



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos



Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

**ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS  
DE VIABILIDADE, ESTUDOS  
AMBIENTAIS (EIA-RIMA),  
LEVANTAMENTO CADASTRAL,  
PLANO DE REASSENTAMENTO  
E PROJETO EXECUTIVO DA  
BARRAGEM POÇO COMPRIDO  
NO MUNICÍPIO DE  
SANTA QUITÉRIA, NO  
ESTADO DO CEARÁ**

**FASE A - ESTUDOS DE VIABILIDADE,  
ESTUDOS BÁSICOS E ANTEPROJETO**

**ETAPA A3 - RELATÓRIO FINAL VIABILIDADE  
TÉCNICA, SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL**

**Volume I - Relatório Final de Viabilidade**



REVISÃO 04:AGOSTO/2021

# **BARRAGEM POÇO COMPRIDO**

**ETAPA A3 - RELATÓRIO FINAL VIABILIDADE TÉCNICA,  
SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL**

**Volume I - Relatório Final de Viabilidade**

**Revisão 04: Agosto/2021**

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

GOVERNADOR: Camilo Sobreira de Santana

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH**

SECRETÁRIO: Francisco José Coelho Teixeira

**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – COGERH**

PRESIDENTE: João Lúcio Farias de Oliveira

DIRETOR DE PLANEJAMENTO: Elano Lamartine Leão Joca

**COMISSÃO DE FISCALIZAÇÃO (COGERH /SRH)**

Geóloga Zulene Almada Teixeira (COGERH)

Geóloga Lucrécia Nogueira de Sousa (SRH)

Eng<sup>a</sup> Civil Micaella da Silva Teixeira Rodrigues (COGERH)

Eng<sup>a</sup> Civil Mikaelle Duarte Mariano (COGERH)

Geólogo Adahil Pereira de Sena (SRH)

Geóloga Maria Alice Guedes Marques (SRH)

Eng. Agrônomo Moacir de Lima (SRH)

**EQUIPE DE APOIO (COGERH /SRH)**

Eng. Civil Francisco Alves Veras Júnior (COGERH)

Arquiteto Glauter Magalhães Coutinho (COGERH)

Eng<sup>a</sup> Civil Fernanda de Almeida Furtado (SRH)

Eng<sup>a</sup> Civil Thaíza Alves Fernandes (SRH)

Geógrafa Albeniza Barbosa Cavalcante (SRH)

Eng. Agrônomo Luis Carlos Rocha Mota (SRH)

Eng. Agrônomo Francisco Plutarco Sousa Lima (SRH)

**EQUIPE TÉCNICA IBI/TPF**

Eng. Civil Iuri José Alves de Macedo

Eng. Civil Adonai de Souza Porto

Eng. Civil Orinaldo Sérgio Oliveira Freitas

Eng. Civil Flávio Lage Rocha

Eng<sup>a</sup> Civil Ivelise Marconi Strozberg

Eng. Civil Victor Costa Porto

Eng. Civil Hypérides Pereira de Macedo

Economista Naimar Gonçalves Barroso Severiano

Eng<sup>a</sup> Agrônoma Maria Vilalba Alves de Macedo

Economista Raimundo Eduardo Silveira Fontenele

Eng. Ambiental e Sanitarista Raphael Ramalho Gomez

Eng. Florestal Jailson Silva Machado

## APRESENTAÇÃO

---

## APRESENTAÇÃO

O Consórcio IBI/TPF, com sede à Rua Silva Jatahy, 15 – 7º andar, na cidade de Fortaleza-Ceará, contratado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, através do Contrato Nº 009/2019/COGERH/CE, que tem por finalidade a “Elaboração dos Estudos de Viabilidade, Estudos Ambientais (EIA-RIMA), Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento e Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido, no Município de Santa Quitéria, no Estado do Ceará”.

O objetivo principal consiste na criação de um reservatório no riacho dos Macacos com o intuito de promover o atendimento das demandas de água da região, bem como integrar o sistema de perenização de água da Bacia do Acaraú e combater os efeitos das enchentes em Sobral. Proporcionará ainda, um aproveitamento racional da água acumulada tendo como finalidades o reforço ao abastecimento humano dos núcleos urbanos da região, a perenização de um trecho do riacho dos Macacos, o abastecimento d’água da população ribeirinha e o desenvolvimento da irrigação difusa ao longo do trecho perenizado deste curso d’água, bem como a implementação da piscicultura no lago a ser formado.

