.

Figura 7.1 – Seção Típica de Barragem de Nível

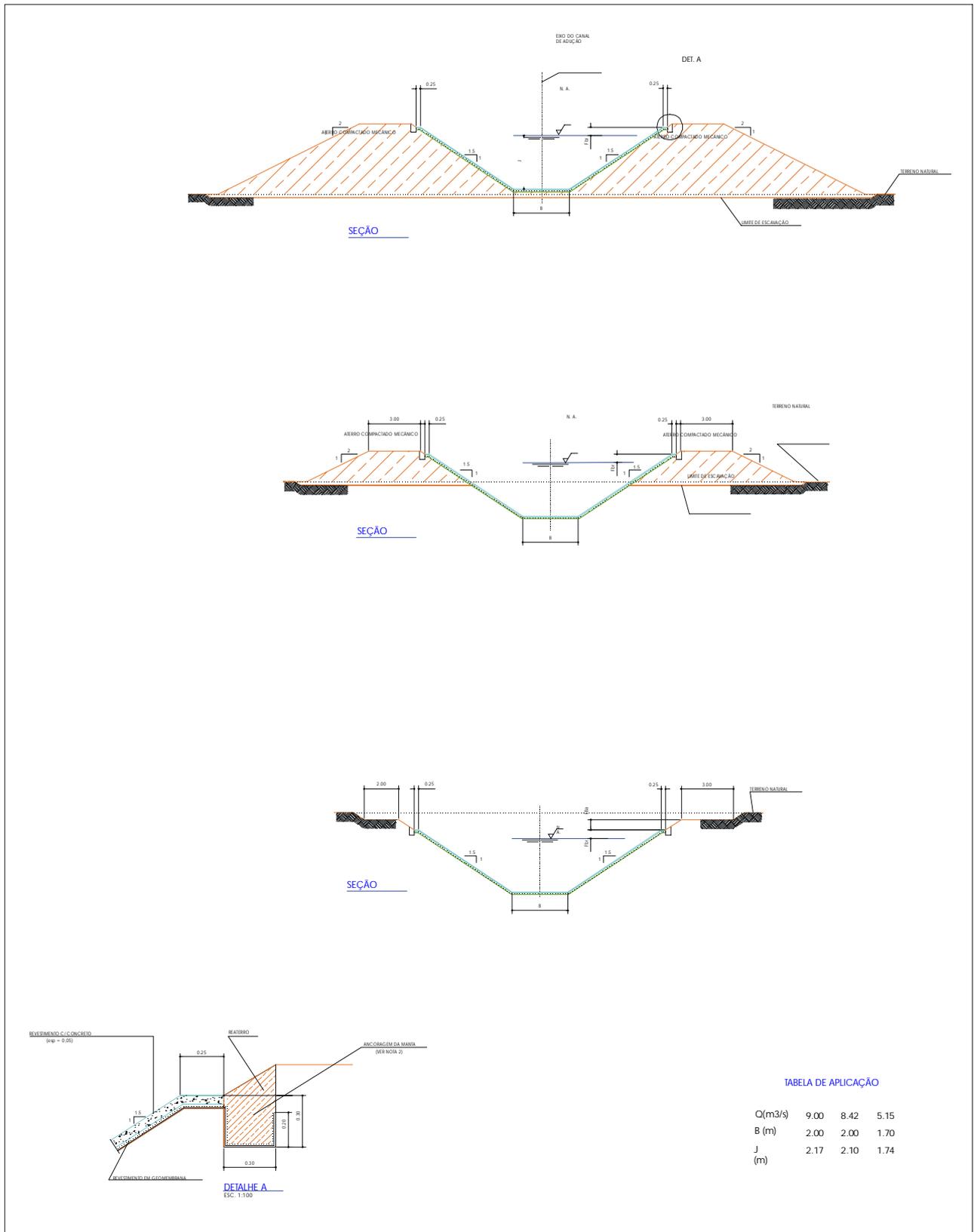


