

CADERNOS DO

SEMI-ANUÁRIO

RIQUEZAS &
OPORTUNIDADES



CANAL ACAUÃ ARAÇAGI

A maior obra estruturante para dar sustentabilidade hídrica às bacias litorâneas do Estado da Paraíba

Por George Cunha



CREA-PE
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Pernambuco

26





EXPEDIENTE

Mário de Oliveira Antonino - Coordenador Geral
Marcelo Carneiro Leão - Coordenador Honorário

EQUIPE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Professor Eng. Agrônomo **Carlos Alberto Tavares**
Bibliotecária **Conceição Martins**
Professor Eng. Agrônomo **Egídio Bezerra Neto**
Professor Eng. Agrônomo **Jorge Roberto Tavares de Lima**
Professor Eng. Agrônomo **José Geraldo Eugênio de França**
Professor Eng. Agrônomo **Leonardo Valadares de Sá Barretto Sampaio**
Eng. Ambiental e Assessora da APEENG **Thaís Bezerra Patú**
Professor Geólogo **Waldir Duarte Costa**

EDITORAÇÃO

Projeto Gráfico e Diagramação - **Renaldo Segundo**
Palavras do Presidente **Mário de Oliveira Antonino**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(SIB-Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE)
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C122 Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. – v. 26, (2022). Recife: Academia Pernambucana de Engenharia APEENG: Editora UFRPE, 2022.

v.

Este volume: Canal Acauã: A maior obra estruturante para dar sustentabilidade hídrica às bacias litorâneas do Estado da Paraíba. / [Organização de] George Cunha.

Bimestral
ISSN (broch.) 2526-2556

1. Engenharia – Periódicos. 2. Agronomia – Periódicos.
3. Semiárido brasileiro. 4. Canal Acauã Araçagi. 5. Obra estruturante. 6. Sustentabilidade hídrica. 7. Estado da Paraíba.
I. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco.
II. Academia Pernambucana de Engenharia APEENG. III. Cunha, George, org.

CDD 620.05

CREAPE

DIRETORIA CREA-PE GESTÃO 2022

- Eng. Civil **Adriano Antônio de Lucena** - Presidente
- Eng. Civil **Stênio de Coura Cuentro** - 1º Vice-Presidente
- Eng^a. de Segurança do Trabalho **Giani de Barros Câmara Valeriano** - 2ª Vice-Presidente
- Eng^a. Civil **Pedro Paulo da Silva Fonseca** - 1º Diretor Administrativo
- Eng. Civil **Ricardo Luiz de Alencar Arraes** - 2º Diretor Administrativo
- Eng^a. de Pesca **Magda Simone Leite Pereira** - 1ª Diretora Financeira
- Eng. Civil **Isaac Sérgio Araújo de Brito** - 2º Diretor Financeiro

Os cadernos estão disponíveis online, através do site:
www.creape.org.br/cadernos-do-semiarido-riquezas-eoportunidades/



CADERNOS DO SEMIÁRIDO, *Esclarecimentos.*



Mário de Oliveira Antonino

Eng.º Civil, Professor, Rotariano e
Presidente da Academia Pernambucana de Engenharia.

Com a conclusão do Projeto do Canal Acauã - Araçagi a Paraíba da um grande passo para uma conquista recorde. São 132km de canais integrando uma importante área geográfica. No correto entendimento das engenharias a conclusão dos projetos técnicos é a forma correta e necessária para que as obras possam ser listadas. Assim, para esse tempo de tantas carências fica evidente que esta conquista deve ser muito comemorada.

O Estado se prepara para dar estabilidade hídrica para as bacias dos rios Paraíba, Gurinhém (afluente do Rio Paraíba); Miriri; São Salvador; Mamanguape; Araçagi e Camaratuba. Pelo menos 7 itens podem ser mencionados como importantes vantagens decorrentes das obras destes canais. Eis os principais destaques:

Garantia de uma área com aproximadamente 15.700hz;

Desenvolvimento da agricultura familiar (vilas rurais);

Desenvolvimento da piscicultura;

Desenvolvimento da agricultura empresarial;

Melhoria da qualidade de vida;

Emprego e renda no meio rural.

Para se ter uma ideia da importância desse empreendimento basta que sejam anotados os valores das principais obras e serviços:

Canais Adutores 900.992.949,26
Tuneis Adutores 69.613.367,8768
Adutores em Sifão 757.006.212,56
Instalações elétricas e automação 11.552.489,516
Projeto executivo 34.352.000,00
Levantamentos Complementares 6.441.000,00
Supervisão, Gerenciamento e Fiscalização 30.058.000,00
Total Geral 1.821.568.508.,7744

*Valores atualizados de acordo com dados do Custo Nacional da Construção Civil e Obras Públicas apurado pela Fundação Getúlio Vargas - setembro de 2022

Obs.: Os investimentos das obras estão sendo financiados pelo Governo Federal com 90% e Governo do Estado com 10%

CADERNOS DO SEMIÁRIDO, *Palavra do Presidente da UFRPE.*



Marcelo Carneiro Leão
Reitor da UFRPE

A série Cadernos do Semiárido tem se constituído em uma publicação de extrema relevância na disponibilização de informações sobre diversos temas relacionados ao semiárido. Estas informações elaboradas por diversos especialistas, promovem uma apropriação por vários atores que lidam cotidianamente com estas questões, levando a construção de conhecimento fundamental para melhorar as atividades produtivas e econômicas no semiárido, bem como ajudando na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Esse Caderno de N° 26, trata da maior obra estruturante para dar sustentabilidade hídrica às bacias litorâneas do Estado da Paraíba, a qual além do abastecimento humano, dar suporte à produção agrícola às suas margens. Todo o material foi escrito por profissionais de competência e experiência reconhecida, fazendo uma abordagem que permeia desde o histórico do projeto, a avaliação

dos impactos, programas ambientais propostos e o conhecimento dos aspectos mais relevantes.

Caminheemos, então, nesta agradável leitura, identificando problemas e construindo soluções!!!

CADERNOS DO SEMIÁRIDO, *Palavra do Presidente do CREA.*



Adriano Antonio de Lucena
Presidente do Crea-PE

A segurança hídrica é um dos fatores que contribuem para o desenvolvimento econômico. A obra do Canal Acauã-Araçagi, na Paraíba, tornou-se uma solução para aumentar a oferta de água para a região da Serra da Borborema e do Sertão. Esse empreendimento estruturante começou a ser pensado há cerca de 20 anos e, finalmente, deu seus primeiros resultados, em maio de 2022, com a inauguração do primeiro trecho.

Uma das preocupações na elaboração do projeto para a construção do canal foi com o meio ambiente. Os estudos indicaram algumas soluções para minimizar os impactos ambientais. Preocupação essa que deve ser prioritária em obras de infraestrutura. Sustentabilidade também é um mantra da atual gestão do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco (Crea-PE). O Conselho, inclusive, criou uma agenda ambiental, com espaço para ações, eventos e proposições sobre as questões ambientais do nosso Estado.

O Caderno do Semiárido Riquezas e Oportunidades de número 26, escrito por George Cunha, mostra a grandiosidade do Canal Acauã-Araçagi, sua história e importância estratégica. Além disso, detalha o projeto que pretende solucionar a escassez hídrica, que é um obstáculo ao desenvolvimento econômico. O tema é relevante

para os profissionais das Engenharias, Agronomia e Geociências, a exemplo dos demais capítulos apresentados na série Cadernos do Semiárido Riquezas e Oportunidades, concebida pelo engenheiro e professor Mário de Oliveira Antonino.

O Canal Acauã-Araçagi tem uma extensão total de 129,18 quilômetros. O empreendimento vai garantir a sustentabilidade das bacias de sete rios da Paraíba, beneficiando cerca de 600 mil pessoas, em doze municípios. Além disso, possibilitará o desenvolvimento da agricultura, com a irrigação de aproximadamente 16 mil hectares de terras na região do Semiárido.

O projeto, que teve seus primeiros estudos elaborados em 2003, foi incorporado à Integração do Rio São Francisco, através do Eixo Leste. É muito importante para amenizar as condições naturais desfavoráveis do Semiárido. Por conta de sua complexidade, envolve a União e mais quatro estados do Nordeste: Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, por onde passam eixos da transposição. Quando concluída, será o maior empreendimento de infraestrutura hídrica da Paraíba, com uma grande contribuição ao desenvolvimento econômico daquele estado. Uma obra fundamental para transformar a região e levar cidadania a todos os seus moradores.

SUMÁRIO

Esclarecimentos.....	6
Palavra do Presidente da UFRPE.....	8
Palavra do Presidente do CREA.	10
CANAL ACAUÃ- ARAÇAGI.....	14
HISTÓRICO do PROJETO.....	15
2 Antecedentes do Projeto de Integração do Rio São Francisco.....	16
3 Antecedentes do Projeto do Canal Acauã-Araçaji.....	18
4 Concepção do Projeto do Canal Acauã Araçagi.....	21
4.1 Gestão do Empreendimento.....	24
4.2 Situação Institucional da Gestão de Recursos Hídricos da Paraíba.....	26
5 Obras Específicas do Canal Acauã Araçagi.....	26
5.1 Tomada d'Água.....	26
5.2 Obras de Controle Operacional e de Segurança.....	29
5.3 Obras Complementares.....	31
5.4 Obras ao Longo do Canal.....	31
5.5 Obras ao Longo dos Sifões.....	32
6 Alterações do Projeto executivo em Relação ao Projeto básico.....	32
7. Dimensionamento do Sistema de Adução Acauã/Araçaji.....	33
7.1 Diretriz do Sistema Adutor.....	33
7.2 Perfil Longitudinal.....	33
7.3 Controle Operacional e Sistema de Automação.....	33
7.4 Dimensionamento Hidráulico.....	34
7.5 Detalhes da Seção Transversal do Canal Adutor.....	36
7.6 Túneis Adutores.....	37
7.7 Sifões Invertidos.....	38

8 Interferências com o Sistema Viário.....	39
8.1 Interferências com Rodovias Federais e Estaduais	39
8.2 Interferências com Ferrovias.....	40
8.3 Estradas de Serviço	40
8.4 Sistema Viário de Operação e Manutenção	40
9. Antecedentes Ambientais do Canal Acauã-Araçagi.....	41
10. Avaliação dos Impactos Ambientais - Acauã	43
11. Programas Ambientais Propostos	49
12. Aspectos Relevantes para a Gestão Ambiental.....	51
13. Aspectos Ambientais do Canal Acauã-Araçagi	55
14. CONHECIMENTO DOS ASPECTOS RELEVANTES	56
14.1. Canais	56
14.1.1. Confirmações do Perfil Geológico-Geotécnico.....	56
14.1.2. Aproveitamento dos Materiais Escavados.....	57
14.1.3. Emprego de Material Pétreo de Escavações Obrigatórias.....	57
14.1.4. Consolidação dos Volumes de Movimento de Terra e Rocha	57
14.2. Aquedutos	58
14.2.1. Estruturas de Controle.....	58
14.2.2. Tomadas de Água	59
14.3. Drenagem Superficial.....	60
15. Orçamento.....	61
16. Bibliografia.....	61
Rotary	62

CANAL ACAUÃ- ARAÇAGI

*A maior obra estruturante para dar sustentabilidade hídrica
às bacias litorâneas do Estado da Paraíba*

HISTÓRICO do PROJETO



Há 20 anos, meu amigo e Acadêmico Emérito da Academia Paraibana de Engenharia da Paraíba, Apenge, Engenheiro Paulo Bezerril Junior estava na Agência Nacional de Águas (ANA), tendo como colaborador o engenheiro de minas Francisco Antônio Braga Rolim, que, por conta própria, andou estudando soluções para aumentar a oferta de água para a região da Serra da Borborema e o sertão da Paraíba onde nasceu.

Paulo Bezerril dois anos depois de deixar a ANA foi convidado para ser Diretor do Departamento Obras Hídricas (DOH) do Ministério da Integração Nacional (MIN) e aceitou o desafio de ter sobre seu comando o controle do desenvolvimento dos Estudos e Projetos da Transposição do Rio São Francisco (que é outra história).

Logo que assumiu o DOH, em março de 2003, Paulo Bezerril foi visitado pelo Francisco Braga Rolim que expos suas ideias da viabilidade do aproveitamento dos recursos hídricos da vertente marítima da Paraíba. Estimava uma vazão superior 2,0 m³/s, passível de ser revertida para abastecer a cidade de Campina Grande e do seu entorno que passavam por um forte racionamento de água. Paulo Bezerril ficou convencido de que seria importante contratar consultoria para aprofundar os estudos, porém, no momento não sabia como fazer, pois, diretamente pelo DOH/MIN não tinha instrumentos institucionais para tanto.

Meses depois o Ministro Ciro Gomes lhe nomeou Diretor Nacional do Convênio MIN/IICA

- (Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura). Convênio que permitia, entre outras atividades pertinentes, a contratação de consultoria para elaborar estudos e projetos na área hídrica. Sendo o diretor o gestor, inclusive dos recursos financeiros, surgiu a oportunidade que o Paulo Bezerril tanto almejava.

Contudo, para dar início a um processo de contratação de serviços era exigência do Convênio as devidas justificativas e a formalização da intenção do/s beneficiário/s. Dessa forma se fazia necessário a oficialização do Governo da Paraíba solicitando o estudo.

Para essa oficialização Paulo Bezerril teve de batalhar para convencer os dirigentes paraibanos da importância dessa contratação. Iniciou pelo então Secretário de Recursos Hídricos da época que não mostrou interesse, alegando que a solução estava dada pela transposição do Rio São Francisco. Posteriormente em audiência com o Secretário de Planejamento Fernando Rodrigues Catão a receptividade foi bem outra. Em poucos dias chegava ao MIN o ofício assinado pelo Governador Cassio Cunha Lima.

Contornada essa fase, coordenou todas as ações da licitação, inclusive elaborando a principal peça técnica, o Termo de Referência. Para uma melhor avaliação optou pelo tipo técnica/preço, com superior ponderamento pela técnica. Permitiu consórcio e exigia a permanência na Paraíba, de um escritório técnico de apoio ao desenvolvimento dos estudos.

Concluída a concorrência Paulo Bezerril como diretor do Convênio MIN/IICA, homologou como vencedor da Licitação Internacional o Consórcio RCA/ARCO, e ao assinar o contrato demonstrou

sua imensa satisfação e alegria por entregar a responsabilidade desses estudos a mim Engenheiro George Cunha, ao Engenheiro Francisco Braga Rolim que integrava a equipe técnica e ao Engenheiro Raimundo Alencar

(...)
**propiciaram a
 transformação
 econômica
 da região,
 construindo
 açudes, gerando
 energia elétrica,
 induzindo a
 industrialização
 que atraiu a
 população
 interior para
 o litoral do
 Nordeste e
 iniciando a
 agricultura
 irrigada no
 semiárido.**
 (...)

da Consultora RCA do qual teve excelentes informações. Para nossa tristeza e preocupação, alguns meses depois o Paulo Bezerril, por motivos particulares voltou para São Paulo, deixando o Ministério da Integração Nacional, MIN. Porém, sua atuação para equacionar a solução de abastecimento de

água de Campina Grande foi de fundamental importância.

2 Antecedentes do Projeto de Integração do Rio São Francisco

Segundo os registros contidos nos estudos existentes, a ideia da integração de bacias foi resumida em duas grandes fases: a primeira, que data do ano 1720 até 1980, que esbarrava em limitações tecnológicas em grande parte do período, até o início de operação da barragem de Sobradinho. Nesta fase, são mencionados os seguintes fatos, ora transcritos:

- A. Na seca ocorrida no período de 1721 a 1727, a Coroa Portuguesa enviou três navios de mantimentos, determinando que todo aquele que recebesse alimento deveria ser recrutado para trabalhos de melhoramento das vilas, dando início à distribuição de cestas básicas e formação das frentes de trabalho ou de emergência;
- B. Em 1859, através do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, foi realizada missão de sua Comissão Científica Exploratória à Província do Ceará, chefiada pelo Barão de Capanema e composta de uma equipe técnica multidisciplinar, que recomendou a necessidade de melhoria dos meios de transporte e armazenamento de água na região, incluindo a construção de 30 açudes e a abertura de um canal ligando o rio São Francisco ao rio Jaguaribe, este referido como o maior rio seco do mundo;
- C. A seca de 1877 a 1879 dizimou a economia da região, afetando mais de 1,5 milhão de pessoas e matando

centena de milhares de brasileiros. O Governo Imperial, embora sensível à tragédia, não teve meios de minimizá-la;

D. Na Primeira República (1889-1930), as sucessivas secas (1900, 1902, 1907/1908) institucionalizaram definitivamente a necessidade de intervenção do poder público como resposta orgânica ao desafio incessante do flagelo que atingia a população do semiárido. Esta fase inicia-se com a criação da Inspetoria de obras Contra as Secas - IFOCS (em 1909). Este organismo contratou especialistas estrangeiros para realizar os primeiros estudos de águas subterrâneas do Nordeste (Crandall, 1919, Sopper, 1913) e fez elaborar um mapa referente ao imaginado canal São Francisco - Jaguaribe, em 1913, captando água próximo a Cabrobó, por ser o ponto mais próximo do divisor de águas entre as bacias do Jaguaribe e do São Francisco, e também o mais favorável em termos de cota topográfica;

E. Entre os anos 1930 e 1980, o IFOCS foi transformado no DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, foram criadas a CHESF - Companhia Hidroelétrica do São Francisco, a SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste e a SUVALE - Superintendência do Vale do São Francisco, depois CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, que propiciaram a transformação econômica da região, construindo açudes, gerando energia elétrica, induzindo a industrialização que atraiu a população interior para o litoral do Nordeste

e iniciando a agricultura irrigada no semiárido.

A regularização do regime do rio São Francisco após Sobradinho e o aumento da oferta de energia elétrica em Paulo Afonso, no início de 1980, iniciam uma fase mais propícia à viabilização do empreendimento, cujos momentos mais marcantes são a seguir resumidos:

A. Entre 1982 e 1985, foi elaborado pelo hoje extinto DNOS - Departamento Nacional de Obras de Saneamento o primeiro anteprojeto de engenharia, com a tomada d'água próxima ao mesmo local anteriormente imaginado - Cabrobó, e derivação de 300 m³/s de água para as bacias do Jaguaribe, Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu, prevendo-se a irrigação de 600 mil ha;

B. Em decorrência da seca entre os anos 1993-94, o projeto foi retomado em nível de projeto básico, com a vazão de projeto tendo sido reduzida para 150 m³/s; nesta ocasião, a responsabilidade estava na alçada do Ministério da Integração Regional, através da Secretaria de Irrigação, ambos extintos;

C. Em 1996, através do grupo de trabalho coordenado pela Secretaria Especial de Projetos Regionais - SEPRE, ligada à Presidência da República, núcleo que deu origem ao Ministério da Integração Nacional (MI), iniciou-se uma reavaliação dos estudos anteriores, através de novos estudos de inserção regional, estudos de viabilidade técnico-econômica, e de impacto ambiental sendo também desenvolvido o projeto básico da Transposição do rio São Francisco, Eixos Norte e Leste.

Estes estudos determinaram a viabilidade de mais um eixo de projeto denominado (Eixo Leste), além do Eixo Norte anteriormente concebido, visando atender a demandas do Estado de Pernambuco e da Paraíba. A partir das indicações dos estudos de inserção regional, as vazões, no projeto atual, foram dimensionadas para uma média de 64 m³/s e máxima de 127 m³/s no horizonte do ano 2025, para os dois eixos.

(…)

Estes estudos determinaram a viabilidade de mais um eixo de projeto denominado de (Eixo Leste), além do Eixo Norte anteriormente concebido, visando atender a demandas do Estado de Pernambuco e da Paraíba.

(…)



Barragem Cap Canal Acauã

3 Antecedentes do Projeto do Canal Acauã-Araçaji

A ideia de se elaborar um projeto básico de um eixo de integração na região da Vertente Litorânea Paraibana surgiu antes mesmo da licitação promovida pelo Ministério da Integração e do contrato firmado com o IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, que acabou gerando as condições para que se fizesse o Projeto Básico.

De fato, desde o final dos anos 90, quando se configuraram as primeiras crises de abastecimento de água na cidade de Campina Grande, ideias como o reuso de águas servidas, como o projeto dos sete lagos no entorno daquela cidade, como o reforço

do abastecimento de água através do Açude Acauã, como a captação de água e o recalque desta desde os aquíferos Barreiras e Beberibe, na região litorânea, e o apoio ao Projeto de Transposição das Águas do São Francisco, TSF, tomaram conta do meio científico local, almejando uma saída para o problema que se apresentava.

A falta de água, em quantidade e qualidade suficientes para manter o crescimento da cidade de Campina Grande, dava sinais de que esta chegara ao seu limite e revelava uma certa estagnação. A água proveniente do Açude Boqueirão já não era suficiente para atender às demandas locais, havendo-se que impor racionamentos à população. E a qualidade dessa água estava comprometida com

o teor de salinização cada vez maior e pela utilização de sua bacia hidráulica na irrigação da cultura de tomates.