Figura 7.2 – Seção Típica de Canal de Aproximação

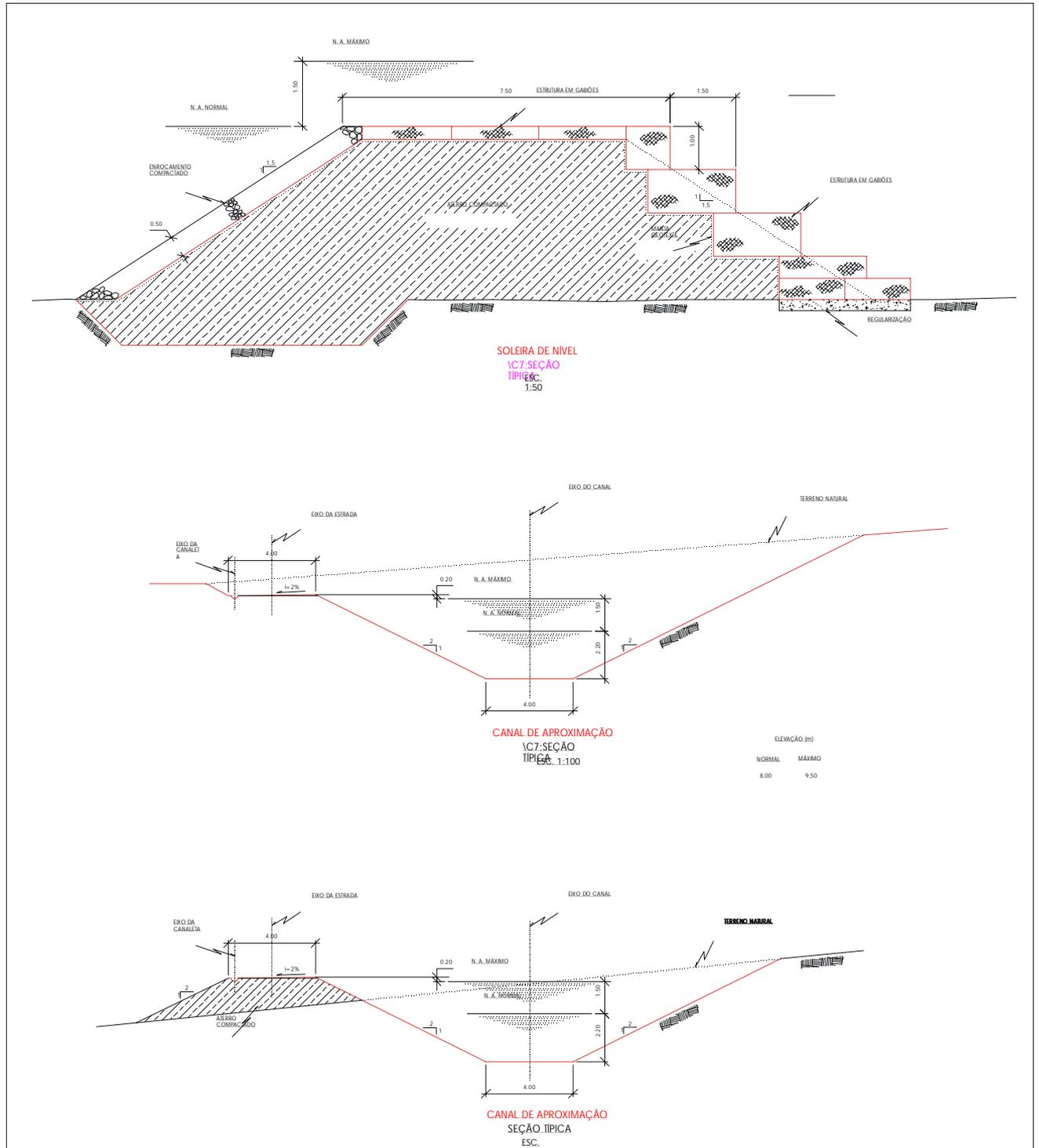
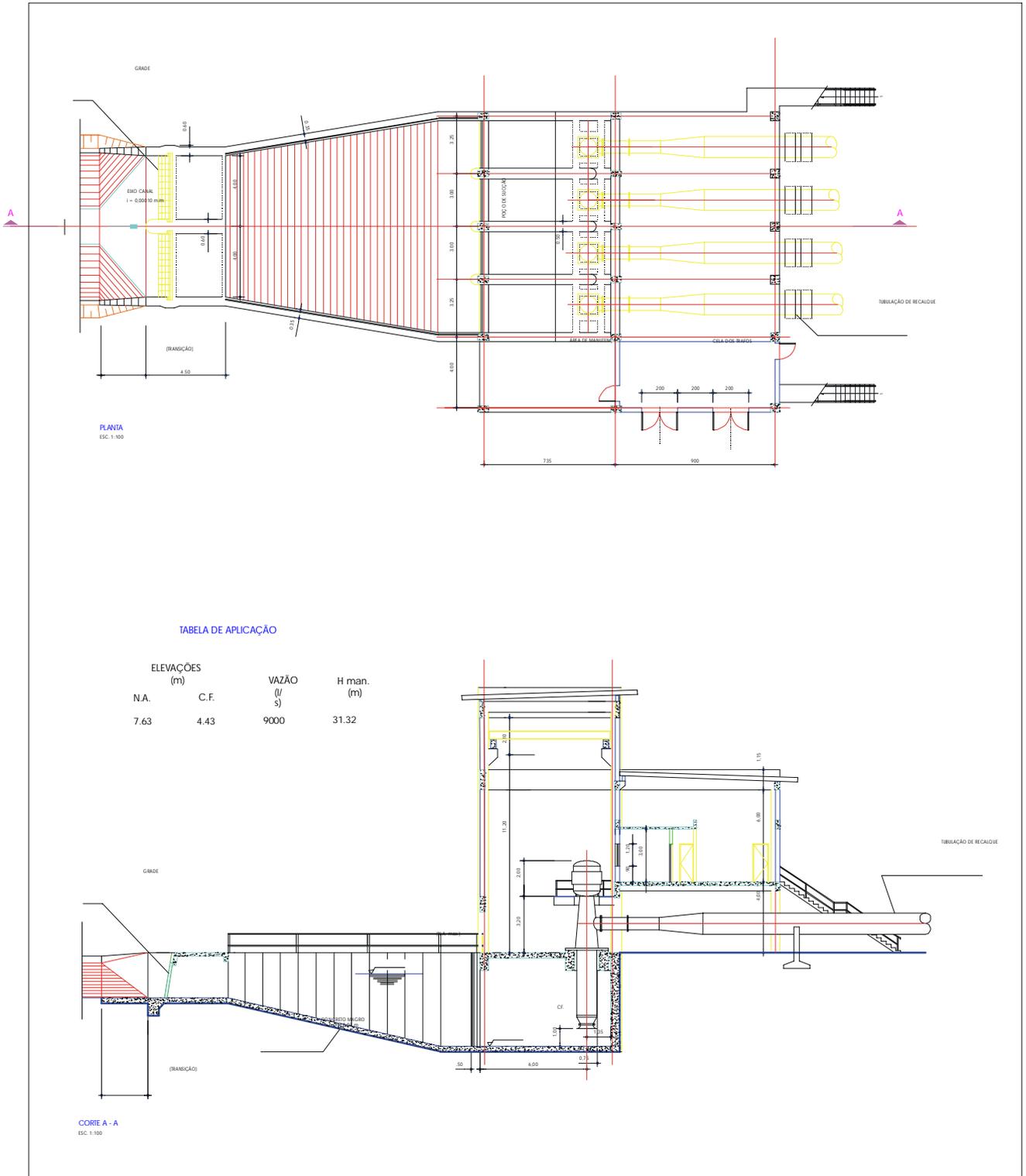