O Açude do Boqueirão (Epitácio Pessoa) que havia sido construído para garantir o abastecimento de água para toda a região do Cariri, incluindo atividades acessórias como a piscicultura, a geração de energia e a irrigação, apresenta-se saturado, esgotado, prematuramente, sem nem mesmo chegar a atender seus objetivos básicos. Construído para garantir uma vazão regularizada da ordem de 12 m³/s, o Açude só conseguia disponibilizar 1,5 m³/s. Uma grande quantidade de pequenas barragens foi construída em sua bacia hidrográfica, sem qualquer controle, na área da sua bacia de contribuição,

reduzindo os volumes afluentes e possibilitando o carreamento de materiais salinizados para a bacia hidráulica. A falta de gestão dos recursos hídricos locais possibilitou a dedução da incapacidade de regularização da Barragem de Boqueirão.

Dentre as opções que surgiram, como solução possível para o problema de falta d'água em Campina Grande, àquela época, pelo menos três evoluíram: a construção do Açude Acauã, que foi financiada pelo mesmo Ministério da Integração Nacional; os estudos sobre o Projeto de Integração do rio São Francisco com o Nordeste Setentrional; e os estudos de aproveitamento das águas da Bacia Sedimentar Paraíba/Pernambuco.

A construção do Açude Acauã foi concluída em 2004 e, apesar da CAGEPA ter feito o projeto de uma adutora para levar água desse reservatório até a cidade de Campina Grande, as coisas não deram muito certo. A área de contribuição desse açude ficou restrita ao somatório das áreas das bacias dos riachos São Pedro, Muquém e Santo Antônio, além do trecho do Paraíba, para montante e até o Açude Boqueirão. Infelizmente, contudo, essa contribuição não tem garantido a vazão regularizada de projeto (superior a 3 m³/s), que tem ficado limitada em 0,95 m³/s. Por outro lado, o córrego Bodocongó, que é um dos contribuintes da Barragem de Acauã é justamente o manancial onde são despejados os esgotos sanitários da cidade de Campina Grande, com tratamento através de Lagoa de Estabilização do Tipo Anaeróbia, Facultativa e de Maturação. Por essas razões, a construção da adutora de Acauã para Campina Grande acabou sendo postergada, em virtude do grande desnível entre a barragem e a cidade além do problema da qualidade da água.

O Projeto de Integração do São Francisco do Ramal Leste como se sabe, foi concluído e entrou em operação em data limite para livrar a cidade de Campina Grande e outras 30 cidades da Borborema de um racionamento extremo, pois a Barragem de Boqueirão estava com apenas 2,9% de sua capacidade.

Consoante o projeto aprovado pelo Ministério, essa integração deverá permitir a transposição de vazões para o Estado da Paraíba, através de

————— (...)

A falta de gestão dos recursos hídricos locais possibilitou a dedução da incapacidade de regularização da Barragem de Boqueirão.

(...) —————

dois eixos: pelo Eixo Norte, deverão ser transpostas vazões de até 12 m³/s, que é a mesma vazão máxima projetada para a transposição do Eixo Leste.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos, publicado em 2006, previu o aproveitamento das águas do Eixo Leste, que deverão ser canalizadas através do rio Paraíba, desde as suas nascentes, em três derivações principais: o reforço da Adutora do Cariri; o reforço da Adutora de Campina Grande; e o

aproveitamento de excedentes em projetos de irrigação na Planície Costeira Interior, na região de transição entre a Zona da Mata e o Agreste.

Quanto aos estudos de aproveitamento das águas subterrâneas da Bacia Sedimentar Paraíba / Pernambuco, ainda no final da década passada e nos primeiros anos desta, andou-se fazendo algumas avaliações que apontavam para a viabilidade técnica de se explorar os aquíferos Barreiras e Beberibe, podendo-se levar até 4 m³/s para a cidade de Campina Grande. Uma parte dessa água resolveria o problema daquela cidade e o restante poderia resolver problemas localizados do Cariri, quiçá do Sertão.

Em meados de 2003, o Governo do Estado da Paraíba, motivado pela ideia do aproveitamento das águas da bacia sedimentar litorânea do Estado, solicitou apoio ao Ministério da Integração, visando os estudos necessários à confirmação de tais possibilidades. O Ministério resolveu apoiar o pleito e ordenou que o IICA realizasse licitação para contratar tais serviços. Assim surgiu o contrato firmado com o Consórcio RCA Engenharia/ Arco Projetos.

O contrato previa, inicialmente, o estudo das possibilidades de se projetar uma adução, por recalque, visando levar água da região litorânea até a cidade de Campina Grande. E, de fato, os trabalhos realizados na primeira fase do programa de estudos e projetos (Fase A - Estudos de Reconhecimento), permitiram constatar que, realmente, havia uma disponibilidade hídrica mínima nos rios do Litoral, no auge do período seco, de, pelo menos, 15 m³/s. Isso era condizente com os estudos iniciais indicativos e, nessa fase chegou-se a desenhar

alternativas de captação nos rios Guaju, Camaratuba, Miriri e Abiaí.

Nesse momento, entretanto, o Ministério da Integração determinou uma mudança de rota nos estudos, função das necessidades de que as soluções paraibanas fossem compatibilizadas com o Projeto de Integração do São Francisco. Por isso, na fase subsequente dos estudos contratados com o IICA (Estudos de Viabilidade e Estudos Básicos), o Consórcio RCA/ARCO passou a estudar as demandas e as disponibilidades hídricas de toda a Vertente Litorânea Paraibana, de modo que eventuais soluções de aproveitamento dos potenciais hídricos locais pudessem estar adequadas com o eixo de transposição projetado pelo próprio Ministério, para a Integração do São Francisco.

Os estudos de demanda indicaram que existem problemas de abastecimento nas regiões dos Tabuleiros do Agreste (região das nascentes dos rios Jacu e Curimataú), no Brejo Paraibano e em Campina Grande, como já era sabido, em função das projeções feitas para o futuro e da qualidade das águas que chegavam para a cidade e sua área de influencia.

O estudo das disponibilidades hídricas locais, por outro lado, mostrou que somente a Zona da Mata apresenta possibilidades de produção de água bruta em escala de interesse comercial, ou seja, em quantidade suficiente para atender às demandas reprimidas e projetadas da Vertente Litorânea. Particularmente, no rio Mamanguape, nos afluentes do rio Paraíba: Gurinhém, Curimataú, Mogeiro, Ingá e Surrão, e no rio Abiaí/Papocas, foram identificadas disponibilidades hídricas superficiais da ordem de 13 m³/s. A dificuldade que se

verificou, neste caso, está relacionada com o relevo local, basicamente de planícies, onde não se destacam ombreiras para implantação de barramentos.

Os estudos hidrogeológicos realizados na Bacia Sedimentar Paraíba/Pernambuco, por sua vez, revelaram a necessidade de se usar de muita prudência quando se fala nas disponibilidades hídricas dos aquíferos Barreiras e Beberibe. Dos 12,5 m³/s de disponibilidade hídrica apontada nos estudos, diz-se que 3,5 m³/s já estariam comprometidos, restando apenas 9 m³/s. O estudo, no entanto, propõe uma série de medidas jurídico-institucionais para a exploração desse potencial, em função de se preservar o equilíbrio hidráulico e ambiental que cerca tais reservas.

Nesse contexto, portanto, considerando-se as dificuldades de viabilizar o aproveitamento das disponibilidades hídricas locais, ante o que se pode considerar como fato consumado, qual seja, a construção do Eixo Leste de Transposição, entendeu-se mais acertado, por uma recomendação do Ministério da Integração Nacional, optar-se por uma solução sustentada da Transposição das Águas do São Francisco.

Surgiram assim, as seguintes alternativas básicas de aproveitamento das águas do São Francisco:

- O reforço da adutora de Campina Grande, associado à construção de uma adutora por gravidade, transportando 0,50 m³/s, desde Campina Grande, até a cabeceira do rio

Curimataú, passando pelas nascentes dos rios Mamanguape e Araçagi; e

- A construção de um eixo de integração na Planície Costeira Interior, partindo do Açude Acauã e chegando no rio Camaratuba, depois de cruzar os rios Gurinhém e Mamanguape.

A primeira alternativa permite aproveitar as águas diluídas do Boqueirão, pelas águas da transposição, resolvendo o problema de Campina Grande e dos Tabuleiros do Agreste, além do problema do Brejo, que se beneficiaria das águas descarregadas na nascente do rio Araçagi.

A segunda alternativa permite o aproveitamento dos excedentes previstos no programa de transposição, viabilizando a implantação de um polo de agricultura irrigada na região da Planície Costeira Interior, culturalmente, uma região tradicional na atividade agrícola.

Havendo o Ministério da Integração se decidido por elaborar o projeto do eixo de integração, prioritariamente, em detrimento da adutora do Agreste, o Consórcio ARCO/RCA realizou vários estudos de arranjos alternativos, antes de chegar ao traçado final do Eixo de Integração da Planície Costeira Interior Paraibana, selecionado nos Estudos de Viabilidade.

Num primeiro momento, procurou-se reduzir custos de implantação e operação, eliminando eventuais sistemas de recalque e procurando um traçado por gravidade, desde o Açude

Acauã, até o rio Camaratuba. Depois surgiram problemas de extensão e obstáculos que se interpunham à construção do Eixo, e daí, ao início da fase de projeto básico, algumas novas alternativas foram traçadas, até que se pudesse chegar à solução adotada, quanto ao traçado e ao arranjo geral das partes componentes do sistema adutor.

Na fase dos Estudos de Viabilidade, após a elaboração de um estudo de 4 alternativas, definiu-se por uma alternativa de traçado do Eixo de Integração, que melhor atendia quanto aos aspectos técnico, econômico-financeiro e ambiental.

Essa alternativa de traçado, entretanto, havia considerado que a tomada d'água no Açude de Acauã, no rio Paraíba, seria feita na cota 128,50m, portanto apenas 1,50m abaixo do nível d'água normal de seu reservatório, isto levando em conta que a futura transposição de águas do rio São Francisco irá atingir o rio Paraíba, a montante de Acauã.

Entretanto, ao início dos estudos relativos ao projeto básico, optou-se por se fazer a tomada d'água em cota mais baixa (aproximadamente na elevação 108 m), de modo a se poder utilizar, também, o volume d'água armazenado em Acauã.

Isso exigiu que se fizesse uma revisão na alternativa anteriormente selecionada, ao longo de todo o seu traçado, de modo a otimizá-lo quanto aos volumes de cortes e aterros envolvidos e, também, quanto às obras acessórias de transposição das interferências. Utilizando-se ainda, como base cartográfica, a restituição aerofotogramétrica na escala 1:25.000, existente.

Definida assim a melhor alternativa para o traçado

do eixo de integração, e dispondo-se já da restituição aerofotogramétrica na escala de 1:10.000, elaborada ao início da fase de projeto básico, pôde-se dar início efetivamente aos pré-dimensionamentos das estruturas e ao detalhamento do sistema adutor. Evidentemente que, contando-se com essa nova base cartográfica (1:10.000), pequenos ajustes ainda tiveram que ser feitos no traçado da citada alternativa selecionada de forma que todo o projeto do Canal pudesse funcionar por gravidade.

Trecho II e Trecho III mostrado a seguir, que apresenta um resumo descritivo geral desse sistema adutor e de seus trechos.

Essa divisão por trechos, conforme descritos a seguir, levou em consideração a capacidade de vazão para os dimensionamentos hidráulicos de cada trecho, estabelecida em função da demanda de água prevista para o atendimento da região de influência de cada um deles.

Trecho I - Açude Acauã ao Rio Gurinhém

4 Concepção do Projeto do Canal Acauã Araçagi

O Sistema Adutor Açude Acauã - Rio Camaratuba, que constitui o Eixo de Integração da Planície Costeira Interior da Paraíba, teve o seu desenvolvimento definido no Projeto Básico com um total de 112,44km dividido em 3 (três) trechos, denominados Trecho I,

Este primeiro trecho tem um comprimento total de 48,74 km e está dimensionado para transportar uma vazão máxima de 10 m³/s desde a captação, no Açude Acauã, até um ponto situado na bacia hidrográfica do rio Gurinhém, em sua margem direita e distante aproximadamente 4,7 km do rio, onde está projetada e extremidade de montante do

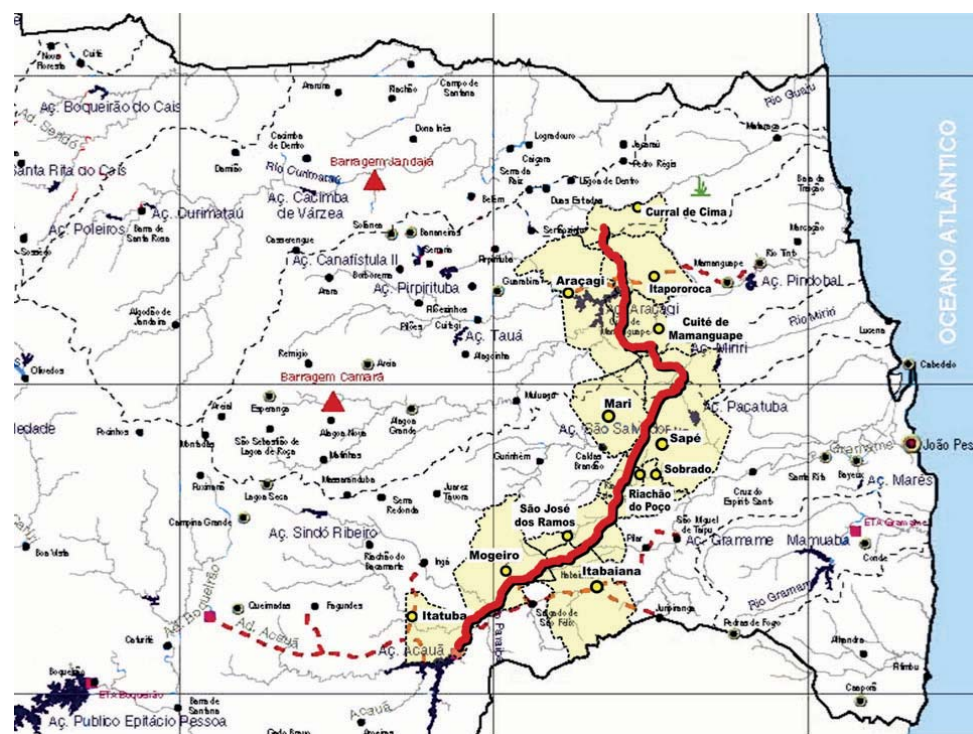


Figura1: Municípios da Paraíba beneficiados diretamente pelo Canal Acauã-Araçagi

Sifão Gurinhém, constituído por um sifão invertido que fará a transposição dos vales dessa bacia.

O trecho compõe-se de: uma tomada d'água a ser construída na margem esquerda do reservatório do Açude Acauã, num local próximo ao povoado de Melancia; 5 sub-trechos em canal adutor, de seção trapezoidal, totalizando 41,46 km; e 4 sub-trechos em sifão invertido, constituídos de tubulações funcionando por gravidade, intercalados com os

segmentos de canal e projetados para travessia dos vales do rio Surrão e dos riachos Mogeiro e Curimataú, bem como para o cruzamento da rodovia BR-230, que interliga as cidades de João Pessoa e de Campina Grande .

No Trecho I ao final do último segmento de canal (Segmento 4b) e antes da estrutura de transição para a entrada no Sifão Gurinhém, deverá ser construída uma derivação dimensionada para transportar uma vazão máxima de 3,5 m³/s, até um ponto

que permita abastecer um açude a ser construído no rio Gurinhém, ou num seu afluente pela margem direita (riacho Timbaúba ou outro). Sendo que, essa vazão derivada poderá ser transportada por canal ou tubulação funcionando por gravidade, por uma distância que poderá variar de 800 m a 3.000 m, conforme se decida, no projeto executivo a ser oportunamente contratado e elaborado pela implantação do citado açude na região situada à direita ou à esquerda do eixo de integração, respectivamente.

Trecho	Descrição	Vazão de Dimensionamento (M3/s)	Comprimento (Km)	Componentes Principais		
				Tipo	Denominação	Comprimento (Km)
TRECHO I	Açude Acauã Rio Gurinhém	10,00	48,74	Tomada D'Água	Tomada D'Água - Acauã	0,03
				Canal Adutora	Canal – Segmento 1	2,81
				Adutoras em Sifão	Sifão Surrão	4,99
				Canal Adutor	Canal – Segmento 2	12,80
				Adutoras em Sifão	Sifão Mogeiro	0,27
				Canal Adutor	Canal – Segmento 3	19,95
				Adutoras em Sifão	Sifão Curimataú	1,72
				Canal Adutor	Canal – Segmento 4a	2,66
				Adutoras em Sifão	Sifão BR-230	0,30
				Canal Adutor	Canal – Segmento 4b	3,21
				TOTAL I	CANAIS ADUTORES	41,46
					ADUTORAS EM SIFÃO	7,28
TUNEL ADUTOR	-					
TRECHO II	Rio Gurinhém Açude Araçagi	6,50	46,06	Adutores em Sifão	Sifão Gurinhém	6,52
				Canal Adutor	Canal – Segmento 5	5,97
				Túnel Adutor	Túnel 1	2,68
				Canal Adutor	Canal – Segmento 6	17,16
				Túnel Adutor	Túnel 2	0,79
				Canal Adutor	Canal – Segmento 7	12,94
				TOTAL II	CANAIS ADUTORES	36,07
					ADUTORAS EM SIFÃO	6,52
TUNEL ADUTOR	3,47					
TRECHO III	Açude Araçaji Rio Camaratuba	2,50	17,64	Adutora em Sifão	Sifão Araçaji	8,80
				Canal Adutor	Canal – Segmento 8	8,84
				TOTAL II	CANAL ADUTOR	8,84
					ADUTORAS EM SIFÃO	8,80
					TUNEL ADUTOR	-
TOTAL	CANAIS ADUTORES	86,37				
	ADUTORAS EM SIFÃO	22,60				
	TÚNEIS ADUTORES	3,47				
TOTAL GERAL						112,44

Quadro 1 - Características das obras projetadas.

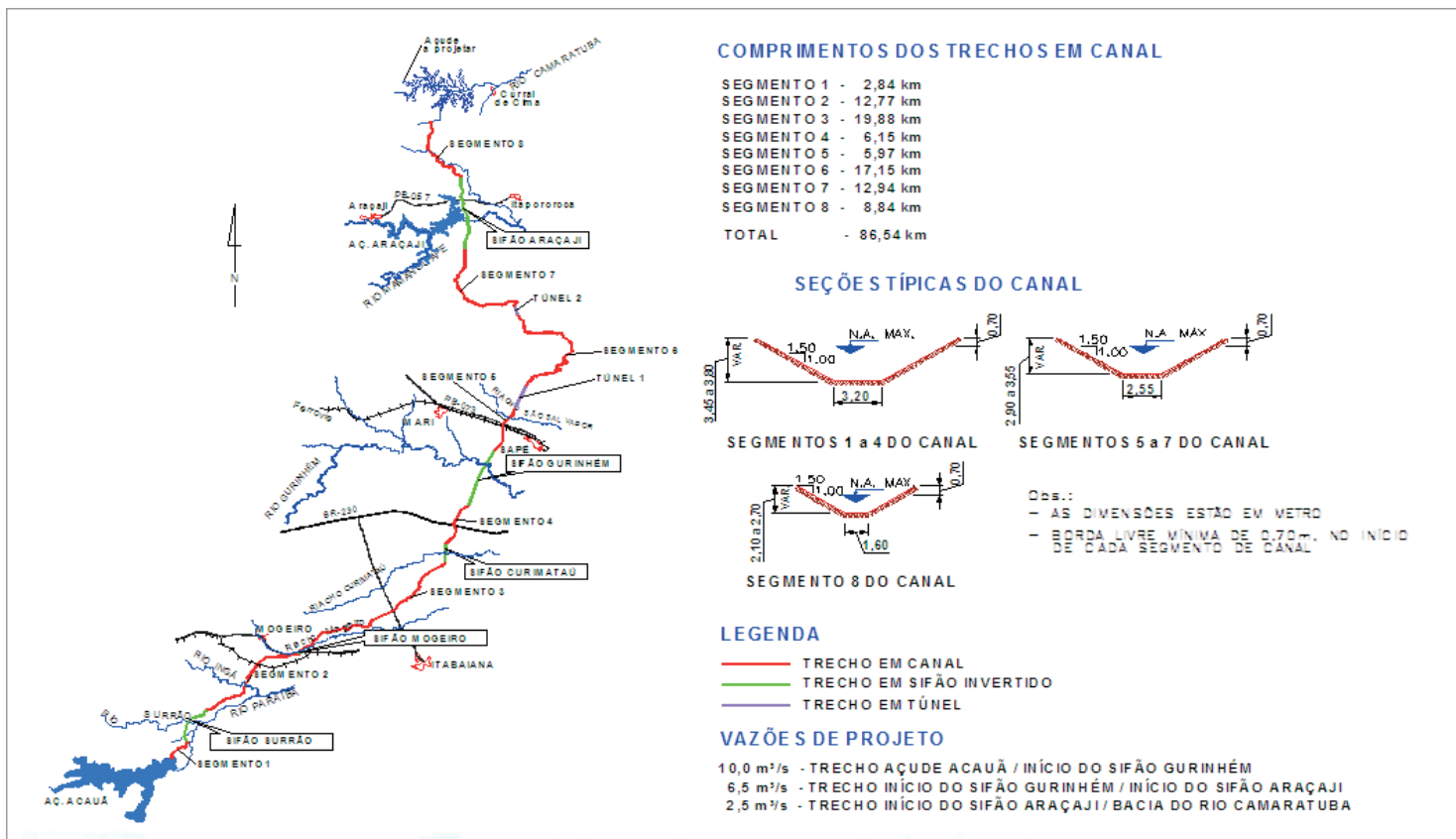


Figura 2 - Concepção Geral

Trecho II - Rio Gurinhém ao Açude Araçagi

Este segundo trecho apresenta um comprimento total de 46,06 km e terá capacidade para transportar a vazão máxima de 6,5 m³/s, desde o citado ponto onde começa o Sifão Gurinhém até um ponto situado na bacia do rio Mamanguape, em sua margem direita e distante aproximadamente 3,3 km do rio, onde está projetada a extremidade de montante do Sifão Araçagi, constituído por sifão invertido que possibilitará a transposição dos vales dessa bacia hidrográfica.

O Trecho II compõe-se de: um subtrecho em sifão invertido com 6,52 km de extensão, medidos em planta, constituído por tubulações funcionado por gravidade e projetado para travessia dos vales do rio Gurinhém; três subtrechos em canal adutor, de seção trapezoidal, totalizando

36,07 km; e dois subtrechos em túnel adutor totalizando 3,47 km, de seção em trapezoidal, funcionando em escoamento livre e intercalados com os segmentos de canal.

Também neste Trecho II, ao final do último segmento de canal (Segmento 7) e antes da estrutura de transição para a entrada no Sifão Araçagi, deverá ser construída uma derivação, à esquerda do eixo de integração, para transportar uma vazão máxima de 4 m³/s até um ponto que permita abastecer o Açude Araçagi. Sendo que, esta vazão derivada também poderá ser transportada por canal ou tubulação funcionando por gravidade, por uma distância da ordem de 1200 m até um pequeno afluente do rio Mamanguape, que forma um braço do reservatório do Açude Araçagi.

Trecho III - Açude Araçagi ao rio Camaratuba

Este terceiro e último trecho tem um comprimento total de 17,64 km, dimensionados para transportar a vazão máxima de 2,5 m³/s, que permanecerá após a derivação para o Açude Araçagi, desde o citado ponto onde começa o Sifão Araçagi até um ponto situado na bacia hidrográfica do rio Camaratuba, onde está projetada uma estrutura para liberar, essa vazão transportada num pequeno afluente da margem direita do rio Camaratuba, de forma controlada.

O trecho compõe-se apenas de duas partes, sendo: um subtrecho em sifão invertido com 8,80 km de extensão, medidos em planta, conforme já citado, constituído de uma tubulação funcionando por gravidade, projetado para travessia dos vales do rio Mamanguape e que cruza esse

rio aproximadamente 600 m a jusante do barramento do Açude Araçagi; e um outro subtrecho em canal adutor, de seção trapezoidal, com 8,84 km de comprimento.

4.1 Gestão do Empreendimento

Tão ou mais importante quanto conceber, planejar e executar o projeto de engenharia do PISF, para amenizar as condições naturais desfavoráveis do semiárido brasileiro, é cuidar da gestão de um empreendimento com um significativo grau de complexidade, que envolve, além da União, quatro Estados do Nordeste Setentrional (PE, PB, RN e CE).

Tendo em vista solucionar este importante condicionante do sucesso do empreendimento, em 11 de novembro de 2004, uma Portaria Interministerial instituiu um Grupo de Trabalho, com representantes do Ministério da Integração, de Minas e Energia, Meio Ambiente e Casa Civil, visando estabelecer medidas necessárias para viabilizar um modelo operacional sustentável,

com a participação da CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

O Art. 5º da Portaria Interministerial nº 24, acima referida, estabelece que compete ao Ministério de Minas e Energia a eventual adaptação legal e institucional da CHESF, preparando-a para se for o caso, receber a operação do projeto.

A seguir são descritas as medidas necessárias para viabilizar o modelo operacional proposto:

A - Governos Estaduais
O 1 implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos na área de influência do Empreendimento: outorga e cobrança; 2 criação de uma companhia estadual de gestão dos recursos hídricos (COMPANHIA GESTORA ESTADUAL) para gestão das águas transpostas e locais na área de influência do Empreendimento; 3 definição do volume de água anual a ser contratado pela COMPANHIA GESTORA ESTADUAL com a CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO para o atendimento dos

usuários urbanos (saneamento e industrial), levando em consideração que o custo fixo de operação e manutenção da CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO deverá estar coberto pela receita oriunda dos usuários urbanos; 4 negociação com bancos de desenvolvimento da prestação de garantia correspondente ao pagamento do volume de água a ser contratado com a CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO nos primeiros dez anos de operação da transposição; caso não seja possível, estudar a possibilidade de permitir que a CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO tenha direito a sacar da Conta Única do Estado ou de uma conta específica, criada com esta finalidade, os valores eventualmente não pagos pela COMPANHIA GESTORA ESTADUAL a CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO pelo volume de água entregue; 5 celebração de convênio com o Governo Federal para permitir a operação pela COMPANHIA GESTORA ESTADUAL dos reservatórios administrados pela União; e 6 celebração de convênio com a ANA para permitir a descentralização da outorga e da operacionalização da cobrança nos cursos de água de domínio da União no Estado.

B - Concessionária da União O 1 obter da ANA a outorga de direito de uso da derivação do Rio São Francisco; 2 celebração de convênio com o MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO para permitir a operação e a manutenção da infraestrutura hídrica, composta por canais, estações elevatórias, usinas hidrelétricas e reservatórios de derivação integrantes do Empreendimento; 3 acompanhamento técnico do desenvolvimento do projeto, da implantação das obras e da montagem de equipamentos. 4 implementar a cobrança pelos

Estado	Eixo	Demanda (m³/s)	Oferta Local (m³/s)	Bombeamento sem Perdas (m³/s)	Perdas (m³/s)	Bombeamento com Perdas (m³/s)	Sinergia (m³/s)
Pernambuco	Norte	3,0	2,1	5,3	0,6	5,9	-5,0
	Leste	13,1	1,5	13,0	0,7	13,7	-2,1
Paraíba	Norte	14,5	9,2	8,6	0,9	9,5	-4,2
	Leste	12,5	4,3	4,5	0,3	4,8	3,4
Ceará	Norte	49,8	31,5	5,2	0,6	5,7	12,6
Rio Grande do Norte	Norte	36,4	15,9	14,0	1,5	15,6	4,9
Sistema	Norte	103,7	58,7	33,1	3,6	36,7	8,3
	Leste	25,6	5,8	17,5	1,0	18,5	1,3
	Total	129,3	64,6	50,6	4,6	55,2	9,6
Sistema sem Pernambuco	Norte	100,7	56,6	27,8	3,0	30,8	13,3
	Leste	12,5	4,3	4,5	0,3	4,8	3,4
	Total	113,3	61,0	32,3	3,3	35,6	16,7

Quadro 2 - Resultados dos Estados da Simulação da Operação do Sistema do PISF (Segundo os Atuais Condicionantes Vigentes)

serviços de gestão da água e pela operação e manutenção da infraestrutura hidráulica do Empreendimento junto às COMPANHIAS GESTORAS ESTADUAIS; 5 elaborar, em articulação com a ANA, o plano de operação anual do Empreendimento, a ser submetido para aprovação pelo CONSELHO GESTOR; e 6 operar e manter a rede de monitoramento das águas alocadas ao longo do sistema de transposição, em conformidade com o plano anual aprovado pelo CONSELHO GESTOR, com ajustes mensais.

C - ANA O 1 reservar para o MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, sob a forma de outorga preventiva, a vazão necessária à viabilização do Empreendimento e outorgar a derivação do rio São Francisco para a CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO; 2 definir com os órgãos gestores, a partir de diretrizes do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco (2004-2013), aprovadas pelo Comitê da Bacia do Rio São Francisco - CBH-SF, os marcos regulatórios; 3 promover junto aos Estados envolvidos a organização dos respectivos sistemas de gestão de recursos hídricos, em especial a criação de uma COMPANHIA GESTORA ESTADUAL, onde não tiver; 4 delegar atribuições aos órgãos gestores estaduais para outorgar e operacionalizar a cobrança, nos corpos de água de domínio da União, pelo uso dos recursos hídricos; 5 coordenar a operação da rede de monitoramento a ser instalada na área de influência do sistema de transposição; e 6 fiscalizar as condições de operação do sistema de transposição.

D - Ministério da Integração O 1 obter a outorga preventiva da derivação do rio São Francisco; 2 obter a licença ambiental do Empreendimento;

3 implementar a infraestrutura hidráulica do Empreendimento, com a participação da CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO; 4 transferir, através de convênio, para a CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO, a operação e a manutenção da infraestrutura hídrica, composta por canais, estações elevatórias, usinas hidrelétricas e reservatórios de derivação integrantes do Empreendimento; 5 celebração de convênio com os governos estaduais para permitir a operação, pela companhia gestora estadual, dos reservatórios administrados pela União; e 6 fiscalizar as condições de manutenção do Empreendimento.

E - Ministério de Minas e Energia O 1 obter a autorização, por lei, para a Chesf atuar como CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO na operação e na manutenção do Empreendimento; e 2 viabilizar a utilização da energia gerada ao longo do Empreendimento, na modalidade consumo próprio.

F - Conselho Gestor O aprovar o plano de operação anual do empreendimento elaborado

pela CONCESSIONÁRIA DA UNIÃO em articulação com a ANA.

Na Figura 6.4 é apresentada, esquematicamente, o modelo proposto para a gestão operacional do Empreendimento, com a indicação dos diferentes atores envolvidos.

Face à predisposição da União de entregar à responsabilidade da CHESF a operação do projeto, tornou-se crucial, para a mesma, a realização de um estudo de mapeamento de riscos e oportunidades em relação ao PISF, serviço este contratado pela CHESF à Price Water House Coopers e à TECHNE Engenheiros Consultores Ltda.

Neste trabalho, foram contemplados todos os cenários possíveis à Chesf de participação na gestão do empreendimento, seus fatores condicionantes, e pré-requisitos a serem atendidos para minimizar os impactos e maximizar as oportunidades.

No Estado da Paraíba a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA é atualmente a entidade

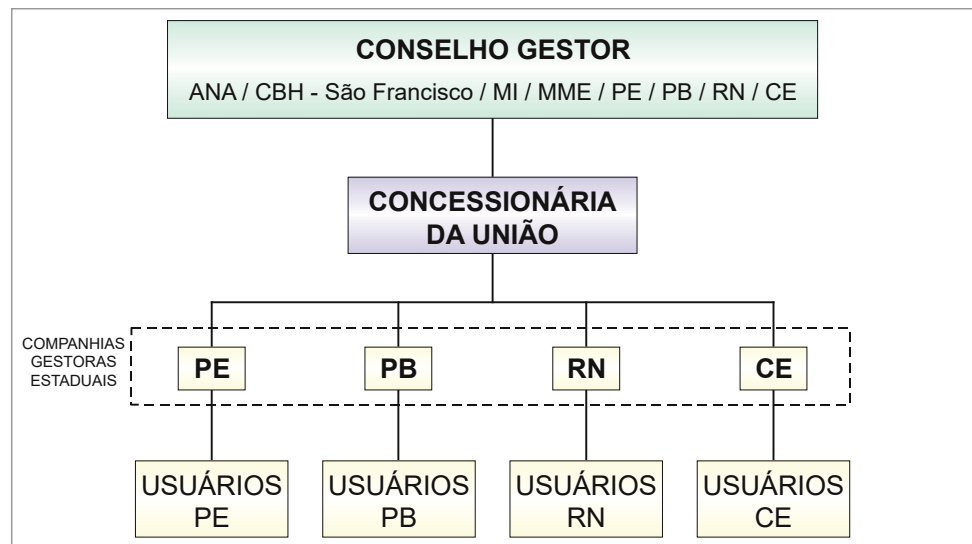


Figura 3 - Modelo da Gestão do Projeto de Integração de Águas do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional

gestora e de interlocução com a Operadora Federal.

4.2 Situação Institucional da Gestão de Recursos Hídricos da Paraíba

No Estado da Paraíba a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, vinculada institucionalmente a Secretaria Especial de Recursos Hídricos, Meio Ambiente, Ciências e Tecnologia é atualmente a entidade gestora e de interlocução com a Operadora Federal. Contudo o Estado de comum acordo com a ANA, está realizando estudos para a criação de um órgão que deverá ser institucionalizado, voltado para a gestão dos processos de produção de água bruta, operação e manutenção das obras hidráulicas como é o caso das obras do Canal Acauã Araçagi- Adutor Vertentes Litorâneas. Este fato foi comunicado a ANA em 29 de abril de 2011, através de ofício por ocasião do envio de informações para a obtenção do CERTOH.

Os instrumentos de gestão previstos são os mesmos do Sistema Nacional: Planos de Recursos Hídricos, outorga, sistema de informações e cobrança pelo uso da água. Em todos os Estados a outorga é

de competência da respectiva Secretaria de Estado, apoiada na análise técnica do órgão de gerenciamento. A cobrança, implantada apenas no Ceará, é prevista em todas as legislações estaduais.

5 Obras Específicas do Canal Acauã Araçagi

Visando possibilitar o controle operacional, garantir a segurança de operação, permitir o acesso para operação e manutenção, e restabelecer a ligação de estradas e caminhos interceptados pelo Eixo de Integração, foram previstos, ao longo do traçado do canal adutor, em todos os seus segmentos, uma série de obras, resumidas no quadro 3.

5.1 Tomada d'Água

A captação do Eixo de Integração da Planície Costeira Interior será feita na margem esquerda do reservatório do Açude Acauã, localizado no rio Paraíba, no município de Itatuba, próximo a um povoado denominado Melancia.

O reservatório do Açude Acauã, denominado Barragem Argemiro de Figueiredo, apresenta um volume máximo de 253,14x10⁶ m³ de água, estando o seu nível d'água máximo normal na cota 130,0 m, que é a cota da soleira livre do seu vertedouro. O seu nível d'água mínimo operacional é na cota 94,0 m, tendo, portanto, um volume útil de 251,10x10⁶ m³, com relação ao seu projeto.

A captação do sistema adutor é feita por meio de válvulas dispersoras, instaladas na tomada d'água do Canal Acauã, que, para funcionarem corretamente necessitam que o nível mínimo do reservatório esteja na cota 113,0 m, situação em que o mesmo conta com um volume de 53,92x10⁶ m³ de água. Portanto, essa tomada d'água poderá operar entre os níveis 130,0m e 113,0m, com um volume útil de aproximadamente 199.22x10⁶ m³. Sendo que, na verdade, a captação se destina a transferir as águas que chegarão até o Açude Acauã, vindas da transposição do rio São Francisco, por meio do rio Paraíba, para outras bacias hidrográficas da Vertente Litorânea Paraibana, integrando-as.

A tomada d'água constitui-se de uma estrutura de concreto com 27,10 m de altura, 184,0 m de comprimento e 10,0 m de largura. Sua crista está na cota 134,10m, ligeiramente acima da cota de coroamento do açude. A cota da soleira na admissão à tomada d'água é de 107,0 m e, na saída, ao final da estrutura, já para entrar no Segmento 1 do canal adutor, é de 106,25m.

A entrada de água se dará por dois vãos de 2,0m x 2,0m equipados com uma comporta ensecadeira, acionada por talha elétrica, para isolamento e manutenção das válvulas borboleta e

OBRA LOCALIZADA	QUANTIDADES			
	TRECHO I	TRECHO II	TRECHO III	TOTAL
Tomada D'água	1	-	-	1
Estrutura de Concordância	8	2	2	12
Descarga de Segurança (Vertedouro Lateral)	5	3	1	9
Pontilhão	20	20	3	43
Passarela	18	20	5	43
Estrutura de Saída Final	-	-	1	1

Quadro 3 - Resumo das Obras Localizadas

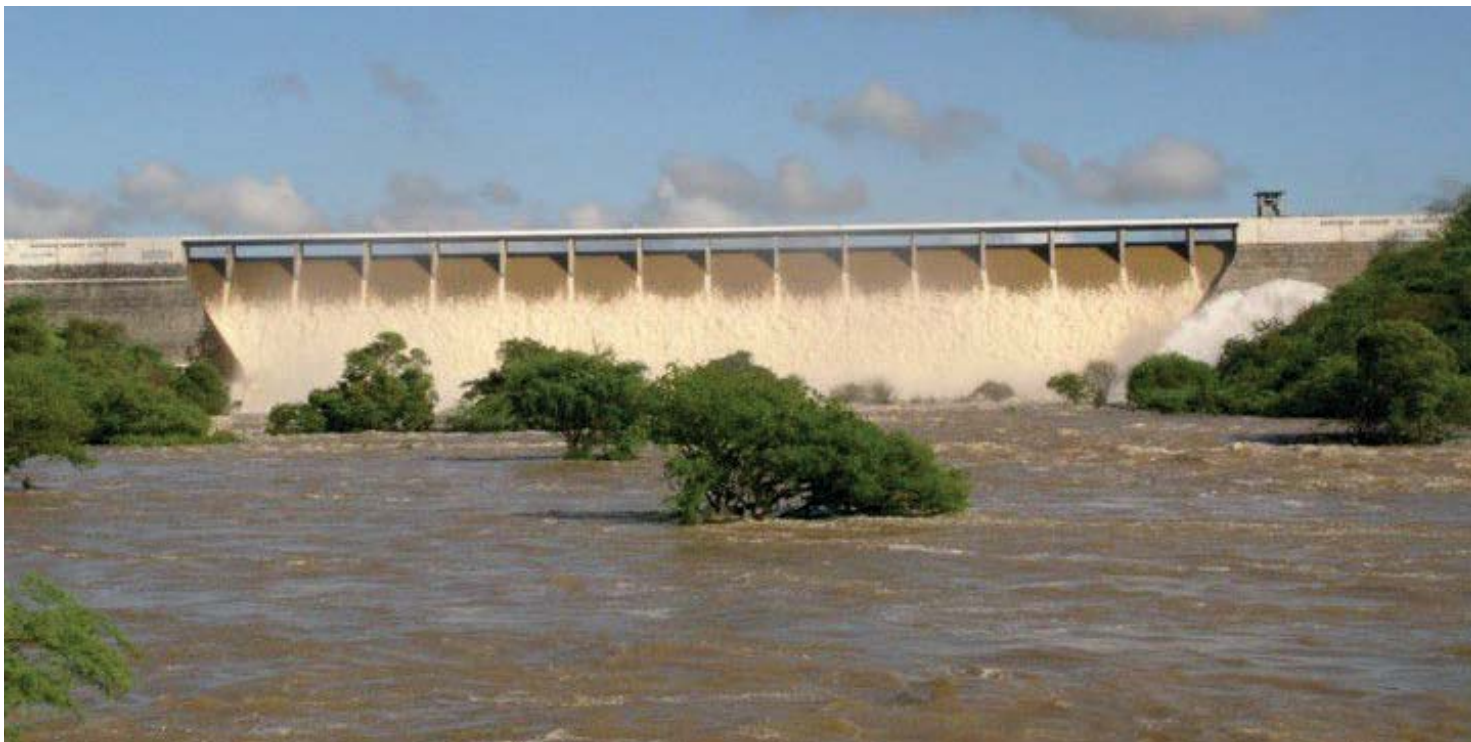


Figura 4 - Barragem de Acauã - Bacia do Médio Paraíba, sangria ocorrida no ano de 2009.



Figura 5 - Válvula Dispensora aberta da Barragem de Acauã.



Figura 6 - Barragem de Captação, mostrando também o canal de aproximação e o início do Canal Acauã-Araçagi; ao fundo vê-se a Barragem de Acauã.

dispensora imediatamente a jusante. As entradas da tomada d'água estarão protegidas por grades compostas de painéis removíveis, para impedir a entrada de quaisquer objetos arrastados, com dimensões iguais ou superior a 100mm.

A tomada estará equipada, ainda, com duas válvulas borboleta DN 1000 mm, acionadas por um servomotor, sendo uma em cada engolimento, com a finalidade de fechamento de emergência,

em caso de falha na válvula dispensora.

Terá ainda duas válvulas dispensoras com DN 1000 mm e vazão de projeto de 5,0m³/s, que terão a função de controlar a vazão captada em cada vão, sendo esse controle feito com a utilização de sensor de nível d'água instalado no canal adutor.

Disporá também de dois conjuntos de talha elétrica/trolley motorizado, e monovias,

sendo um conjunto para movimentação dos painéis de stoplogs e das grades, e outro para manutenção das válvulas dispensoras e borboletas.

A Tomada d'água é provida de uma casa de comando principal (CCO), onde abriga os painéis de automação, servidor e supervisor de controle do Sistema Adutor das Vertentes Litorâneas e uma Casa de Maquinas responsável por abrigar os equipamentos e quadros necessários para acionamento e



Figura 7 - Ensecadeira construída para permitir a escavação do Canal de Aproximação da Barragem de Captação.



Figura 8 - Escavação em rochas na barragem de captação.

controle das comportas, válvula dispersora, iluminação interna e externa da obra

5.2 Obras de Controle Operacional e de Segurança

A - Estruturas de Concordância

A transição entre o trecho em canal, de seção trapezoidal e as adutoras em sifão invertido, constituídos por linhas de tubulação de aço, é feita por uma estrutura em concreto de forma retangular, em planta. Sendo que, na saída do sifão, a transição tubulação/canal também ocorre com o emprego de uma estrutura de concordância semelhante, porém invertendo-se o sentido do fluxo d'água.