Figura 7.3 – Estação de Bombeamento



7.2.1.4 - Adutoras

Para o pré-dimensionamento das adutoras admitiu-se uma velocidade em torno de 2,0 m/s, que atende às recomendações da Norma Brasileira (velocidades variando entre 0,6 m/s e 3,0 m/s); disto resultaram diâmetros de 2,4 m para as adutoras da elevatória principal.

As espessuras foram calculadas considerando as condições normais de pressão interna, sendo verificadas para a condição de vácuo absoluto; resultaram espessuras de 5/8" para o diâmetro de 2,4 m.

7.2.1.5 - Canal de Adução

O canal de adução foi pré-dimensionado para uma vazão de 9,0 m³/s, prevendo-se algumas tomadas de água ao longo de sua extensão, em função das áreas a serem irrigadas.

Foram previstos canais trapezoidais revestidos, com geomembrana protegida mecanicamente com concreto simples, com espessura de 0,05 m e as seguintes características:

- inclinação dos taludes: 1 (V) : 1,5 (H);
- largura da base: variável de 0,8 m a 2,0 m
- declividade: 0,0001 m/m;
- coeficiente de rugosidade (Manning): 0,014.

7.2.2 - Definição da Vazão de Projeto do Sistema Adutor

Nos Termos de Referência indicou-se uma vazão a ser considerada de 2 a 5 m³/s, sem que se tenha especificado, claramente, se tratava-se da capacidade da captação ou da vazão fictícia constante, isto é, da que resulta de dividir o máximo volume anual a ser captado pelo número de segundos de um ano, isso resultou que fossem feitas estimativas preliminares da área total passível de ser irrigada e da

capacidade máxima das obras de captação. Os cálculos foram feitos para a vazão de 5 m³/s, sendo suficiente multiplicar os resultados pelo fator 0,4 para obter aqueles relativos à vazão de 2 m³/s.

Isto posto, os cálculos foram conduzidos nos moldes abaixo:

a) A vazão fictícia constante de 5 m³/s equivale a um volume anual de:

$$5,0 \times 365 \times 24 \times 3.600 = 157,5 \text{ milhões de m}^3;$$

b) Conforme recomendação do Anexo 5 (Necessidades de água para irrigação e dimensionamento de sistemas hidráulicos), do volume 1 do “Manual de Irrigação”, do BUREC, editado em 1993 pela então Secretaria de Irrigação do então Ministério da Integração Regional, considerou-se uma eficiência de 90% para o sistema adutor, ou seja uma disponibilidade para os cultivos da ordem de 142 milhões de m³ anuais;

c) Para a ETo, conforme procedimento recomendado pelo Anexo 5 citado, adotou-se, para cada mês do ano, o maior dentre os valores recomendados por Hargreaves, os emergentes da fórmula de Penman (segundo Doorenboss e Pruitt) e do tanque A de Jaguaruana, multiplicado pelo fator Kp; o total anual resultou ser de 1.846 mm, com pico de 201 mm em outubro;

d) Coeficiente cultural (Kc): adotou-se o valor de 0,7;

e) Precipitação efetiva: embora no Anexo 5, já citado, conste que no Nordeste não se devam computar as contribuições da precipitação, optou-se por considerá-las, tendo em vista que se trata de uma área com um micro-clima com precipitação superior à média regional; adotaram-se, assim, os valores da precipitação confiável definidos nos estudos climatológicos, num total anual de 226 mm;

f) Como a irrigação é feita por métodos localizados (gotejamento para as culturas anuais e micro-aspersão para as fruteiras perenes), adotou-se uma eficiência de 90%, consoante recomendações do BUREC;

g) Foi preciso fazer uma hipótese geral sobre os planos de afolhamento e os índices de ocupação do solo; admitiu-se, em primeira aproximação, que dois terços da área total (vale da Mata Fresca e empresas agrícolas) estivessem ocupados por culturas perenes e o outro terço por culturas anuais, estas com uma ocupação do solo variando entre 50 e 80%, sendo menor no inverno e maior na época seca;

h) Dessa maneira, tornou-se possível preencher o Quadro 7.2, levando às seguintes demandas unitárias a nível parcelar:

total anual: 10.500 m³/ha

mês de ponta: 1.470 m³/ha

i) Dividindo a disponibilidade média (perdas na adução já computadas) de 142.000.000 m³/ano pelo consumo anual de 10.500 m³/ha resulta a possibilidade de irrigar uma área de 13.500 ha SAU; para a vazão fictícia constante mínima de 2 m³/s, essa área reduzir-se-ia para 5.400 ha SAU;

j) A capacidade das obras de captação, para a vazão fictícia constante de 5 m³/s, resultou dos cálculos abaixo:

- Demanda parcelar do mês de ponta (outubro): 13.500 ha x 1.470 m³/ha = 19.850.000 m³;
- Dividindo pelo fator 0,9 (perdas na adução), esse volume passa a 22.000.000 m³;
- Considerando captação durante 20 horas diárias, nos 31 dias do mês, a vazão resultante é de 9,8 m³/s, passando a 3,9 m³/s para a vazão fictícia constante de 2 m³/s;

o fator de utilização do sistema resultou ser de:

$$\frac{10.500 \times 13.500}{9,8 \times 3.600 \times 20 \times 365} = 0,55$$

Quadro 7.2 - Estimativa das Demandas de Água

| ITEM | MESES | | | | | | | | | | | | ANO |
|------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | |
| Eto | 175 | 129 | 128 | 123 | 120 | 118 | 140 | 169 | 178 | 201 | 188 | 177 | 1.846 |
| 0,7xETo | 122 | 90 | 90 | 86 | 84 | 83 | 98 | 118 | 125 | 141 | 132 | 124 | 1.293 |
| Pe | 13 | 43 | 68 | 60 | 30 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 226 |
| 0,7:ETo – Pe | 109 | 47 | 22 | 26 | 54 | 71 | 98 | 118 | 125 | 141 | 132 | 124 | 1.067 |
| DA=(0,7 ETo - Pe)/0,9 | 122 | 52 | 24 | 29 | 60 | 78 | 109 | 131 | 138 | 156 | 146 | 137 | 1.182 |
| Afolhamento (%) (1) | 87 | 80 | 75 | 75 | 80 | 85 | 87 | 90 | 94 | 94 | 92 | 90 | - |
| Demanda parcelar média | 105 | 42 | 18 | 22 | 48 | 67 | 95 | 118 | 130 | 147 | 134 | 124 | 1.050 |

NOTA: (1) Considerou-se que dois terços da área estariam plantados com culturas perenes (Valores em mm)

Portanto, com a vazão fictícia constante de 5,0 m³/s seria preciso prever a captação (20 horas/dia), no mês de pico, de 9,8 m³/s; a área irrigada, por sua vez, seria de 13.500 ha SAU. Observe-se que nos cálculos preliminares de maio de 1998 (feitos antes dos estudos climatológicos), tinha-se chegado a uma vazão de 9,0 m³/s, que foi a adotada nos pré-dimensionamentos.

Vale destacar, de outro lado, que em 18/8/1998 a SRH-CE informou que, após ter estudado o assunto, chegara à conclusão de que a vazão de 5,0 m³/s devia ser considerada como o máximo instantâneo a ser captado, ao invés de ser uma vazão fictícia constante.

Nessa nova condição, de acordo com os procedimentos de cálculo adotados, a ordem de grandeza da área máxima passível de ser irrigada reduziu-se para cerca de 7.000 ha SAU, obedecido o padrão de demanda ao longo do ano constante do Quadro

7.2, que é bastante conservador, pois conduz a um fator de utilização de 0,55; assim, se fosse possível adotar planos agrícolas com plantios anuais mais escalonados ao longo do ano, permitindo chegar a um fator de utilização da ordem de 0,70, haveria possibilidades de aumentar a área irrigada dos 7.000 ha acima citados para algo em torno de 9.000 ha; isto exigiria, todavia, uma eficiente ação de planejamento dos plantios e da alocação da água entre os diversos usuários e o futuro Distrito de Irrigação.

De conformidade com os estudos hidrológicos adotou-se o método racional para bacias de até 25 km²; e o do USSCS para áreas de drenagem maiores, e assim seguem-se os Critérios para as Estimativas de Quantitativos

a - Captação/Barragem

O núcleo da barragem seria de material de 1ª categoria, compactado a 95% PN, com seção trapezoidal, taludes 1 (V) : 1,5 (H).

A barragem seria protegida com um enrocamento compactado de espessura de 0,5 m a montante e uma estrutura de gabiões, a jusante. Foi prevista a utilização de manta geotêxtil no contato entre o núcleo e o enrocamento/gabiões.

b - Canal de Aproximação

Para a escavação foi considerado material de 1ª categoria até 6,0 m de profundidade; e o restante, material de 2ª categoria.

c - Estações de Bombeamento

Foram consideradas fundações diretas, visto que as profundidades estão em torno de 15 m, as condições do solo admitindo tal solução.

Para as escavações foi considerado material de 1ª categoria até 6,0 m de profundidade; e o restante, material de 2ª categoria.

d - Adutoras

Para a implantação da adutora principal foi considerada uma escavação em vala taludada (sem escoramento) com taludes de 1V: 1H, largura da base de 4,0 m, preenchida com uma envoltória de areia. Para o reaterro foi prevista compactação mecânica com controle, com reaproveitamento do material escavado. Os custos do metro linear de tubos de aço de 2,40 m e 0,90 m de diâmetro, assentados, considerando-se material e obra civil, ficariam, respectivamente, em torno de R\$ 3.000/m e R\$ 490/m.

e - Canais de Adução

Nos serviços de escavação foi considerado material de 1ª categoria até a profundidade de 2,0 m e o restante, como material de 2ª categoria.