Essa estrutura tem dupla finalidade, pois, além de fazer a citada concordância, funciona também como estrutura de controle operacional, sendo, para tanto, equipada com comportas planas verticais.

Como o sistema adutor terá 6 subtrechos em sifão invertido, haverá, portanto, 12 estruturas de concordância, sendo uma de montante e uma de jusante para cada trecho de sifão a serem localizadas respectivamente nos sifões dos Rios Mogeiro, Surrão, Curimataú, BR 230, Gurinhém e Araçagi.

As dimensões dessas estruturas de concordância variam conforme a quantidade de tubulações de cada sifão, bem como em função do diâmetro dessas tubulações. Também, comportas que serão instaladas nessas estruturas de concordância terão dimensões variadas conforme o diâmetro das tubulações dos sifões.

A montante de cada comporta da estrutura de concordância canal/sifão e a jusante de comporta da estrutura de concordância sifão/canal, prevê-se ranhuras para instalação de comporta encaixada (stoplogs), de modo a possibilitar o isolamento e as operações de inspeção ou manutenção da comporta. Sendo que, a operação desses stoplogs será feita por guindaste instalado em veículo da equipe

de manutenção. Os painéis de stoplogs serão intercambiáveis entre si e poderão ser utilizados em diversas estruturas de concordância.

A montante de cada comporta da estrutura de concordância canal/sifão e a jusante de comporta da estrutura de concordância sifão/canal, serão instaladas grades de proteção inclinadas, compostas de painéis removíveis, para impedir a entrada de detritos e objetos arrastados nos canais, com dimensões iguais ou superiores a 100mm. Sendo que, a limpeza dessa grade deverá ser manual.

À entrada e à saída dos sifões, haverá uma tubulação embutida na parede de concreto da estrutura de transição, para fazer a aeração da veia líquida.

Como já citado, as dimensões da estrutura de concordância, bem como das grades, stoplogs e comportas são variáveis em função de cada sifão.

B - Descargas de Segurança

Em cada segmento de canal, delimitado por sifão, bem como no primeiro segmento, entre a tomada d'água e um sifão, e no último segmento de canal, entre um sifão e a saída final para o rio Camaratuba, foi projetada uma estrutura padronizada, com dupla função de descarga de segurança e de fundo, composta de uma soleira vertedoura em superfície livre, com canal lateral, associada a uma descarga de fundo equipada com uma comporta para esvaziamento do trecho, para eventual manutenção. Esse extravasor de soleira livre tem a finalidade de garantir a segurança do canal em casos de ocorrência de vazões superiores à capacidade de cada trecho.



Figura 9 - Detalhe da estrutura de ligação do Canal Acauã com o Sifão Mogeiro.

TRECHO	VERTEDOURO	PROGRESSIVA (km + m)	QUANTIDADE
TRECHO I	01	2+019	4
	02	10+495	
	03	21+677	
	04	44+736	
	05	45+851	
TRECHO II	06	56+157	3
	07	66+034	
	08	83+466	
TRECHO III	09	104+745	1
TOTAL			8

Quadro 4 - Localização das Descargas de Segurança



Figura 10 - Detalhe da Junta de Dilatação Fungenband do Canal com o Sifão.

O Quadro 4, apresentado a seguir, indica as localizações e as quantidades dessas estruturas de descarga, por trecho do sistema adutor.

Essas descargas de segurança, por meio das estruturas extravasoras, foram dimensionadas para a capacidade máxima de vazão de cada trecho do canal, admitindo-se uma carga hidráulica na soleira de 0,40 m e mantendo-se ainda uma

borda-livre de 0,30 m, nessas situações. Assim, portanto, os Segmentos 1, 2, 3, 4a e 4b do Trecho I do sistema adutor tiveram o vertedouro dimensionado para a vazão de 10,0m³/s. Os Segmentos 5, 6 7, do Trecho II, tiveram esse dimensionamento considerando a vazão de 6,5 m³/s. Enquanto que a descarga de segurança do Segmento 8, do Trecho III, está dimensionada para a vazão de 2,5 m³/s.

Nesse dimensionamento, foi utilizada a clássica equação $Q = C \times B \times H^{1,5}$ sendo: Q, a capacidade de vazão do vertedouro; C, o coeficiente de descarga (neste caso, adotado igual a 2,15); B, a largura da soleira vertente; e H, a carga hidráulica sobre a soleira.

A comporta plana vertical da descarga de fundo, de 1,00 x 0,75m², será acionada manualmente, por volante montado no coroamento da estrutura. E, para garantir a segurança física dos operadores de estrutura, haverá um guarda-corpo ladeando esse coroamento em toda a extensão necessária.

Essa estrutura de descarga de segurança/descarga de fundo estará localizada sempre próximo a um curso d'água, ou a um talvegue, cruzados pelo canal, de modo a permitir a liberação das vazões, sem maiores problemas. Sendo necessário fazer-se a proteção com enrocamento, à saída dessas vazões.

C - Estrutura de Saída Final do Sistema Adutor

Ao final do Segmento 8, último trecho desse sistema adutor, foi projetada uma estrutura de controle operacional, para se fazer o controle da saída das vazões transportadas, liberando-as para um pequeno afluente do rio Camaratuba, que irá alimentar uma barragem a ser projetada e construída nessa bacia hidrográfica, visando receber as águas transferidas pelo Eixo de Integração.

Essa estrutura em concreto, com dimensões de 20,05m x 12,65m, em planta, será equipada com duas comportas planas verticais que farão o controle da vazão por

dois vãos de 4,33 m de largura por 1,60 m de altura. E terá uma pequena bacia dissipadora, revestida em concreto, à sua saída.

A montante de cada comporta, prevê-se ranhuras para instalação de comporta ensecadeira, de modo a possibilitar o isolamento e as operações de inspeção ou manutenção da comporta, sendo que a movimentação desses stoplogs será feita por meio de guindaste instalado em veículo da equipe de manutenção. Prevê-se ainda a instalação de grades de proteção, removíveis, a montante de cada comporta, cuja limpeza deverá ser manual.

5.3 Obras Complementares

A) Pontilhões

Com o objetivo de permitir a passagem de veículos, pedestres e animais sobre o canal adutor, quando este intercepta as vias de acesso secundárias existentes, foram projetados 43 pontilhões, constituídos de estruturas de concreto armado construídas perpendicularmente sobre o canal.

Esses pontilhões foram padronizados para cada um dos Trechos I, II e III do sistema adutor.

B) Passarelas

Para permitir a travessia do canal por pedestres e animais, foram previstas 43 passarelas ao longo do traçado do canal, distribuídas de modo que a distância entre ela e uma outra estrutura transversal, do tipo estrutura de concordância

ou pontilhão, fosse sempre inferior a 1 km.

Essas passarelas foram padronizadas para cada um dos Trechos I, II e III.

5.4 Obras ao Longo do Canal

a. Bueiros e galerias de drenagem

Nos pontos de passagem do canal por talwegues e vales com pequenos cursos d'água, serão instalados bueiros ou galerias celulares de concreto, cujos dimensionamentos hidráulicos seguiu as recomendações do "Manual de Drenagem de Rodovias", do antigo DNER.

Nesse dimensionamento, em que foram utilizados os resultados dos estudos hidrológicos específicos, optou-se por considerar os bueiros funcionando afogados e foi considerado ainda que não há restrição de nível d'água a jusante do bueiro, e que o mesmo terá a sua geratriz superior posicionada a 0,30 m de profundidade, quando $HW / D \leq 1,20$, onde: HW, é a profundidade a montante; e D, o diâmetro do bueiro.

O método de cálculo seguido foi o do orifício. Nesse caso, a vazão só depende da sua carga a montante, sendo independente da rugosidade das paredes, do comprimento e da declividade do tubo. E a formulação a ser utilizada, nesse caso, é baseada no teorema de Bernoulli, tendo a forma $Q = C A \text{ Raiz}(V_1^2 + 2gh)$, onde: V_1 é a velocidade de aproximação (m/s); A, área da seção do bueiro (m²); h, a carga hidráulica, igual à distância entre a superfície livre da água a montante e o centro

do bueiro (m); g, a aceleração da gravidade (m/s²); e C, coeficiente segundo Fanning, dado pela tabela abaixo. Sendo L é o comprimento do corpo do bueiro, em metros.

L/D	C
10	0.770
25	0.674
50	0.643
75	0.588
100	0.548

O dimensionamento hidráulico determinou o diâmetro das tubulações e o número de linhas. Para os casos de vazões maiores, em que a vazão de dimensionamento não pôde ser drenada com 3 bueiros de 1500mm, foram adotadas soluções com galerias celulares em concreto armado.

Os bueiros serão de seção circular, em concreto armado, com diâmetros de 800, 1.000, 1.200 e 1.500mm e deverão obedecer às normas da ABNT NBR-8890. Serão implantados com declividade de 1%, apoiados sobre um berço de concreto simples, com 0,15m de espessura, sendo este aplicado sobre terreno natural com capacidade de suporte adequada, com características, localizações e as configurações adotadas indicadas no quadro a seguir.

b. Dispositivos de Segurança

De modo a prover as condições de funcionamento do sistema adutor, com segurança, além do que já foi exposto, previu-se, também, a instalação de correntes de elo, metálicas, em aço-carbono galvanizado a quente, com aproximadamente 20m de comprimento, fixadas

a cada 1.000 m ao longo do canal adutor. Devendo ainda ser instaladas escadas de segurança junto a cada um desses cordões de segurança.

5.5 Obras ao Longo dos Sifões

Com a finalidade de garantir a segurança e melhorar as rotinas de inspeção e manutenção, bem como o próprio funcionamento hidráulico do sistema adutor, ao longo das tubulações dos sifões foram previstas instalações de ventosas DN 200mm, descargas de fundo DN 300mm e bocas de visita, conforme já descrito anteriormente.

As localizações previstas para as ventosas de tripla função a serem instaladas no interior de caixas, nos pontos altos do perfil longitudinal da linha, onde foi considerado necessário, para a expulsão de ar do interior das tubulações, bem como as localizações das descargas de fundo a serem instaladas nos pontos baixos das linhas, para esvaziamento do trecho, se necessário, estão indicadas nos desenhos de planta e perfil longitudinal de cada sifão invertido.

Os locais onde serão instaladas as bocas de visita, para inspeção do interior das tubulações, foram definidas na fase de projeto executivo, sendo, para isso, prevista a colocação desse dispositivo a cada 500 m, no máximo, conforme já exposto anteriormente.



Figura 11 - Detalhe da construção do Sifão Mogeiro com três linhas de aço no diâmetro de 1,90m cada e vazão total de 10 m³ por segundo.

6 Alterações do Projeto executivo em Relação ao Projeto básico

Dentre as adaptações normais de um projeto básico, em relação ao projeto executivo, devido à maior precisão da base cartográfica e informações geotécnicas e consequentes modificações geométricas determinadas pela complexidade hidráulica do sistema, considerando também os inevitáveis avanços tecnológicos, se destaca no Projeto Básico do Canal Acauã Araçagi - Adutor Vertentes Litorâneas a pequena declividade do mesmo, com um valor médio de 3 cm por quilometro, em função do pequeno desnível disponível, o que exigiu cuidados especiais na elaboração dos serviços topográficos para o projeto.

Considerando os "Critérios e Diretrizes adotadas para a Elaboração

do Projeto Executivo" são apontadas as seguintes revisões e modificações que foram consideradas no Projeto Executivo do Lote A: 1 As tomadas de água para uso difuso constantes do Projeto Básico foram modificadas considerando a possibilidade de novos usuários a serem beneficiados com este tipo de abastecimento, bem como outras captações para a serem adotados para o abastecimento de água das cidades da região; 4 As curvas cota x área x volume dos reservatórios de Acauã, Araçagi, Gurinhém e Camaratuba foram verificadas, considerando-se a importância dos mesmos para o amortecimento de enchentes e para a operação do sistema adutor; 5 O projeto das estruturas de controle do Canal Acauã Araçagi foi reestudado; 6 Foi previsto acesso ao local das válvulas dispersoras instaladas a jusante das barragens; 7 Foi estudada a necessidade ou não de inclusão de uma ranhura independente da ranhura da grade para as comportas encaixadas na entrada das tomadas de derivação das barragens; 9 e O projeto do sistema de drenagem superficial foi

revisto, procurando-se sempre que possível diminuir o número de obras de cruzamento sob o canal. **10** Foi realizado estudo de alternativas para os projetos dos túneis previstos no Projeto básico em função de novas informações sobre a geologia e novas sondagens nos locais de construção dos mesmos, encontrando-se uma solução mais econômica e tecnicamente mais segura, que levou a se descartar o uso dos túneis previstos, porém elevando a extensão total do canal de 112,4 km para 132 km.

7. Dimensionamento do Sistema de Adução Acauã/Araçaji

7.1 Diretriz do Sistema Adutor

A diretriz geral do sistema adutor, partindo de Acauã, ao Sul, e chegando até o rio Camaratuba, ao Norte do Estado da Paraíba, desenvolve-se em sentido nordeste nos primeiros 40 km, para então tomar definitivamente o sentido norte, até o seu ponto final, após percorrer 112,443 km.

Nesse trajeto, composto pelos já descritos Trechos I, II e III, a diretriz apresenta 183 vértices, sendo que as coordenadas dos pontos de inflexão (PI), pontos de centro de curva (CC), pontos de tangência de início e final de curva (PT e PF), bem como os elementos de curvas (raio, ângulo central, desenvolvimento e tangente) estão apresentados em planta, na escala de 1:5.000.

Ao longo de todo o traçado, o sistema adutor atravessa inúmeros vales de bacias e sub-bacias hidrográficas e, em 5 deles, o transporte de água deixará de ser feito em canal aberto, passando a realizar-se em seção fechada, sob pressão, por meio de tubulações de aço em sifão invertido. Um outro sifão invertido será utilizado para transpor a rodovia BR-230, conforme já descrito anteriormente, totalizando, assim, os 6 sub-trechos em sifão. Inicialmente foram previstos dois pequenos trechos em túnel adutor, em regiões onde essa solução se mostrou técnica, econômica e ambientalmente necessária, principalmente em razão das grandes profundidades de escavação (da ordem de 30 m) que seriam necessárias, caso se optasse pela solução em canal, nesses locais, e isto numa região de terras com boa aptidão agrícola e com vários povoados.

Como se pode observar, a definição da diretriz do sistema adutor levou em consideração os aspectos topográficos, hidrográficos, geológico-geotécnicos e de ocupação urbana e rural, bem como a existência de açudes já prontos, que pudessem compor o sistema previsto de transporte de água/local de reserva temporária. Entretanto, somente o Açude Araçaji pôde ser aproveitado nessa diretriz, assim como nas demais alternativas de traçado já estudadas. Este fato, obrigará à construção de mais duas barragens na região, sendo um na bacia hidrográfica do rio Gurinhém e o outro na do rio Camaratuba., barragens estas essenciais para a operação adequada do canal.

7.2 Perfil Longitudinal

O perfil longitudinal de todo o caminhamento do sistema adutor, está mostrado em detalhe nas escalas

horizontal de 1:5.000 e vertical de 1:500. A cota do fundo do canal, no início do sistema adutor, à saída da tomada d'água de Acauã, é 105,25 m e, ao final, próximo ao rio Camaratuba, junto à estrutura de saída final localizada na estaca 112+423, é 93,52 m, o que representa um desnível de apenas 11,73 m, entre esses dois extremos.

Esse perfil foi traçado buscando-se, sempre, minimizar e equilibrar as quantidades de cortes e aterros, principalmente com relação às escavações em rocha, visto que o traçado do sistema adutor se desenvolve, obrigatoriamente, por regiões onde predominam as rochas cristalinas, que, muitas vezes, se apresentam aflorando ou com pequena camada de recobrimento de solos.

7.3 Controle Operacional e Sistema de Automação

O Eixo de Integração da Planície Costeira Interior constitui-se num sistema adutor de água bruta, com a função principal e predominante, de transportar a água, transferindo os volumes necessários, para serem utilizados a partir dos açudes existentes ou a serem construídos em outras regiões.

Essa concepção, e considerando que o canal terá um funcionamento hidráulico regular, com regime permanente e uniforme, na maior parte do tempo, simplifica bastante a sua operação e a necessidade de controle das vazões ao longo do canal. Posteriormente, à medida que houver retirada de água no percurso, estruturas de controle de vazões terão que ser incluídas no sistema agora projetado.

Foi proposto um controle centralizado, localizado junto à tomada d'água em Acauã, caracterizando o Centro de Controle de Operações - CCO desse sistema adutor, que estará interligado com a sede da AESA, em João Pessoa, que é o órgão gestor das águas do Estado da Paraíba.

Nesse Centro de Controle de Operações, o operador atuará, ao mesmo tempo, nas variáveis de controle abertura e fechamento de comportas e vazões de admissão, com base nas informações recolhidas ao longo de todo o sistema adutor, quanto aos níveis dos vários segmentos de canal e às vazões requeridas. E esse sistema de automação servirá, também, para se fazer a vigilância patrimonial, nos pontos que se queira.

7.4 Dimensionamento Hidráulico

Nos dimensionamentos hidráulicos dos canais adutores, túneis adutores e sifões invertidos que compõem o Sistema Adutor Açude Acauã - Rio Camaratuba, foram adotadas as seguintes vazões máximas:

- 10,0 m³/s, para o Trecho I, que vai do Açude Acauã ao rio Gurinhém;
- 6,5 m³/s, para o Trecho II, que vai do rio Gurinhém ao Açude Araçaji, no rio Mamanguape; e
- 2,5 m³/s, para o Trecho III, que vai do Açude Araçaji ao rio Camaratuba.

Inicialmente, foram avaliadas diversas declividades para o canal adutor, com suas respectivas velocidades, tendo-se optado, em função dos estudos preliminares de volumes de cortes de aterros envolvidos, por adotar uma velocidade máxima de ordem de 0,50 m/s, correspondente à declividade de 2,78 cm/km. Essa avaliação preliminar foi feita para o Trecho I e verificada, em seguida, para os demais trechos.

Estabelecida essa velocidade máxima para o escoamento, e sabendo-se que resultaria em baixas inclinações longitudinais para o fundo do canal, definiu-se que a crista, ou borda do canal seria mantida sempre em nível, nos 8 sub-trechos, ou segmentos de canal, delimitados por sifões intermediários. Fixou-se, então, em 0,70m o valor mínimo da borda-livre, o que, para os segmentos com alguma inclinação de fundo, deverá ocorrer somente ao início do trecho.

O canal adutor, em todos os seus segmentos, terá seção trapezoidal, com taludes laterais inclinados na razão de 1,5 (H):1,0 (V). e, no seu dimensionamento hidráulico, foi adotada a formulação de Manning $V = (1/n) \times R^{2/3} \times i^{1/2}$, para escoamento livre e uniforme, sendo: V, a velocidade de escoamento (m/s); N, o coeficiente de Manning (função da rugosidade); Rh, o raio hidráulico (m); i, a inclinação do fundo do canal (m/m).

Nesse dimensionamento, foi utilizado um coeficiente de Manning (n) de 0,014 (superfície de concreto desempenada), considerando que o canal será integralmente revestido de concreto, com boa conformação e qualidade de acabamento superficial. A baixa velocidade estabelecida,

associada aos elevados padrões tecnológicos de dosagem, fabricação e aplicação de concreto não deverá provocar erosões superficiais que gerem alterações significativas neste coeficiente de rugosidade, mesmo em longo prazo.

Assim, é que, para os Segmentos 1 a 4b, do Trecho I, cuja vazão de dimensionamento é de 10,0 m³/s, com uma inclinação do fundo do canal (i) de 2,78 cm/km, a seção de escoamento do canal terá as seguintes dimensões: 3,20 m de largura de base, ou fundo; 2,75 m de altura de lâmina d'água; e largura de boca de 11,45 m. resultando, desse modo, em altura do fundo até a borda de 3,45 m, no início de cada um dos 5 sub-trechos em canal. Sendo essa altura (do fundo até a borda) crescente ao longo de cada sub-trecho até atingir o valor máximo no final do mesmo. Valor esse que será de 3,53 m, 3,82 m, 4,02 m, 3,53 m e 3,54 m, para os Segmentos 1, 2, 3, 4a e 4b.

Para o Segmento 5, com uma inclinação do fundo de 3,71 cm/km, e para os Segmentos 6 e 7, ambos com o fundo do canal em nível, do Trecho II cuja vazão de dimensionamento é de 6,5 m³/s, a seção de escoamento terá as seguintes dimensões: 2,55 m de largura de fundo; 2,20 m de altura da lâmina d'água; e largura de boca de 9,15m. Resultando, assim, em altura do fundo até a borda de 2,90 m, no início dos três sub-trechos em canal, indo atingir o valor de 3,12 m no final do Segmento 5, e mantendo o valor de 2,90 m até o final dos Segmentos 6 e 7, que têm o perfil longitudinal do fundo em nível.

Já, para o Segmento 8, do Trecho III, cuja vazão de dimensionamento é de 2,5 m³/s, com perfil longitudinal do fundo em nível, as dimensões da seção de escoamento serão:

1,60 m de largura de fundo; 1,40 m de altura de lâmina d'água; e 5,80 m de largura de boca. Resultando numa altura total (do fundo do canal até a sua borda) de 2,10 m.

Os dois túneis adutores (Túnel 1 e Túnel 2) localizam-se no Trecho II do sistema adutor, cuja vazão de dimensionamento é de 6,5 m³/s. No seu dimensionamento hidráulico, foi considerado que os mesmos não estarão submetidos a pressões, ou seja, que haverá uma altura livre em sua parte superior. Dessa forma, então, a formulação de Manning para escoamento livre pode ser usada com sucesso, em seu dimensionamento hidráulico, considerando o escoamento permanente e uniforme.

O túnel terá seção em arco-retângulo e será escavado integralmente em rocha, sendo adotada uma vazão máxima de escoamento de 0,50 m/s, em seu dimensionamento. E considerou-se ainda, no seu dimensionamento, que 60% da superfície do túnel será tratada com concreto projetado e 40% permanecerá em rocha nua, sem tratamento, o que resultou num coeficiente de Manning (n), equivalente, de 0,030.

Nessas condições, fixando-se a declividade do túnel em 16,53 cm/km e, limitando-se a altura da lâmina d'água em 0,75D, ou seja, em 2,20 m, a seção do Túnel 1 terá 5,90 m de largura, 2,90 m de altura total e 6,57 m de raio do arco superior. Já para o caso do Túnel 2, cujo perfil longitudinal do fundo foi estabelecido em nível, a lâmina d'água terá uma altura de 2,33 m, e as dimensões da sua seção: 5,90 m de largura; 3,03 m de altura total; e 6,57 m de raio do arco superior.

Para o dimensionamento dos sifões invertidos, foi

utilizado o princípio do teorema de Bernouilli, sendo necessário calcular a perda de carga. Foram consideradas as perdas de carga contínuas, por atrito, e as localizadas, nas singularidades mais importantes, como na entrada e saída do sifão, e nas curvas verticais. As perdas de carga nas curvas horizontais foram desprezadas, pois os raios utilizados são grandes e as curvas suaves.

Para o cálculo das perdas de carga contínuas, nas tubulações dos sifões, foi utilizada a fórmula $h_f = f * (L / D) * (V^2 / 2g)$, sendo: L, comprimento do sifão (m); D, diâmetro do sifão (m); V, velocidade do escoamento (m/s); g, aceleração da gravidade (m²/s); e f, parâmetro que depende do tipo de escoamento.

O tipo de escoamento é determinado pelo número de Reynolds e pela rugosidade relativa do tubo. O parâmetro f pode ser obtido do diagrama de Moody, ou a partir das seguintes formulações, sendo $\epsilon = 0,0001m$, a rugosidade absoluta adotada para os condutos de aço:

$$Re < 2000 - \text{Laminar} - f = 64 / Re$$

$$Re < 23 / (e / D) - \text{Turbulento Liso} - f = 0.316 / (Re^{0.25})$$

$$Re < 560 / (e / D) - \text{Transição} - f = 1 / (1.8 * \text{LOG} (Re / (Re * e / (10 * D) + 7)))^2$$

$$Re > 560 / (e / D) - \text{Turbulento Rugoso} - f = 1 / (2 * \text{LOG} (3.7 * D / e))^2$$

As perdas de carga localizadas foram calculadas pela expressão $\Delta h = k * (v^2 / 2g)$, sendo: Δh , a perda

de carga singular (m); k, o coeficiente de perda de carga, adotado como 0,5 nas entradas e 1,0 nas saídas. No caso das curvas, esse coeficiente k foi determinado em função do ângulo de deflexão da curva.

Assim, adotando-se esses critérios, e impondo-se que a perda de carga total não ultrapasse o valor de 0,50 m/km, o que é desejável em razão da altitude de chegada ao final do sistema adutor, na região do rio Camaratuba, o dimensionamento de cada sub-trecho em sifão resultou:

- **Sifão Surrão** - 3 linhas de tubulação com diâmetro interno de 1,90 m, para uma vazão máxima de 10,0 m³/s, resultando numa velocidade de escoamento de 1,18 m/s, e correspondendo a uma perda de carga contínua de 0,444 m/km.
- **Sifão Mogeiro** - 3 linhas de tubulação com diâmetro interno de 2,10 m, para uma vazão máxima de 10,0 m³/s, resultando numa velocidade de escoamento de 0,96 m/s, correspondente a uma perda de carga contínua de 0,269 m/km; (por ser relativamente curto, as perdas localizadas serão significativas em relação à perda contínua).
- **Sifão Curimataú** - 3 linhas de tubulação com diâmetro interno de 1,90 m, para uma vazão máxima de 10,0 m³/s, resultando numa velocidade de escoamento de 1,18 m/s, correspondendo a uma perda de carga contínua de 0,444 m/km;
- **Sifão BR-230** - 3 linhas de tubulação com diâmetro interno de 1,90 m, para uma vazão máxima de

10,0 m³/s, resultando numa velocidade de escoamento de 0,96 m/s, correspondente a uma perda de carga contínua de 0,269 m/km;

- **Sifão Gurinhém** - 2 linhas de tubulação com diâmetro interno de 1,85 m, para uma vazão máxima de 6,5 m³/s, resultando numa velocidade de escoamento de 1,21 m/s, correspondendo a uma perda de carga contínua de 0,484 m/km; e
- **Sifão Araçagi** - uma linha de tubulação com diâmetro interno de 1,70 m, para uma vazão máxima de 2,5 m³/s, resultando numa velocidade de escoamento de 1,10 m/s, o que corresponde a uma perda de carga contínua de 0,486 m/km.

7.5 Detalhes da Seção Transversal do Canal Adutor

O canal adutor terá uma seção hidráulica de geometria trapezoidal, integralmente revestida e impermeabilizada com a utilização de uma manta impermeável de Polietileno de Alta Densidade - PEAD, com dupla texturização e com espessura de 1 mm. Sobre essa manta, será aplicada uma laje de concreto não armado, com espessura de 7 cm e Fck 15 MPa, de modo a compor uma proteção mecânica e a fixação da manta.

De forma a melhor controlar as tensões oriundas da retração/dilatação, essa laje de concreto terá juntas de contração transversais espaçadas de 3,0 m, o que permitirá um bom controle de fissuras. Terá, ainda, juntas de contração longitudinais, sendo



Figura 12 - Trecho do Canal em Construção.



Figura 13 - Detalhe do Canal em construção vindo-se do lado esquerdo uma vala para fixação do revestimento de polietileno de alta densidade, PEAD.

uma em cada talude do canal, construídas a um terço da altura do canal, com relação ao fundo, além de juntas de dilatação executadas transversalmente, com um afastamento de 30 m.

Nos trechos em canal escavados em rocha, ou onde o nível do lençol freático o exigir, embora o canal possa estar escavado em solo, será necessária a construção de dreno de alívio, longitudinalmente ao canal, com função de proteção contra as sub-pressões. Esse sistema de drenagem será constituído de um tubo de dreno de PVC Ø

300mm, perfurado, colocado sob o fundo do canal e envolvido por material drenante. Sendo que, o escoamento das águas drenadas será por gravidade, com o lançamento em geral efetuado no bueiro mais próximo.

As laterais do canal, quer a seção seja em aterro, quer seja em corte (em solo ou rocha), terão plataformas de 3,50 m de largura útil, com revestimento primário, constituindo estradas de apoio para a construção e, posteriormente, para o acesso de operação e manutenção do canal. No caso do canal em corte,

essa largura útil será acrescida de 0,70 m, para colocação da canaleta de drenagem.

Na seção do canal com corte em solo, além dessas plataformas laterais com 4,20 m de largura (3,50 + 0,70 da canaleta de drenagem), haverá taludes de escavação com a inclinação de 1,5 (H):1,0 V. com banquetas de 3,70 m de largura, incluindo aí a canaleta de drenagem com 0,70 m, a cada 6,0 m de altura de escavação. Sendo os taludes de escavação protegidos com o plantio de gramíneas da região.

Na seção do canal com corte em rocha, foi adotada a mesma seção hidráulica, com as duas plataformas laterais de 4,20 m de largura, porém os taludes de escavação terão inclinação de 0,50 (H):1,0 (V), com banquetas de 3,70 m de largura, também incluindo a canaleta de drenagem, a cada 6,0 m de altura de escavação.

Na seção do canal em aterro, as duas plataformas laterais terão 3,50 m de largura, com revestimento primário, e os taludes do aterro terão inclinação de 1,5 H:1,0 V, sendo revestidos com cascalho ou material proveniente das escavações obrigatórias em rocha.

A adoção de uma plataforma com largura de 3,5m, junto à seção hidráulica, bem como de banquetas com largura de 3,7 m, se deveu à necessidade da diminuição dos grandes volumes de aterros e de cortes envolvidos no projeto, que, por procurar transportar as águas ao longo de 112 km, apenas por gravidade, exigiu, em muitos trechos do traçado, a adoção de alturas médias significativas de aterros e cortes.

7.6 Túneis Adutores

Os tuneis adutores foram previstos no Projeto Básico e posteriormente descartados no projeto executivo, porem informamos a seguir como seriam suas características principais

No Trecho II do Sistema Adutor Açude Acauã - Rio Camaratuba seriam construídos dois túneis adutores, denominados Túnel 1 e Túnel 2, com 2.680 m e 790 m de comprimento, respectivamente, o que totalizariam 3.470 m de túneis neste projeto. Ambos foram dimensionados para aduzir a vazão de 6,5 m³/s.

O Túnel 1, situado entre as estacas 61+235 e 63+915, com inclinação longitudinal de 16,5 cm/km e tendo uma seção arco-retângulo de 5,90 m de largura e 2,90 m de altura, seria escavado em rocha que, mostrou-se um material de pobres características geológico-geotécnicas.

No emboque de montante, o teto do Túnel 1 estaria na profundidade de 21,1 m, com relação ao terreno natural, em rocha gnáissica decomposta/solode alteração, sem a presença de água, com cobertura de cerca de 11,0 m do mesmo material e mais 10,0 m de solo. Já no emboque de jusante, o teto do Túnel 1 estaria na profundidade de 29,6 m, em rocha gnáissica/migmatítica medianamente alterada, com nível d'água a 7,0 m de profundidade, e com cobertura de 6,6 m deste mesmo material, mais 6,5 m de rocha decomposta e outros 17,0 m de solo.

Assim, pelo lado de montante, a construção desse Túnel 1 requeria um tratamento, mas complexo e caro, determinado pela aplicação do tratamento Classe

V, denominado "Túneis 1 e 2 - Tratamentos Previstos". Já, pelo lado de jusante, a situação está mais favorável, pois tem-se uma cobertura de 2,3D de rocha de qualidade adequada, acima do teto do túnel, sendo D a altura da seção do túnel. Podendo-se, então, aplicar um tratamento mais simples e menos dispendioso, referente às Classes II e III mostradas no citado desenho do projeto.

Em linhas gerais, os tratamentos Classes II e III constam de: ancoragens passivas, sistemáticas e eventuais, com barras de aço CA-50A Ø 25mm, de 3,80 m de comprimento; concreto projetado em camada única de 5cm (Classe II) ou de 10cm (Classe III) de espessura; e drenos de Ø 45mm e comprimento de 0,50 m, perfurados na rocha, onde aplicado o concreto. Enquanto que o tratamento Classe V, além dessas aplicações, porém em maior quantidade (exige que o concreto projetado tenha espessura de 20 cm ou 25 cm, em 3 camadas), requer também emprego sistemático de telas metálicas e de cambotas metálicas a cada avanço de execução, além de eventual execução de arco invertido, em concreto.

O Túnel 2, situado entre as estacas 81+070 e 81+860, com perfil longitudinal em nível e tendo uma seção arco-retângulo de 5,90 m de largura e 3,03 m de altura, também será escavado em rocha constituída por material de baixa qualidade geológico-geotécnica, de acordo com os dois furos de sondagem mista realizados respectivamente nos emboques de montante e de jusante do túnel.

No emboque de montante do Túnel 2, o seu teto estaria na profundidade de 19,2 m, em rocha gnáissica/migmatítica

7.7 Sifões Invertidos

decomposta/solo de alteração, sem presença de água, com cobertura de 9,0 m do mesmo material e mais 10,0m de solo, necessitando da aplicação de um tratamento Classe V. Já, no emboque de jusante desse Túnel 2, o teto estaria na profundidade de 20,4 m, em rocha gnáissica decomposta/solo de alteração, sem presença de água, com cobertura de apenas 5,90 m do mesmo material e mais 14,50m de solo, o que indicaria também a necessidade de um tratamento Classe V.

Em qualquer caso, nos seus 50m iniciais, descontando-se a estrutura de concreto de controle operacional dos emboques de montante e jusante do túnel, os túneis deverão ser revestidos com concreto estrutural, armado com tela soldada, sendo previsto revestimento de 0,30 m de espessura e $f_{ck}=25\text{MPa}$.

Desse modo, e ainda a favor da segurança, para efeito de se elaborar os orçamentos desses túneis, decidiu-se considerar, neste projeto, que a execução dos Túneis I e II atenderá à seguinte situação: 30% das escavações em maciço rochoso de Classe II; 30% em Classe III; e 40% em Classe V.

Nos emboques de montante e jusante dos túneis adutores, haveria uma estrutura de controle, em concreto, com dois vãos de 2,60m x 2,90m, nos quais a passagem da água seria controlada por comportas planas verticais. Cada estrutura de controle seria dotada ainda de comportas ensecadeiras (stoplogs) e grades de proteção, além de um conjunto talha/trolley motorizado para movimentação dos painéis de stoplogs e das grades.

A passagem dos vales das bacias e sub-bacias hidrográficas, será efetuada com a utilização de sifões invertidos, sendo para isso, construídos 5 sifões denominados Surrão, Mogeiro, Curimataú, Gurinhém e Araçagi, na ordem em que aparecem ao longo do Eixo de Integração. Haveria ainda, um sexto sifão, localizado no trecho entre os sifões Curimataú e Gurinhém, para fazer-se a travessia da rodovia BR-230.

Esses sifões serão constituídos de tubulações de aço, montadas com chapas calandradas tipo COS-AR-COS 400 ou USI SAC 300, de 6,3mm de espessura, sendo esse dimensionamento da espessura das chapas feito através da teoria das membranas. Os aços do tipo especificado, em virtude de sua alta resistência

à corrosão, têm, como maior vantagem, uma diminuição substancial da frequência de manutenção das tubulações, com um aumento significativo na vida útil, principalmente quando expostas ao tempo.

Em sua maior extensão, as tubulações foram instaladas em valas abertas em solo, ou rocha, e apoiadas em um colchão de areia compactada, sendo posteriormente recobertas com aterro. Em trechos restritos, poderá estar envolvida em aterro. E, no caso das travessias dos leitos dos rios e riachos principais, onde necessário, o sifão ficará apoiado em uma estrutura de concreto suspensa em pilares de altura variável, com viga de coroamento, ao estilo de estruturas de pontes, porém sem o tabuleiro. Havendo ainda, nesse caso, a construção de blocos de ancoragem nos locais que foram indicados no projeto.



Figura 14 - Detalhe do Sifão Mogeiro com a estrutura de transição concluída.

Nas travessias de rodovias, as tubulações do sifão invertido deveriam passar a uma profundidade tal que haja diminuição do risco de “ovalização”, dispensando a necessidade do envelopamento de concreto. O mesmo deverá ser feito na travessia de cursos d’água e em áreas de nível freático elevado, de forma a minimizar o risco de flutuação das tubulações. Para tanto, recomenda-se um recobrimento mínimo de 3,0 m, com aterro.

Para possibilitar a visita ao interior da tubulação, foi prevista a implantação de “bocas de visita”, com espaçamento médio não superior a 500 m, o que dá um raio de ação de 250 m, para a entrada de homem visando inspeção e manutenção, quando necessário. Esse espaçamento foi utilizado no projeto de modo a não onerar demasiadamente e, embora possa parecer excessivo, pode ser adotado, contanto que a equipe de manutenção disponha de equipamento portátil de ventilação/exaustão forçada a ser utilizado em pontos adequados.

Para possibilitar que o ar acumulado no interior da tubulação escape para a atmosfera, permitindo um funcionamento hidráulico correto, previu-se a instalação de ventosas DN 200mm, de tríplice função, com flange, em pontos adequados do perfil longitudinal da tubulação, ou seja, nos pontos altos, onde necessário.

Para permitir o esvaziamento da tubulação, quando necessário, foram previstas descargas de fundo DN 300mm, cujas localizações estão indicadas no desenho do perfil longitudinal de cada sifão invertido. Sendo que, nesse perfil longitudinal, encontram-se indicados, também os locais de instalação de ventosas.

8 Interferências com o Sistema Viário

8.1 Interferências com Rodovias Federais e Estaduais

O sistema adutor interfere com uma rodovia federal (BR-230) e 4 rodovias estaduais (PB-408, PB-054, PB-073 e PB-057), ao longo de todo o seu traçado.

O primeiro local de interferência encontra-se no Trecho I do sistema adutor, no subtrecho de tubulação em sifão denominado Sifão Mogeiro, e trata-se da travessia da rodovia estadual PB-408, no trecho de interligação Itabaiana - Ingá, aproximadamente na progressiva, ou estaca, 20+700. E, nesse ponto, a passagem deverá ser feita com as tubulações (3 linhas de Ø 1900 mm) enterradas, devendo-se ter recobrimento de solo suficiente para não haver necessidade de envelopamento das tubulações, em concreto.

Também no Trecho I, porém no subtrecho em canal denominado Segmento 3, ocorre

a segunda interferência. Aí, na estaca 32+496, o traçado corta a rodovia estadual PB-054, que liga Itabaiana à BR-230. Nesse ponto, prevê-se a passagem por sob o leito da estrada, por meio de galeria de concreto.

A terceira interferência também se localiza no Trecho I, aproximadamente na estaca 45+390. É a rodovia federal BR-230, que interliga as cidades de João Pessoa e Campina Grande, para cuja travessia projetou-se um sifão invertido, denominado Sifão BR-230. E, nesse local, a passagem deverá ser feita com as tubulações (3 linhas de Ø 2100 mm) instaladas em uma galeria retangular com espaço suficiente para as operações de manutenção

A quarta interferência ocorre no Trecho II, no subtrecho em canal denominado Segmento 5, onde o traçado do canal corta a rodovia estadual PB-073, na interligação entre as cidades de Sapé e Mari. E, aí, na estaca 58+483, a passagem deverá ser feita sob o leito da estrada, com utilização de galeria de concreto, construída a mais de 15 m de profundidade.

A quinta e última interferência com rodovia encontra-se no Trecho III do sistema adutor, no subtrecho de tubulação em sifão



Figura 15 - Travessia da Br-230 no trecho entre a entrada de Sapé e a cidade de Cajá.



Figura 16 - Travessia por estrada secundária, mostrando a grande altura do corte e dos aspectos de proteção de talude.

denominado Sifão Araçagi, onde, aproximadamente na estaca 100+840, o traçado da adutora interfere com a rodovia estadual PB-057, no trecho em que esta interliga as cidades de Itapororoca e Araçagi. Prevê-se que, nesse ponto, a passagem deverá ser feita com a tubulação (uma linha de \varnothing 1700 mm) enterrada e com recobrimento de solo suficiente, para não ser preciso fazer o seu envelopamento em concreto.

8.2 Interferências com Ferrovias

O traçado do sistema adutor interfere com ferrovias, em dois locais, ao longo de todo o seu caminamento.

O primeiro local de interferência encontra-se no Trecho I do sistema adutor, no subtrecho em canal denominado Segmento 2. Nesse local, na estaca 16+033, o traçado do canal corta a ferrovia que une Itabaiana à Campina Grande, e a passagem deverá ser feita por sob a ferrovia, por meio de galeria de concreto, construída a mais de 15 m de profundidade. Para tanto, na construção deste sistema adutor, na etapa de projeto executivo deste

empreendimento, foi elaborado um projeto para se fazer o desvio de um pequeno trecho desta ferrovia, retomando-se o seu percurso original após a conclusão das obras da galeria e o seu reaterramento.

A segunda interferência com ferrovia ocorre no Trecho II, no subtrecho em canal denominado Segmento 5, onde o traçado do canal corta a ligação entre as cidades de Sapé e Mari. Aí, nesse local, situado na estaca 58+185, a passagem foi prevista sob a ferrovia, por meio de galeria de concreto, construída a cerca de 22 m de profundidade.



Figura 17 - Detalhe do corte para travessia pela Linha Férrea.

8.3 Estradas de Serviço

As estradas de serviços foram projetadas para permitir o trânsito de veículos e equipamentos de construção e montagem do sistema adutor, sendo aproveitados a faixa de domínio dos canais e de servidão dos sifões, quanto o traçado das estradas e caminhos existentes.

8.4 Sistema Viário de Operação e Manutenção

O sistema viário de operação e manutenção do sistema adutor terá duas vias laterais ao traçado do canal, sobre as bermas laterais, sendo uma de cada lado do mesmo. Já nos trechos de adutoras em sifão, foi implantada uma única via ao lado do traçado das tubulações, dentro da faixa de servidão estabelecida no projeto, construindo-se passagens molhadas nas travessias de rios e riachos, quando necessárias.

As vias localizadas em cada lado do canal, conforme indicado no projeto, terão 3,5m de largura, enquanto que a via lateral às adutoras terá 6

m de largura, devendo ambas serem revestidas com piçarra, ou outro material equivalente disponível na região.

9. Antecedentes Ambientais do Canal Acauã-Araçagi

O processo de licenciamento ambiental do Projeto do Canal Acauã-Araçagi que deu origem às licenças ambientais LICENÇA PRÉVIA Nº 1259/2010 e LICENÇA PRÉVIA Nº 524/2011 teve início no ano de 2008, durante a administração do governo Cássio Cunha Lima, quando o Governo do Estado recebeu o Projeto do Canal enviado pelo Ministério da Integração Nacional, e de acordo com a seguinte cronologia:

- Em 15/07/2008 a AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) encaminha o requerimento do CERTOH;
- Em 18/07/2008, em atenção à solicitação da Secretaria de Infraestrutura do Estado da Paraíba, o consórcio ARCO Projetos/RCA Engenharia, encaminham à SUDEMA o Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente e os Estudos de Impacto Ambiental para análise, para serem anexados ao processo de licença prévia nº 2008-003035/TEC/LP-0051, através da Carta Arco 047/2008;

- Em 04/08/2008, em atenção à solicitação da Secretaria de Infraestrutura do Estado da Paraíba, o consórcio ARCO Projetos/RCA Engenharia, encaminham à SUDEMA uma via do Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente e duas vias do Tomo III, Estudo de Impactos no Meio Ambiente para serem anexados ao processo de licença prévia nº 2008-003035/TEC/LP-0051;
- Em 05/08/2008 a SUDEMA torna público no Diário Oficial do Estado, que recebeu da SECTMA (Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia, do Meio Ambiente) o Estudo Ambiental e o respectivo RIMA do Projeto do Sistema Adutor Acauã-Araçagi sob o nº de processo 3035/2008;
- Em 01/09/2008 o Governo do Estado envia à ANA (Agência Nacional das Águas) o Documento de Outorga nº 026/2008, Processo 345/08, emitido pela AESA;
- Em 03/09/2008 o Governo do Estado encaminha ao Ministério da Integração Nacional, a Carta GG nº 217 que encaminha o 1º Plano de Trabalho para obtenção de recursos para a construção do trecho 1, partindo do açude Acauã, estaca 0, até o desemboque do rio Gurinhém, estaca 48+740;
- Em 04/09/2008 o COPAM emite o Ofício Circular nº 016/2008 convocando os membros do COPAM para a 449ª Reunião Ordinária, onde seria tratada a Licença Ambiental do Projeto do Canal Acauã-Araçagi;
- Em 04/08/2008, em atenção à solicitação da Secretaria de Infraestrutura do Estado da Paraíba, o consórcio ARCO Projetos/RCA Engenharia, encaminham à SUDEMA uma via do Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente e duas vias do Tomo III, Estudo de Impactos no Meio Ambiente para serem anexados ao processo de licença prévia nº 2008-003035/TEC/LP-0051;
- Em 09/09/2008 o COPAM se reúne nas instalações da CINEP para a apresentação do EIA/RIMA. Esta apresentação formal para o Conselho de Proteção Ambiental do Estado da Paraíba foi apresentada pelo engenheiro George Cunha, constando da apresentação os seguintes tópicos:
 - Apresentação do Projeto (Franklin Araújo, secretário de planejamento)
 - EIA/RIMA (Eng. George Cunha, ARCO Projetos)
 - Caracterização da área de influência do Projeto
 - Descrição dos impactos ambientais
 - Medidas mitigadoras e compensatórias
 - Programas de controle e de monitoramento ambiental
 - Prognóstico ambiental do projeto
 - Conclusão
- Em 24/10/2008 o Governo do Estado recebe da ANA o Ofício 1190/2008/SOF-ANA, solicitando a apresentação técnica do referido projeto nas suas instalações em Brasília;
- Em 18/11/2008 o Governo do Estado da Paraíba apresenta formalmente aos técnicos da ANA o projeto do Canal Acauã-Araçagi;
- Em 28/11/2008 o Governo do Estado realiza audiência pública na cidade de Mari para apresentação do projeto e dos estudos ambientais para obtenção da licença prévia, tendo

- como apresentador o Engenheiro George Cunha;
- Em 04/12/2008, a ANA envia o Ofício 1386/2008/SOF-ANA endereçado ao secretário de infraestrutura do Estado da Paraíba solicitando esclarecimento sobre o projeto;
 - Em 06/01/2009 a Secretaria do Estado de Infraestrutura convoca audiência pública, referente à execução das obras de construção do Canal Acauã-Araçagi, para ser realizada no dia 19/02/2009 no auditório da CINEP, tendo como apresentador o Engenheiro George Cunha;
 - Em 18/02/2009 o Governo do Estado fez uma apresentação do projeto a entidade de classe ASPLAN, Associação dos Plantadores de Cana do estado da Paraíba, tendo como apresentador o Engenheiro George Cunha;
 - Em 19/02/2009 a audiência pública que seria realizada no Cinep foi cancelada em virtude da saída do Governador do Estado, ocasionando também a saída do Secretário de Infraestrutura, que seria responsável pela condução dos trabalhos;
 - Em 21/09/2009 foi realizada audiência pública na CINEP para apresentação do projeto e de seus aspectos ambientais, tendo sido apresentada pelo Engenheiro George Cunha;
 - Em 22/03/2011 a Assembleia Legislativa do Estado promoveu a Palestra na Universidade Federal da Paraíba sobre a apresentação do projeto Acauã-Araçagi que teve a participação de mais de 500 pessoas, onde foram discutidos os aspectos de engenharia, econômicos, financeiros e ambientais com a comunidade acadêmica da UFPB. A apresentação do projeto foi feita pelo Engenheiro George Cunha;
 - Em 29/04/2011 a Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia enviou as informações solicitadas para a Superintendência de Outorga e Fiscalização da ANA;
 - Em 10/10/2011 a Agência Nacional das Águas concedeu à SERHMACT o CERTOH - Certificado de Outorga Hídrica das obras do canal Acauã-Araçagi.
- Como pode se verificar foi dada ampla divulgação das peculiaridades do projeto nos aspectos de engenharia, economia, social e ambiental não havendo por parte dos participantes qualquer questionamento que comprometesse a viabilidade ambiental do projeto, ao contrário, as perguntas eram feitas de forma a serem fornecidos maiores esclarecimentos e informações sobre o caminhar do eixo do Canal que tem 112,5 Km de extensão e foi posteriormente modificado para uma extensão de 132 Km.
- Com base nos esclarecimentos fornecidos e nos subsídios colhidos por ocasião das audiências públicas realizadas, a SUDEMA em 01/07/2010 emitiu a licença prévia LP nº 1259/2010 pelo período de 365 dias, tendo sua validade definida para o dia 01 de julho de 2011, com os seguintes condicionantes:
- Apresentar projetos executivos, projetos de paisagismo e projeto do canteiro de obra com as instalações hidrossanitárias quando da solicitação da Licença de instalações;
 - Apresentar certidão de uso e do solo dos municípios de inserção do projeto;
 - Solicitar Licença de instalação antes do início da obra;
 - Solicitar Licença ambiental para utilização das jazidas de empréstimo;
 - Cumprir com os programas e medidas mitigadoras;
 - Apresentar relatório do programa de reassentamento;
 - Apresentar autorização para limpeza de área, quando da solicitação da licença de instalação.
- Em 03 de maio de 2011, o Governo do Estado da Paraíba, através da SERHMACT - Secretaria Especial de Recursos Hídricos, Meio Ambiente, Ciências e Tecnologia, conseguiu a renovação da Licença Ambiental junto à SUDEMA, que em 03/05/2011 emitiu a licença prévia LP nº 524/2011 pelo período de 365 dias, tendo sua validade definida para o dia 02 de maio de 2012, com os seguintes condicionantes:
- Apresentar contrato para elaboração de

projetos executivos, projetos de paisagismo e projeto do canteiro de obra com as instalações hidrossanitárias quando da solicitação da Licença de instalação;

- Solicitar Licença de instalação antes do início da obra;
- Solicitar Licença ambiental para utilização das jazidas de empréstimo;
- Cumprir com os programas e medidas mitigadoras;
- Apresentar relatório do programa de reassentamento;
- Apresentar autorização para limpeza de área, quando da solicitação da Licença de instalação.
- Fica proibida a retirada de lenha e o corte de espécies vegetais existentes na área de reserva legal, de acordo com a Lei Federal nº 4.771/65;
- Obedecer às normas do SELAP - Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras;
- Manter esta licença, bem como cópia dos documentos relativos ao cumprimento dos condicionantes hora estabelecidos disponíveis a fiscalização da SUDEMA e aos demais órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA;
- O não atendimento aos condicionantes supra citados ficará o interessado passível das sanções previstas na legislação ambiental em vigor, bem como a licença ambiental anulada.

Como pode se verificar pela análise dos condicionantes da licença prévia emitida pela SUDEMA, as exigências requeridas foram usuais para este tipo de empreendimento.

Destacamos que uma obra de grande porte como esta do Canal Acauã Araçagi é uma obra de governo, iniciando na administração Cassio Cunha Lima e parrando pelas administrações de José Maranhão, Ricardo Coutinho e João Azevedo, estando as obras ainda em andamento com cerca de 75% das obras já implantadas, sendo 10% com recursos do Estado e 90% com recursos do Governo Federal.

física é a mais penalizada, apresentando uma ampla gama de impactos adversos incidindo tanto sobre o meio natural, quanto sobre o meio antrópico, o que é característico do tipo de empreendimento em pauta. A aplicação das MPA's torna o projeto favorável ao meio natural, o que se deve em grande parte à acumulação e distribuição de água numa região sujeita aos rigores da seca, ainda que não o faça plenamente para o meio antrópico, devido às questões emocionais que envolvem a relocação de contingentes populacionais.

10. Avaliação dos Impactos Ambientais - Acauã

Foi elaborada a matriz de identificação e avaliação dos impactos ambientais concernentes ao projeto do Eixo de Integração de bacias hidrográficas, localizado na Planície Costeira Interior do Estado da Paraíba. Os impactos foram lançados segundo as áreas de influência física e funcional do empreendimento.

Foram apresentadas, como componentes do projeto, as medidas recomendadas de proteção ambiental, que não constam originalmente do projeto, mas que foram incorporadas para fins de análise.

A área de influência



IMPACTO	DESCRIÇÃO
Erosão	<p>O regime dos ventos, a gravidade e a água são os agentes responsáveis pelo processo erosivo. Na área de implantação do sistema adutor constata-se que os fatores causadores também deste processo, são atualmente a ausência de vegetação em alguns trechos, como consequência do uso antrópico que se faz presente na área do Canal. Futuramente, na fase de instalação do empreendimento, o decapeamento para remoção da cobertura vegetal e do material geológico do local onde será construído o canal (escavação), bem como na fase de operação, alterações no regime do rio. A instalação dos canteiros de obra causará impacto sobre a qualidade das águas superficiais pelo aumento do carreamento de partículas sólidas devido às operações de escavação, cortes e aterros, as quais abrigam a formação de área de estocagem e bota fora. A atuação dos processos erosivos depende da temperatura das precipitações e da umidade relativa do ar, além da ocorrência de desníveis bruscos no terreno, gerados pela escavação, que cria novas superfícies desnudas e desprotegidas. A movimentação do solo tende a intensificar o processo erosivo ao desestruturar os solos e expor seus horizontes mais susceptíveis à erosão. Além disto a retirada da cobertura vegetal e a adoção de práticas inadequadas de manejo do solo contribuem para atuação cada vez mais intensa dos processos erosivos.</p>
Assoreamento	<p>Pode ocorrer devido a atuação dos processos erosivos ou ao arraste de sedimentos para drenagem.</p>
Alteração do perfil topográfico	<p>Diz respeito a conformação final do terreno ou mesmo às modificações existentes durante a escavação do terreno. Este fato é verificado por meio de bancadas e crateras produzidas durante as atividades de escavação, as quais podem persistir quando da conclusão do empreendimento. Além do aspecto visual, a geração de bancadas de cava pode causar acidentes com pessoas e animais.</p>
Inundações com consequente alteração da paisagem	<p>A área atual correspondente ao traçado do canal, futuro empreendimento que será implantado, será inundada.</p>
Movimento de massa	<p>Refere-se ao deslocamento dos materiais dentro do contexto da área, ou seja, durante a etapa de escavação. Na área em questão, este fenômeno será representado pelo material de decapeamento composto basicamente por solo orgânico e vegetação rasteira, bem como pelo material geológico escavado, os quais serão depositados em área apropriada para ser posteriormente utilizados na própria construção do canal ou então para recomposição de áreas degradadas.</p>
Perda de volume	<p>Impacto gerado pelas relações geométricas existentes na fase de escavação e também pelo decapeamento do terreno. O material geológico extraído não retornará ao local de origem, mas será aproveitado na construção da própria barragem ou então para recomposição das áreas degradadas, juntamente com as camadas de solo.</p>
Alteração do perfil de solo	<p>Deve-se à retirada da camada superficial de solo no decapeamento, bem como à exposição dos horizontes mais profundos, na fase de escavação. A instalação de canteiros de obra causará impactos sobre as características dos solos, pois a construção de edificações e a circulação de veículos e máquinas provocarão grande impacto, ao passo que a escavação de alicerces e fundações implicará a retirada e revolvimento de material.</p>
Escorregamento e queda de bloco e detritos	<p>Geralmente este impacto está condicionado à declividade do terreno. As técnicas de escavação do terreno utilizadas deverão ser adequadamente planejadas, a fim de manter a estabilidade das encostas e consequentemente, minimizarem os riscos de ocorrerem escorregamento.</p>

<p>Modificação no quadro hidrogeológico</p>	<p>A construção do canal e conseqüente formação de barramentos interferem no regime hidrogeológico, na medida em que influenciam, na conformação das zonas de recarga das águas subterrâneas. Dependendo das condições piezométricas existentes e da permeabilidade do material geológico, após a implantação do sistema adutor, pode ocorrer a alimentação do aquífero freático através da instauração de fluxos descendentes, resultando na elevação do nível da água do aquífero freático. Os recursos de águas subterrâneas situadas ao longo do traçado do sistema adutor estão representados pelos aquíferos sedimentares (Sistema Paraíba-Pernambuco e Aluvial) e pelo aquífero cristalino. O aquífero Paraíba-Pernambuco tem ocorrência restrita às áreas de tabuleiros, estando associado aos sedimentos do Grupo Barreiras. O aquífero Aluvial, por sua vez, encontra-se associado às várzeas dos principais eixos de drenagem interceptados pelo traçado do sistema adutor.</p>
<p>Modificação da permeabilidade do solo</p>	<p>Este impacto é decorrente de atividades acumuladoras de material sobre o solo nos depósitos de bota-fora, bem como a exposição de horizontes mais profundos oriundos do decapeamento/escavação ou, ainda, com a compactação superficial feita por meio do peso das camadas de materiais geológicos e pelo tráfego de veículos pesados. O impacto em questão pode revelar-se na área do sistema adutor de forma local, uma vez que a disposição do material decapeado/escavação será em local restrito na área, podendo haver a compactação do solo somente nos locais de tráfego de veículos pesados, ou seja, restrito às vias de acesso.</p>
<p>Assoreamento dos cursos d'água e alterações de morfologia</p>	<p>A construção de ensecadeiras para desvio de rios na área do sistema adutor, provocará impactos significativos sobre a qualidade das águas, especialmente devido ao lançamento de material terroso diretamente no leito do curso d'água, aumentando seu grau de turbidez; a deposição de sedimento em vários trechos do sistema adutor, provocando o assoreamento do leito e até mesmo modificando a morfologia do curso d'água de baixa prof.</p>

Quadro 6 - Descrição dos impactos ambientais - meio físico

IMPACTO	DESCRIÇÃO
<p>Alteração na qualidade da água</p>	<p>O barramento de cursos d'água para o sistema adutor acarretará alterações em seu regime hídrico, ocasionando modificações no ecossistema aquático em função principalmente da transformação do sistema lótico em lântico; do afogamento de restos vegetais e da lavagem do solo superficial na área de inundação e das alterações nas variações estacionais do nível da água.</p>
<p>Perda de vegetação florestal e pressão sobre o agreste sublitorâneo e sobre o cerrado</p>	<p>O impacto negativo primário da área de influência direta do sistema adutor pode ser dividido nos dois tipos de formações vegetais, com seus respectivos ecossistemas: Agreste Sublitorâneo e Cerrado. De um lado, este impacto é a perda de representantes da flora herbácea estacional, composta de plantas anuais ou vivazes, que se desenvolvem no período chuvosos, e outro arbustivo/arbóreo composto por espécies, na sua maioria xerófila (Agreste sublitorâneo). De outro ponto é a perda de representantes da flora herbácea, arbustiva e arbórea. Estas tipologias vegetais são predominantes na região interceptada pelo traçado do sistema adutor. Em função do processo de eliminação da flora terrestre, originada da limpeza da área destinada à implantação do sistema adutor, verificar-se-á o estreitamento da base genética das espécies vegetais nativas. Na medida que há uma supressão da vegetação, reduz-se a disponibilidade de fontes de alimentos, abrigo e refúgio para fauna terrestre, o que significa uma redução espacial de sua área de vida.</p>
<p>Ampliação da fronteira agrícola</p>	<p>Desenvolvimento da estratégia agrícola sustentável na região, priorizando a utilização de sítios já explorados, como áreas de pastagens degradadas. O sistema adutor a ser instalado deve evitar ocupação e devastação de novas áreas estimulando, assim, a recuperação das existentes.</p>
<p>Migração induzida da fauna terrestre local</p>	<p>A mobilização das equipes de trabalho e maquinário, durante a construção do sistema adutor provocará o afastamento das espécies, principalmente grupos mais sensíveis a ruídos, como mamíferos de médio e grande porte e de aves.</p>

Supressão de habitat da fauna durante a limpeza da área e enchimento do sistema adutor	Durante o desmate e enchimento do sistema adutor, ocorrerá o afastamento das espécies residentes, para outros habitats similares localizados em níveis superiores sobre as margens do sistema adutor, ocorrendo um rearranjo de seus territórios nos ambientes remanescentes.
Desequilíbrio das populações faunísticas	As populações faunísticas residentes nos remanescentes próximos à área de implantação do sistema indutor é consequente do afluxo da fauna migrante da área diretamente afetada.
Alterações das condições hidrodinâmicas	O projeto em foco é constituído por um Eixo de Integração de bacias hidrográficas, localizado na Planície Costeira Interior do Estado da Paraíba. O Eixo parte do rio Paraíba, ao sul, e integra as bacias dos rios Gurinhém, afluente do rio Paraíba pela margem esquerda, Mamanguape e seu afluente Araçagi, e o Camaratuba, já citado. Essa integração servirá à regularização do abastecimento d'água da região da Planície Costeira Interior, mediante o suprimento firme de água para o Açude Araçagi e para dois novos açudes a serem construídos nos rios Gurinhém e Camaratuba, a jusante do Eixo em foco. A mudança da hidrodinâmica de rios no curso do empreendimento, é um impacto ambiental importante, pois algumas espécies de ambiente lótico e exigentes de um teor elevado de oxigênio passam a ser prejudicadas, tendendo a diminuir ou desaparecer da área de influência direta do empreendimento. Enquanto outras, típicas de ambiente lêntico, de modo geral tendem a ser beneficiadas, sendo que sua população relativa deve aumentar.
Flutuação do nível da água	Com o sistema adutor a alteração artificial de nível da água que passa a se alterar de modo muito abrupto pois torna-se função da demanda, seja para abastecimento de água para uso urbano ou irrigação. A variação natural é estabelecida pelo ciclo de estações e ocorre de modo muito mais lento. Este impacto é negativo prejudicando a reprodução das espécies.
Contaminação por nutrientes e agrotóxicos	AS lavouras existentes e a serem implantadas utilizam, via de regra, uma série de produtos químicos: calcário para correção do solo; fertilizante contendo principalmente NPK ; agrotóxicos diversos de combate de pragas. Quando solúveis, estes elementos podem atingir o lençol freático e chegar ate os cursos d'água, afetando a vida aquática de modo geral.

Quadro 7 - Descrição dos impactos ambientais - meio biótico

IMPACTO	DESCRIÇÃO
Perdas de áreas produtivas	Indisponibilidade da parcela de terras que será ocupada pelo sistema adutor, seja em termos reais, nas áreas atualmente utilizadas para cultivo, seja em termos potenciais, supondo a possibilidade de uso futuro
Geração de emprego e renda e aumento de arrecadação de tributos	Geração de empregos diretos na construção do sistema adutor. Pode-se estimar algo em torno de 50 pessoas nas obras de construção, pelo período aproximado de 18 meses. Geração de tributos adicionais; surgimento de cadeias produtivas correlacionadas ao empreendimento; dinamização do comercio e serviços locais e aumento da circulação de riquezas.
Sobrecarga do sistema de atendimento de saúde	O número de pessoas estimadas que irão trabalhar nas obras do empreendimento por um período aproximado de 18 meses, poderá representar sobrecarga ao sistema de atendimento de saúde, especialmente as unidades de atendimento (postos de saúde, hospitais) mais próximas, não tanto pelo volume adicional de demanda, que será relativamente pequeno, mas pela precariedade das condições atuais destes serviços, havendo risco, de um lado, de deixar estes trabalhadores sem o0 adequado atendimento em caso de doença ou emergência, e de outro, aumentando a competição da população residente pelo precário serviço disponível, afetando negativamente suas condições de qualidade de vida.

Possibilidade de introdução de endemias	Incremento do numero de pessoas que irão trabalhar na área do empreendimento poderá acarretar a introdução de endemias.
Riscos de acidente com ofídios, insetos e outros animais peçonhentos	Incremento do risco de acidentes com ofídios, insetos e outros animais peçonhentos pela alteração da área do empreendimento. A fauna de répteis da região onde se insere o projeto encontra-se representada por lagartos e cobras. Os camaleões e tejos são frequentes, mas sofrem a ação da caça e do desmatamento. As cobras não venenosas, de várias espécies, apesar de normalmente perseguidas pelo homem rural, ainda são abundantes, principalmente em torno dos açudes e de outros mananciais. Dentre as cobras venenosas as mais temidas são a jararaca e a coral verdadeira. No entanto, face ao combate sistemático que lhes é dado, estas vêm se tornando relativamente raras.
Aumento de potencial econômico da área de influência	O aumento potencial econômico da área de influência á partir das possibilidades do uso do sistema adutor para fins de irrigação, abastecimentos humano. Dispor do sistema adutor construído, a rigor, não gera melhorias na qualidade de vida da população, mas é condição para que venham a ser empreendidas iniciativas que proporcionem a geração destes impactos. O sistema adutor contribui com as credenciais exigidas para o desenvolvimento da área de influência no campo econômico.
Ampliação do potencial de produção de culturas irrigadas	Potencial disponibilização do volume adicional de água que permitirá o incremento do cultivo de áreas irrigadas, ampliando a base produtiva local, não apenas em área, mas em potencial diversificação de culturas (permitindo realização de culturas de maior valor agregado) e ampliação do período de plantio, diminuindo a dependência do reduzido período anual de oferta d'água.
Valorização potencial das propriedades beneficiadas pela oferta adicional de água	Propriedades localizadas na área de influência direta terão potencial valorização tanto em termos de valor da propriedade por dispor de uma oferta adicional e regular de água, quanto pela possibilidade proporcionada pela barragem de implantar ou ampliar o cultivo irrigado nesta propriedade
Potencial aproveitamento da água repassada para abastecimento humano	Potencial aumento da oferta e qualidade da água fornecida para abastecimento humano nos núcleos urbanos da área de influência, a partir da utilização da água do sistema adutor, para este fim, resultando no aumento da qualidade de vida destas populações pela melhoria de infraestrutura sanitária
Deterioração das condições das vias de acesso locais	Incremento de trânsito de máquinas e veículos para construção do sistema adutor poderão acelerar o processo de deterioração das vias existentes de acesso local
Alteração e/ou destruição dos sítios arqueológicos localizados	Devido às atividades de construção do sistema adutor, os sítios arqueológicos localizados na área poderão ser alterados.
Desorganização do modo de vida dos proprietários e moradores. Alteração do cenário atual	Na área percebe-se uma baixa densidade populacional e um relativo volume de ocupação produtiva. A rigor não foi identificada a existência de população diretamente afetada de forma negativa em suas condições de moradia, trabalho e lazer, pelo empreendimento. A desapropriação da área a ser utilizada para o sistema adutor também não indica ser uma questão problemática.

Quadro 8 - Descrição dos impactos ambientais - meio antrópico

11. Programas Ambientais Propostos

No âmbito dos condicionantes gerais e específicos contidos na Licença Prévia nº 524/2011, que aprovou os Estudos de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente - RIMA, o Projeto Básico passou a contar com os seguintes programas ambientais:

- Programa de Controle Ambiental da Obra
- Programa de Manejo da Flora
- Programa de Desmatamento
- Programa de Controle de Escavações
- Programa de Controle de Erosão
- Programa de Monitoramento da Rede de Drenagem e Qualidade das Águas
- Programa Ambiental e Mobilização Comunitária
- Programa de Proteção do Trabalhador e ao Ambiente de Trabalho
- Programa de Prospecção e Resgate Arqueológico
- Programa de Auditoria Ambiental
- Diagnóstico Interativo do Potencial Arqueológico
- Projeto de Pesquisas Arqueológicas

A execução desses Programas Ambientais passa a se constituir, a partir da aprovação do EIA, do RIMA e da concessão da Licença Prévia - LP, em elemento integrante do Projeto. Eles foram detalhados na fase de Projeto Básico Ambiental - PBA, cuja aprovação, pela SUDEMA, órgão ambiental do estado da Paraíba, enseja a obtenção da Licença de Instalação - LI, a partir da contratação do Projeto Executivo e do atendimento aos seguintes condicionantes:

- Apresentar contrato para elaboração dos projetos executivos, projetos de paisagismo e projeto do canteiro de obra, com as instalações hidrosanitárias quando da solicitação da licença de instalação;
- Solicitar a Licença de Instalação antes do início da obra;
- Solicitar a Licença Ambiental para utilização das jazidas de empréstimo;
- Cumprir os programas e medidas mitigadoras;
- Apresentar relatório do programa de reassentamento;
- Apresentar autorização para limpeza da área, quando da solicitação da Licença De Instalação;
- Fica proibida a retirada de lenha e o corte de espécies ambientais existentes na área de Reserva Legal, de acordo com a Lei Federal nº 4.771/65;
- Obedecer às normas do SELAP - Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras;
- Manter a Licença,

bem como cópia dos documentos relativos ao cumprimento dos condicionantes ora estabelecidos, disponíveis à fiscalização da SUDEMA e aos demais órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA;

- O não atendimento aos condicionantes supracitados, ficará o interessado, passível das sanções previstas na legislação ambiental em vigor, bem como a licença ambiental anulada.

A partir de então, os Programas Ambientais devem ser implementados segundo seus cronogramas específicos, o que condiciona a obtenção da Licença de Operação - LO do empreendimento.

A seguir são apresentadas algumas considerações sobre os Programas Ambientais do Projeto de Integração, ressaltando-se os aspectos relacionados à natureza do programa.

Com o Programa de Educação Ambiental pretende-se contribuir para a utilização adequada dos recursos hídricos colocados à disposição da população beneficiada, através de orientações sobre a otimização do uso da água para geração de renda local nas atividades de agrícolas e industriais na área de influência do projeto.

Para isso, deverão ser formados agentes multiplicadores, através da capacitação de professores (urbanos e rurais) e de agentes ambientais locais (moradores das localidades vizinhas ao empreendimento) no conhecimento a respeito dos ecossistemas da região,



ênfatizando a utilização dos recursos naturais dentro de uma perspectiva de manejo sustentável. Pretende-se ampliar o conhecimento sobre o meio ambiente através da criação de banco de dados e da divulgação de materiais produzidos pelos professores e agentes ambientais locais, além de realizar parcerias com os órgãos e as instituições educacionais públicas, e com diferentes entidades ambientalistas regionais.

Programas de Educação Ambiental eficazes geram um número significativo de agentes comunitários preocupados com a proteção ambiental, com alto poder multiplicador, com a capacidade de repassar para a população local o papel de fiscalizador dos resultados ambientais do empreendimento.

No momento de sua execução, as equipes de gerenciamento deverão direcionar significativa atenção a este Programa, assegurando a qualidade dos conteúdos e da didática do que está sendo repassado   população, posteriormente poderão contar com o apoio de um número importante de aliados, dentre a população local, na tarefa de assegurar uma relação adequada do Projeto com o meio ambiente.

Sete programas ambientais são considerados como de apoio às obras, pois são voltados para viabilizar, do ponto de vista socioambiental, as atividades previstas para a construção do empreendimento. Eles são os seguintes: 1 Plano Ambiental de Construção (PAC); 2 Programa de Treinamento e Capacitação de Técnicos da Obra em Questões Ambientais; 3 Programa de Identificação e Salvamento de Bens Arqueológicos; 4 Programa de Indenização

de Terras e Benfeitorias; 5 Programa de Reassentamento de Populações; 6 Programa de Recuperação de áreas Degradadas; e 7 Programa de Supressão da Vegetação das áreas de Obra e Limpeza dos Reservatórios.

O Plano Ambiental de Construção (PAC)   um instrumento normativo fundamental para a execução adequada das obras. Estabelece

_____ (...)

A região beneficiada pelo Projeto, o semiárido nordestino, encontra-se, historicamente, dentre as grandes prioridades das políticas sociais do país,
 (...)

detalhadamente as normas técnicas para a construção do empreendimento a partir de uma perspectiva ambiental, envolvendo todas as atividades previstas que possam, de alguma forma, gerar impacto ao meio ambiente. Nele se incluem normas de segurança e saúde dos trabalhadores e de seu relacionamento com as populações locais. Constitui-se, dessa forma, no manual básico para o gerenciamento e supervisão das obras.

12. Aspectos Relevantes para a Gestão Ambiental

Para que se efetivem os objetivos da gestão socioambiental do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional e de seu projeto complementar do Canal Acauã Araçagi Vertentes Litorâneas, dois aspectos adquirem especial relevância: sua integração harm nica aos Planos e Programas Governamentais emanados ou previstos para a região, e sua perfeita adequação   Legislação Ambiental incidente sobre os mais diferentes aspectos das atividades envolvidas no Projeto.

A região beneficiada pelo Projeto, o semiárido nordestino, encontra-se, historicamente, dentre as grandes prioridades das políticas sociais do país, tendo em vista a significativa dificuldade de sobrevivência enfrentada pelo importante contingente populacional que nela habita, cuja origem encontra-se, reconhecidamente, na pouca disponibilidade hídrica. Os objetivos centrais do Projeto de Integração direcionam-se exatamente a viabilizar os princípios destas políticas sociais, voltando-se para a melhoria da qualidade de vida e para a ampliação das possibilidades de produção através da oferta do recurso água, cuja escassez é considerada o principal entrave à possibilidade de desenvolvimento econômico e social da região.

Por outro lado, a região

banhadapelabaciahidrográficado rio São Francisco, beneficiadora do Projeto, é também uma das prioridades de desenvolvimento econômico e social das Políticas Governamentais: região onde convivem populações tradicionais, em condições geralmente precárias de vida, e zonas rurais e urbanas modernas, onde a melhor qualidade de vida e as condições favoráveis de desenvolvimento econômico estão diretamente relacionadas à disponibilidade hídrica proporcionada pela bacia.

As duas regiões são também objeto de intensa preocupação das Políticas Ambientais do país, tendo em vista o avançado grau de degradação ambiental nelas observado: deterioração do bioma caatinga, salinização das águas, crescimento do processo de desertificação, proliferação de vetores de doenças endêmicas, degradação dos recursos hídricos são alguns dos aspectos centrais que se busca combater através de políticas públicas de caráter ambiental nessa região.

Conseguir que sejam assegurados os objetivos centrais do Projeto, ou seja, a melhoria da qualidade de vida, o aumento da produção e a criação de novas oportunidades de emprego e renda das populações do semiárido nordestino, melhorando a qualidade ambiental da região da Caatinga e sem prejuízo para a bacia do rio São Francisco é o grande desafio da Gestão Ambiental do Projeto. O conjunto de Programas Ambientais propostos no âmbito do Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional tem exatamente este objetivo e grande parte destes Programas possui interfaces com diversos Planos e Programas Governamentais em andamento e previstos para

a região. Caberá à Gestão do Projeto assegurar a integração de suas ações com as destes Planos e Programas.

Com relação à dimensão social do Projeto, alguns de seus Programas Compensatórios, como o de Implantação de Infraestrutura

(...)

novas oportunidades de emprego e renda das populações do semiárido nordestino, melhorando a qualidade ambiental da região da Caatinga e sem prejuízo para a bacia do rio São Francisco é o grande desafio

(...)

de Abastecimento de Água às Populações ao Longo dos Canais, o de Fornecimento de Água e Apoio Técnico para Pequenas Atividades de Irrigação ao Longo dos Canais para as Comunidades Agrícolas e o de Apoio e Fortalecimento dos Projetos de Assentamentos Existentes ao Longo dos Canais, apresentam

um alto potencial de benefícios à população local. Esses benefícios potenciais poderão ainda ser muito maiores, caso se assegure a integração de suas ações com as políticas públicas em desenvolvimento na região, como o Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Semiárido - CONVIVER, o Programa Proágua Infraestrutura, ambos do Ministério da Integração Nacional, e o Programa Nacional da Agricultura Familiar - PRONAF, do Ministério do Desenvolvimento Agrícola. De fundamental importância será, também, sua integração aos Planos e Programas de âmbito estadual e, mesmo municipal, direcionados para o abastecimento, o saneamento, a irrigação e o apoio ao pequeno agricultor, que fazem parte do leque de atividades planejadas pelos órgãos estaduais em toda a região beneficiada.

Dentre os Programas de caráter essencialmente ambiental, o de Conservação da Fauna e da Flora e o de Prevenção à Desertificação, devem buscar integrar-se às ações desenvolvidas pelo Ministério do Meio Ambiente e pelas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente dos estados beneficiados pelo Projeto, sendo de particular relevância o Plano de Ação Nacional de Controle da Desertificação - PAN e o Programa de Proteção do Bioma da Caatinga, de responsabilidade do MMA, e de seus desdobramentos específicos desenvolvidos em âmbito estadual.

Em seu conjunto, o Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional deverá dar especial atenção à Política Nacional de Recursos Hídricos e aos Planos Estaduais de Recursos Hídricos do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, visando incentivar

as agências responsáveis por sua implementação a absorverem a nova situação criada pelo Projeto em suas prioridades de ação. Dessa forma, estar-se-á consolidando e somando com benefícios mútuos para o Projeto e para as políticas regionais e locais, que irão resultar em benefícios crescentes para a população do semiárido.

De extrema importância para o sucesso do Projeto será sua integração e adequação às ações desenvolvidas pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco e pelo Plano de Revitalização do São Francisco. Embora o Projeto não preveja dentre suas ações Programas Ambientais especificamente voltados para a bacia do São Francisco, o diálogo constante e a troca de informações com estas instâncias de planejamento e gestão regionais são de crucial importância para o sucesso do Projeto.

Especialmente no processo de construção do empreendimento, deve-se atentar para um número significativo de leis, decretos, resoluções e normas técnicas que incidem sobre as diversas ações previstas. Este conjunto de documentos legais, de normas técnicas e de medidas a serem adotadas está especificado no Plano Ambiental da Construção - PAC, que deverá se constituir em instrumento fundamental para a fase de Obras.

Nesta fase, cabe destacar a necessidade de licenciamento próprio das atividades de apoio às obras, como canteiros de obras, áreas de empréstimo, abertura de acessos e supressão de vegetação, lembrando, neste último caso, que a supressão de vegetação em áreas de preservação permanente deve ser objeto de autorização do órgão ambiental estadual, com

a anuência do IBAMA e do órgão ambiental municipal.

A adequada implantação dos Programas Ambientais propostos para o Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional demanda da mesma forma especial atenção às normas jurídicas.

O Programa de Identificação e Salvamento de Bens Arqueológicos deverá ter prévia aprovação e autorização do IPHAN e seguir as normas descritas em sua Portaria 007, de 1º de dezembro de 1988.

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas deverá atentar para os devidos licenciamentos específicos e autorizações por parte dos órgãos ambientais federal, estaduais e municipais e considerar as normas técnicas da ABNT que tratam do assunto.

No caso do Programa de Compensação Ambiental, deverá ser atendida a Resolução CONAMA nº 002/96, consolidada pela Lei 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), e regulamentada pelo Decreto 4.340/02, devendo ser acatada a decisão que venha a ser tomada pelo IBAMA, após consulta aos órgãos ambientais de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará.

No Programa de Conservação da Fauna e da Flora, deverão ser especialmente considerados o Código Florestal e as legislações florestais dos estados. Cabe ressaltar que a Lei de Crimes Ambientais estabelece penas de detenção e multa para crimes contra a fauna e a flora.

O Programa de Monitoramento da Qualidade

da Água e Limnologia deverá adequar-se à Lei da Política Nacional dos Recursos Hídricos, às Políticas Estaduais de Recursos Hídricos e à Resolução CONAMA 20.86.

O Programa de Conservação e Uso do Entorno e das Águas dos Reservatórios, deverá atender à Resolução CONAMA 004 de 18/09/1985, à Resolução CONAMA 302, de 20/03/2002, que estabelece parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do seu entorno, e à Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, além de considerar a legislação de uso e ocupação do solo vigente nos municípios envolvidos.

O Programa de Educação Ambiental deve adequar-se às diretrizes estabelecidas na Lei 9.795/99, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental.

Os Programas de Reassentamento de Populações e de Regularização Fundiária nas Áreas do Entorno dos Canais devem levar em conta a legislação de uso e ocupação do solo vigente nos municípios envolvidos. No primeiro caso, dever-se-á ainda estar atento para a adequação dos procedimentos a serem adotados com o Decreto de Utilidade Pública.

O Programa de Indenização de Terras e Benfeitorias deverá pautar-se por normas estabelecidas pela ABNT relativas aos critérios e cálculos de valores para a indenização.

Os exemplos acima apresentados dão a dimensão da importância que assume a questão jurídica para a Gestão Ambiental do Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias



Hidrográficas do Nordeste Setentrional. o Programa de Identificação e Salvamento de Bens Arqueológicos A não-conformidade legal das atividades a serem empreendidas assim como o desrespeito às exigências estabelecidas no licenciamento ambiental que resultem em danos ambientais poderão acarretar ações de responsabilidade civil levando à possibilidade de cassação da licença ou embargo das obras, com consideráveis prejuízos para o Projeto. Caso os danos ambientais causados enquadrem-se no estabelecido na Lei de Crimes Ambientais, poderão ter como consequência ações penais e administrativas.

Tendo em vista o porte e a multiplicidade de ações envolvidas no Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, os aspectos legais deverão constituir-se em preocupação central do processo de gerenciamento do Projeto. Assim como em sua dimensão institucional, o Programa de Comunicação Social deverá incorporar a dimensão jurídica, tornando transparentes e públicos os procedimentos adotados.

13. Aspectos Ambientais do Canal Acauã-Araçagi

Dos diversos programas ambientais que guardam estreita relação com o projeto executivo, notadamente no caso de eventuais alterações surgidas durante o detalhamento do projeto

básico, merece destaque o Programa de Relocação das Infraestruturas a serem Afetadas pela Implantação do Empreendimento, pela abrangência das complementações necessárias que deverão ser incorporadas ao projeto executivo.

Na sequência, apresenta-se uma síntese do referido programa de interferências.

Com critérios e normas do Projeto Básico, bem como das instituições e concessionárias de serviços públicos, foram sugeridas soluções de engenharia para cada uma das interferências identificadas.

(a) Interferências com a Infraestrutura Viária Existente
O Foram assim classificadas: 1 Travessias de rodovias e ferrovias federais e estaduais; 2 Travessias de estradas vicinais, estradas de serviço, laterais (ou coletoras) e de acesso a obras localizadas; e 3 Travessias de acessos e caminhos.

Para as soluções de engenharia foram respeitadas as normas dos: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), Departamento de Estradas de Rodagem (DER/PE); Departamento de Estradas de Rodagem (DER/PB); Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes (DERT/CE).

Para o cruzamento dos canais, serão empregados os detalhes “tipo” desenvolvidos no Projeto Básico do Canal Acauã-Araçagi, tanto para rodovias como para passarelas. No caso de rodovias, em função do tipo de estrada e da largura do canal, serão implantadas as estruturas que melhor se adequaram ao local, fazendo-se a implantação dos seus acessos de maneira que o cruzamento sempre se desse de forma

ortogonal ao eixo do canal.

Nos cruzamentos do canal e reservatórios com caminhos e estradas vicinais, a manutenção dos acessos foi conseguida com a execução de estradas de “greide colado”, interligando o cruzamento com estrutura que viabilize a travessia. A diretriz dada a estas estradas, foi paralela ao eixo do canal, junto ao limite da faixa de domínio de 120 m.

Foi considerada a prática local de construção de caminhos e estradas não pavimentadas, ou seja, seguir a topografia local e efetuar basicamente uma limpeza da área, e seu acerto por meio de compactação do solo local ou por meio de pequenos aterros. Neste tipo de estrada não são tomados cuidados especiais com a drenagem de águas pluviais, não sendo prevista a execução de canaletas de drenagem. Sua implantação foi indicativa, de maneira a se ter uma estimativa de volume de trabalho necessário à sua construção, bem como do custo para sua implantação.

(b) Interferências com as Concessionárias de Serviços Públicos
O São as que ocorrem com as linhas de transmissão de energia, adutoras e sistemas de telecomunicações. Através de entendimentos com as concessionárias (CAGEPA, TELEMAR, CHESF, e ENERGISA) foram encontradas as soluções de engenharia, observadas as normas por elas determinadas.

Foi sugerido o melhor caminhamento das redes de saneamento e de telecomunicações.

As linhas de telecomunicações (fibras óticas) foram implantadas ao longo de rodovias existentes a exemplo da Br-230, sendo que

o grau de importância dessas rodovias foi constatado como sendo alto e, portanto, providas de travessias do canal por pontes. Assim as travessias do canal das fibras óticas foram projetadas para ocorrer em eletrodutos apoiados na lateral das pontes que fazem a travessia do canal para as rodovias.

Foi prevista também a continuidade no atendimento à população reassentada na mesma região. Assim as soluções de engenharia apresentadas foram devidamente adaptadas por ocasião do projeto executivo, entendendo-se que o trabalho realizado segundo a metodologia aqui descrita, é válido para permitir a elaboração de uma estimativa de custos.

(c) Inter-relação com Outros Programas Ambientais

O Este Programa se inter-relaciona com os seguintes programas: **1** Plano Ambiental de Construção (PAC) que deverá fornecer as orientações para o adequado tratamento em termos ambientais do processo construtivo das soluções propostas; **2** Programa de Comunicação Social, que será o responsável pela informação às comunidades locais sobre os procedimentos a serem adotados e sobre seus cronogramas de implantação; **3** Programa de Indenização de Terras e Benfeitorias, que deverá levar em conta as interferências com a infraestrutura; e **4** Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, que deverá assegurar a recomposição dos terrenos e jazidas após as obras.

14. CONHECIMENTO DOS ASPECTOS RELEVANTES

Neste item são realçados elementos que constituem questões essenciais para o Projeto Executivo do Projeto do Canal Acauã-Araçagi, Vertentes Litorâneas cujas obras seguiram os “Critérios e Diretrizes desenvolvidas na Elaboração do Projeto Executivo”, documento integrante do edital de licitação da SERHMACT

14.1. Canais

No movimentado relevo por onde passa o Canal Acauã Araçagi, foi realizado um ajuste fino entre as seções em corte, aterro e mistas, considerando: **1** a nova base cartográfica foi elaborada, naturalmente mais precisa do que a utilizada na fase anterior; **2** as informações geológicas complementares, advindas de investigações foram realizadas para dar melhor confiabilidade as soluções de engenharia; e **3** as interferências cadastradas no âmbito do Programa de Relocação de Infraestruturas a Serem Afetadas pela Implantação do Empreendimento.

Portanto, no projeto executivo foi conseguido a redução do número de curvas dentro de critérios econômicos sendo essencial a utilização de ferramentas computacionais adequadas com Programas BIM, permitindo análises especiais como: **1** a primeira, capaz de simular e quantificar os ajustes de traçados necessários; e

2 a segunda, para simular a linha d'água em regime normal e envoltórias de níveis hidrodinâmicos para verificação e determinação da linha d'água ao longo de todo sistema adutor, ou seja, nos trechos de canais, nas câmaras de carga das EBs, nos aquedutos, nas barragens e respectivas estruturas de controle

14.1.1. Confirmações do Perfil Geológico-Geotécnico

Em geral, a solução que se tem empregado para definir com precisão apropriada os substratos geológico-geotécnicos de áreas extensas em regiões semiáridas, compreende a execução de extensas campanhas de sondagens sísmicas associadas a algumas sondagens mecânicas, a percussão ou rotativas. Desta forma, é possível detectar com certa precisão as espessuras de material que podem ser removidos com escavação comum (material de 1ª categoria) e de rocha alterada mole (saprólitos ou material de 2ª categoria), passíveis de serem escavados com o auxílio de tratores munidos de escarificadores.

Nos Estudos do Projeto Básico tais procedimentos e investigações foram realizados, apresentando bons resultados.

Esse evento gerou uma série de recomendações de que as investigações sejam complementadas na etapa de projeto executivo.

Apesar do trabalho de mapeamento localizado realizado, o número e tipo de investigação ao longo dos futuros canais não foi suficiente para uma avaliação de volumes de materiais de diversos tipos compatível com

o detalhe esperado. Durante o Projeto Executivo deverão ser desenvolvidas campanhas de investigação com base em furos de sondagem e sísmica de refração suficientes para a correta estimativa do balanço de materiais compatível com a etapa de projeto executivo.

Ressalta-se que algum ajuste do traçado poderá ser necessário para atender a real disponibilidade de materiais.

Considerando a escassez de solos classificados como 1ª categoria, para utilização em aterros compactados na área do domínio do Embasamento Cristalino, é essencial seguir na direção apontada no Projeto Básico, com uso mais intenso dos saprólitos, que deverão ser melhor identificados. Essa sistemática deverá ser aprofundada no Projeto Executivo, tendo em vista a significativa alteração da espessura da cobertura de solo e saprólito verificada ao longo do perfil geológico-geotécnico do Trecho I.

Os solos sedimentares devem merecer atenção especial quanto aos aspectos da expansibilidade e colapsividade, amplamente conhecido em obras na região. O Projeto Executivo deverá obrigatoriamente tratar desse assunto, onde houver a ocorrência de solos com tais características.

14.1.2. Aproveitamento dos Materiais Escavados

Outro aspecto importante, observado no Projeto Básico do Canal, foi a aplicabilidade dos materiais de 2ª categoria como material de empréstimo.

Desta forma, no transcorrer do Projeto

Executivo, o Consórcio procurará ao máximo confirmar a utilização de materiais desse tipo, como fonte de material de empréstimo, ou mesmo a utilização de materiais similares em detrimento à sua deposição em bota-fora. Verificou-se que no Projeto Básico dos diversos Trechos a distância econômica de emprego desses materiais correspondeu a cerca de 12 km, quando comparados com a obtenção de materiais oriundos de áreas de empréstimo.

Para confirmar essas premissas, o Consórcio poderá propor, durante o transcorrer do Projeto Executivo, a execução de trincheiras exploratórias, empregando equipamentos usuais de terraplenagem.

14.1.3. Emprego de Material Pétreo de Escavações Obrigatórias

O Consórcio deverá analisar e confirmar a utilização da rocha escavada, tanto na construção de canais de adução em aterro, como na de proteção de taludes externos de aterros, ou ainda nos espaldares das barragens.

14.1.4. Consolidação dos Volumes de Movimento de Terra e Rocha

É importante ressaltar os critérios para adoção dos perfis de materiais a serem escavados e usados como aterro e sua distribuição entre os vários trechos. Como mencionado, as escavações passarão pelas mais diversas situações geotécnicas, entre elas os taludes de escavação dos canais em regiões de maciços cristalino, em Rocha Alterada Mole (RAM) ou Rocha Alterada Dura (RAD)

ou Rocha Sã (RS); os taludes de escavação em rocha sedimentar (conglomerados, arenitos e arenitos conglomeráticos); na seção molhada as inclinações dos taludes de escavação variarão, sendo 1V:1,5H, para rochas cristalinas ou sedimentares e 1V:2H para rochas sedimentares incoerentes e saturadas.

Combinando essa situação com os diversos tipos de aterro necessários à conformação do canal, deverá haver uma otimização da compensação dos materiais de escavação com os materiais de aterro, de modo minimizar o emprego de materiais da zona de empréstimo, para a execução dos aterros, e a execução de bota-fora resultante das escavações.

Dois aspectos devem ser abordados relativamente ao gerenciamento do movimento de materiais escavados: um diz respeito ao perfil dos materiais, e o outro, à distância de transporte que efetivamente pode abranger obras contíguas.

As investigações feitas ao longo do traçado, tais como, mapeamento, geofísica e sondagens, forneceram uma ideia geral da distribuição dos materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias, com as qual foi feito o estudo de balanceamento de materiais, obtendo-se os diagramas origem-destino e os momentos de transporte, suficientes para a precisão daquela fase. A experiência na região mostra que essas previsões têm variações locais importantes que originarão mudanças na programação, considerando os ajustes de traçado referidos anteriormente.

Também nas imediações dos limites entre lotes de obras civis, como agora definidos, haverá a necessidade de entendimento entre os vários

projetistas, para se evitar o desperdício de materiais escavados que podem ser utilizados entre os lotes, para manter a otimização origem-destino, reduzindo-se ao mínimo as operações de estocagem e recarga.

Caberá à Gerenciadora com o suporte do Consórcio, administrar a associação dos planejamentos de projetos em áreas contíguas.

14.2. Aquedutos

O projeto das estruturas de aquedutos prevê que as fundações serão em tubulações parcialmente engastadas no maciço rochoso. Os taludes dos aterros de encontro junto aos aquedutos foram previstos para serem protegidos com enrocamento compactado.

Do ponto de vista geotécnico não estão previstos condicionantes significativos ao projeto e construção destas estruturas.

14.2.1. Estruturas de Controle

O documento “Critérios e Diretrizes para Elaboração do Projeto Executivo” recomenda que o projeto das estruturas de controle do Canal Acauã Araçagi deverá ser reestudado, a exemplo do projeto adotado para o Eixo Leste, em que foi eliminada a soleira existente junto à comporta, mantendo-se o fundo da obra horizontal.

Ressalta-se que todo o desenvolvimento hidráulico a jusante de cada estrutura de controle inicia na cota de saída da estrutura. Assim, a eliminação da soleira deverá elevar a cota do fundo de jusante em quase 2 m. Para evitar a



Figura 18 - Aqueduto Mogeiro sobre a rodovia PB-066 que liga Itabaiana a Mogeiro.

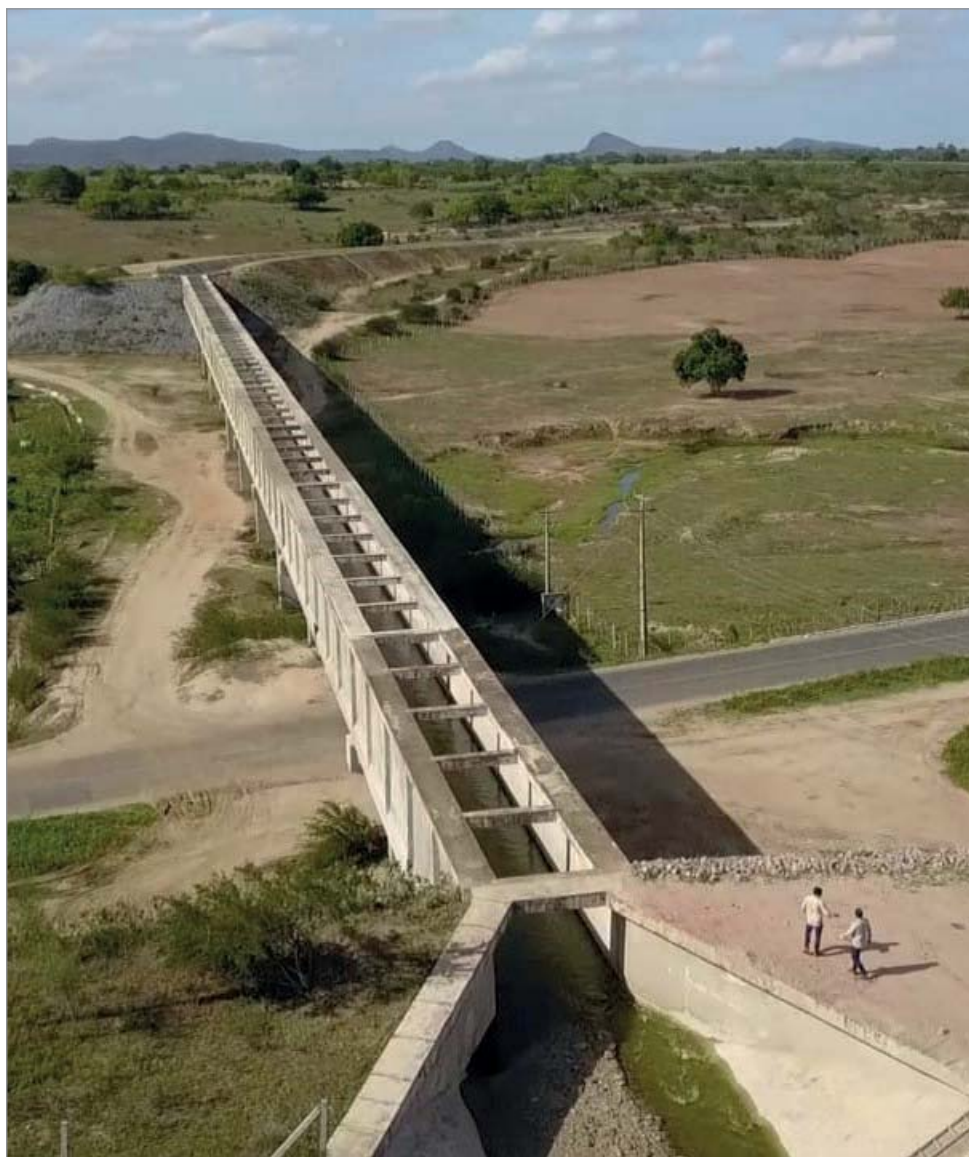


Figura 19 - Vista aérea do Aqueduto Mogeiro.



Figura 20 - Vista aérea de Aqueduto



Figura 21 - Vista aérea da ligação do aqueduto com canal.

alteração dos níveis d'água, algum sistema de dissipação a jusante das comportas deverá ser concebido. Além disso, o tamanho das comportas deverá aumentar, e modificar procedimentos operacionais, pois não haverá água a montante da posição da soleira em um

eventual secamento do trecho. Entende-se que os critérios de projeto das estruturas em cada um dos eixos são diferentes, e que sua simples equalização poderá gerar condicionantes importantes ao projeto.

Contudo, o Consórcio

deverá avaliar esta alteração e suas implicações, no âmbito das demais modificações que deverão ser introduzidas no sistema adutor.

14.2.2. Tomadas de Água

As tomadas de água têm a finalidade de atender aos usos difusos tanto para abastecimento d'água humano e animal como para irrigação localizados nos canais, foram executadas como previsto nos "Critérios e Diretrizes para Elaboração do Projeto Executivo", onde a SERHMACT definiu os locais a serem beneficiados com este tipo de abastecimento.

Foram previstos dois tipos de tomadas d'água inseridas nos canais: 1 estruturas de tomada em situação de corte; e 2 estruturas em situação de aterro. A diferença básica entre elas é a estrutura em situação de corte necessitar de

bombeamento para retirar água do canal, enquanto a outra admite escoamento por gravidade.

Contudo, ambas são estruturas caras, devido ao porte dos canais, com o inconveniente adicional de uma vez definidas suas localizações, não poderem ser alteradas nem em número nem em localização.

Quando da realização do Projeto Executivo do Sistema Digital de Supervisão e Controle, foi definido que os usos difusos seriam atendidos pelas estruturas de tomada de água, uma vez que elas ocorrem em toda a extensão do sistema adutor.

14.3. Drenagem Superficial

O projeto do sistema de drenagem deverá ser desenvolvido mantendo-se as vazões definidas na fase anterior; em caso de alteração na localização das obras, as novas vazões serão calculadas a partir dos parâmetros definidos nos Estudos Hidrológicos do Projeto Básico.

Outra das recomendações de adaptações do Projeto Básico, segundo os “Critérios e Diretrizes para Elaboração do Projeto Executivo”, é a redução do número de obras de cruzamento da drenagem superficial sob o canal.

Em função das posições relativas da linha de fundo do talvegue e das linhas de fundo e de bordo (crista) do canal adutor, as travessias podem ser aéreas ou subterrâneas, a saber: **1** Travessias aéreas, designadas como overchutes, quando a linha de fundo do talvegue fica situada acima da crista do canal adutor; **2** Travessias subterrâneas, ou bueiros, quando a linha de fundo do talvegue fica situada abaixo da

linha de fundo do canal adutor; e **3** Travessia subterrânea em bueiro sifonado, quando a linha de fundo do talvegue fica situada abaixo da crista e acima da linha de fundo do canal adutor.

O diâmetro mínimo dos bueiros tubulares deverá ser de 1,00 m para facilitar a operação de limpeza, segundo o documento acima referido.

Em última análise, o número de travessias sob o canal é função da profundidade máxima de escavação dos drenos superficiais, dispostos linearmente ao longo dos canais, visando a sua proteção contra enchentes.

Nos critérios do projeto básico dos drenos, foi estabelecido que os drenos superficiais teriam, de forma geral, profundidade máxima de 4,00 m; portanto, uma forma de reduzir o número de travessias é aumentar a profundidade máxima dessas obras. Se, por hipótese, for admitida uma profundidade de escavação de até 10,00 m para os drenos, será possível reduzir consideravelmente o número de obras de cruzamento do canal, possivelmente eliminando, ou reduzindo substancialmente, os bueiros sifonados, tipo de travessia que, em princípio, deve ser reduzida ao mínimo, pela dificuldade de manutenção.

Este tipo de travessia foi indicada no projeto básico para ser utilizada em situações particulares, isto é, quando o ponto de deságue da travessia em terreno natural, com utilização de bueiros normais, ficarem localizados fora da faixa de domínio do Canal Adutor (200 m de largura, com 100 m de cada lado do eixo).

O bueiro sifonado, em tudo se assemelha ao bueiro celular, exceto quanto ao perfil

e ao escoamento hidráulico. No bueiro sifonado, a parte final do conduto é posicionada em aclave, com o objetivo de reencontrar a superfície do terreno natural, com a menor extensão possível. Essa conformação geométrica do conduto impõe ao fluxo d'água um represamento a montante, escoamento forçado e, conseqüentemente, o afogamento da canalização.

Há duas formas de reduzir o número de bueiros sifonados: **1** a primeira, é também admitir uma profundidade máxima maior para os drenos; neste caso pode-se deslocar a travessia para um ponto mais favorável do terreno, onde poderia ser utilizado um bueiro convencional; e **2** a segunda, é aterrar pontos baixos situados a jusante da travessia, aproveitando excedentes das escavações obrigatórias dos canais.

Contudo, essa solução sugerida não pode ser generalizada, tendo em vista a extensão e o volume dos aterros necessários, que devem estar sempre contidos na faixa de domínio do canal adutor (100 m de cada lado do eixo) e demandem volumes de aterro compatíveis com o bota-fora oriundo da escavação obrigatória do canal, em distâncias de transporte razoáveis, para não inviabilizar a solução pelos altos custos oriundos desta operação.

Em todo caso, ter-se-á como meta para o Projeto Executivo a utilização de somente dois tipos de estruturas de travessia: bueiros e overchutes.

15. Orçamento

Com a finalidade de fornecer uma ideia da grandeza da obra para o estado da Paraíba, informamos abaixo o custo das obras do Canal Acauã-Araçagi atualizado.

*Valores atualizados de acordo com dados do Custo Nacional da Construção Civil e Obras Públicas apurado pela Fundação Getúlio Vargas - Setembro de 2022.

Obras Civas e Equipamentos	Preço Total
Canais Adutores	970.606.317,1368
Adutoras em Sifão	757.006.212,56
Instalação Elétrica e Automação	11.552.489,516
Projeto Executivo	34.352.000,00
Levantamentos Complementares	6.441.000,00
Supervisão, Gerenciamento e Fiscalização	30.058.000,00
TOTAL GERAL	1.821.568.508,7744

16. Bibliografia

Consórcio RCA/Arco Projetos para Ministério da Integração Nacional Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura -PROJETO BÁSICO DO SISTEMA ADUTOR AÇUDE ACAUÃ-ARAÇAGI - Paraíba, 2007.

Consórcio Arco Projetos/ABF/Projetec/Techne para Secretaria de Infraestrutura dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba - PROPOSTA TÉCNICA PARA O PROJETO EXECUTIVO DAS OBRAS DO CANAL ACAUÃ-ARAÇAGI ADUTOR DAS VERTENTES LITORÂNEAS - Paraíba, 2011.

Consórcio Arco Projetos/ABF/Projetec/Techne para Secretaria de Infraestrutura dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba -PROJETO EXECUTIVO DAS OBRAS DO CANAL ACAUÃ-ARAÇAGIADUTOR DAS VERTENTES LITORÂNEAS - Paraíba, 2018.

Viana, Guarany Marques. Saneamento da Paraíba: Uma Breve História - João Pessoa: Ideia, 2022.

Rotary

**Elequicina Maria dos Santos**

Eng.^a Civil
Governadora do Distrito 4500
Gestão 2022 / 2023

Durante este primeiro semestre da Gestão 2022-2023, juntamente com o meu esposo Marcos Santos, estive cruzando várias regiões do nosso Distrito 4500, cruzando nossos os estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, de norte a sul, leste a oeste e muito nos impressionava as obras de transposição do rio São Francisco que vislumbramos ao longo destes trechos.

E assim, poder participar deste Cadernos do Semiárido nº26, que trata da Integração das Bacias Litorâneas no Estado da Paraíba. muito nos engrandece e orgulha. Fica a nossa admiração por esta iniciativa coordenada pelo Engenheiro Civil, Professor, Presidente da Academia Pernambucana de Engenharia, Diretor de Rotary Internacional, mestre e companheiro Mário de Oliveira Antonino, incansável na missão de bem servir. Aqui também dedicamos nossos aplausos e agradecimentos ao Engenheiro Adriano Antônio de Lucena, que também participa e colabora com esta grande iniciativa e ao Engenheiro George Cunha, membro da Academia Paraibana de Engenharia, autor desta obra.

O canal Acauã-Araçagi com certeza será uma obra histórica para o desenvolvimento da região, que ficará registrada neste caderno, como a maior obra estruturante para dar sustentabilidade hídrica às bacias do Estado, propiciando uma transformação econômica, através das construções de açudes, induzindo a industrialização e suportando a agricultura irrigada.

O trecho integral do canal Acauã-Araçagi atenderá as bacias dos rios Paraíba, Gurinhém (afluente do Rio Paraíba), Miriri, São Salvador, Mamanguape, Araçagi, Camaratuba fornecendo garantia de abastecimento de água para as cidades, capacidade de irrigação para uma área com cerca de 15.700 ha, desenvolvimento da agricultura familiar através de vilas rurais, desenvolvimento da piscicultura e da agricultura empresarial propiciando uma melhor qualidade de vida com melhores oportunidade de emprego e renda para a população deste meio rural.

Nossa admiração por este projeto que nos motiva a continuarmos esta missão rotária de transformar vidas através do desenvolvimento de ações como estas que deixam um legado para a nossa humanidade.

CADERNOS DO

SEMIÁRIDO

Os cadernos estão disponíveis online, através do site:

www.creape.org.br/cadernos-do-semiarido-riquezas-eoportunidades/



REALIZAÇÃO



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO



UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO



CREA-PE
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Pernambuco

APOIO



Rotary