As fases para o desenvolvimento do Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido são as seguintes:

### FASE A – ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS BÁSICOS E ANTEPROJETO.

#### ETAPA A1 – ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA A LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM E VIABILIDADE AMBIENTAL

- ✓ Volume 1 - Relatório de Identificação de Obras – RIO
  - Tomo 1 – Estudos de Alternativas de Localização da Barragem
  - Tomo 1A – Desenhos
  - Tomo 2 – Estudos de Viabilidade Ambiental – EVA

#### ETAPA A2 – ESTUDOS BÁSICOS E ANTEPROJETO DA BARRAGEM

- ✓ Volume 1 – Estudos Básicos
  - Tomo 1 – Relatório Geral
  - Tomo 2 – Cartografia – Textos
  - Tomo 2A – Cartografia – Desenhos
  - Tomo 2B – Cartografia – Memória de Cálculo
  - Tomo 2C – Cartografia – Cadernetas de Campo
  - Tomo 3 – Hidrologia – Textos
  - Tomo 3A – Hidrologia – Anexos
  - Tomo 4 – Geologia e Geotecnia – Textos
  - Tomo 4A – Geologia e Geotecnia Anexos
- ✓ Volume 2 – Anteprojeto da Barragem
  - Tomo 1 – Relatório do Anteprojeto da Barragem
  - Tomo 1A – Desenhos e Plantas
  - Tomo 1B – Memória de Cálculos
  - Tomo 1C – Anexos

## **ETAPA A3 – RELATÓRIO FINAL VIABILIDADE TÉCNICA, SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL.**

- ✓ **Volume 1 – Relatório Final de Viabilidade**

## **FASE B – ESTUDOS AMBIENTAIS, LEVANTAMENTO CADASTRAL E PLANO DE REASSENTAMENTO.**

### **ETAPA B1 – ESTUDOS DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE EIA/RIMA**

- ✓ Volume 1 – Estudo de Impacto Ambiental – EIA
  - Tomo 1 – Relatório dos Estudos Básicos
  - Tomo 2 – Relatório do Diagnóstico Ambiental
  - Tomo 3 – Relatório da Identificação, Avaliação e Medidas de Controle e Monitoramento dos Impactos Ambientais
  - Tomo 4 – Relatório do Estudo de Impacto Ambiental - EIA
  - Tomo 5 – Relatório de Impacto no Meio Ambiente - RIMA
  - Tomo 6 – Plano de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica

### **ETAPA B2 – LEVANTAMENTO CADASTRAL E PLANO DE REASSENTAMENTO**

- ✓ Volume 1 – Levantamento Cadastral
  - Tomo 1 – Relatório Geral
  - Tomo 2 – Laudos Individuais de Avaliação
  - Tomo 3 – Levantamentos Topográficos
- ✓ Volume 2 – Plano de Reassentamento
  - Tomo 1 – Diagnóstico
  - Tomo 2 – Relatório contendo a identificação e seleção de áreas destinadas a relocação da população e levantamento das infraestruturas atingidas
  - Tomo 3 – Relatório do Projeto Básico das Infraestruturas a ser relocadas – Plano de Relocação

- Tomo 4 – Relatório Final da Relocação, Remanejamento da População e Infraestruturas

## **FASE C – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

### ETAPA C1 – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

- Tomo 1 – Memorial Descritivo do Projeto
- Tomo 2 – Desenhos
- Tomo 3 – Memória de Cálculo
- Tomo 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento
- Tomo 5 – Quantitativos e Orçamento
- Tomo 6 – Relatório Síntese

### ETAPA C2 – INSTRUIR A ELABORAÇÃO DO CERTIFICADO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE OBRA HÍDRICA – CERTOH

O presente relatório, denominado **Volume I – Relatório Final** é parte integrante da **Etapa A3 do Relatório Final Viabilidade Técnica, Socioeconômica e Ambiental** do Projeto da Barragem Poço Comprido.



---

## ÍNDICE

## ÍNDICE

### Página

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>8</b>
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>21</b>
<b>2. RACIONALIDADE DO PROJETO</b> .....	<b>23</b>
2.1 - CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E IMPACTOS DO PROJETO .....	24
2.1.1 - FATORES POSITIVOS .....	25
2.1.1.1 - A População a ser Beneficiada pelo Açude: .....	25
2.1.1.2 - Facilidades de adução:.....	26
2.1.1.3 - Condições geológicas e geotécnicas dos locais:.....	27
2.1.1.4 - Morfologia dos boqueirões: .....	27
2.1.1.5 - A existência de jazidas de materiais para a construção da barragem: .....	28
2.1.2 - FATORES NEGATIVOS .....	28
2.1.2.1 - População atingida com a formação do lago:.....	28
2.1.2.2 - Quantidade de benfeitorias e de terras que serão indenizadas: .....	28
2.1.2.3 - Infraestruturas públicas a serem relocadas:.....	29
2.1.2.4 - Qualidade das terras a serem cobertas pelo reservatório.....	29
2.1.2.5 - Condições geológicas e geotécnicas nos locais barráveis .....	30
2.1.2.6 - Dificuldades de exploração das jazidas de materiais .....	31
2.1.2.7 - Avaliação do custo de implantação de cada um dos eixos .....	31
2.2 - ÓRGÃOS ENCARREGADOS, ORIGEM DOS RECURSOS E ACEITAÇÃO DA POPULAÇÃO DA REGIÃO .....	32
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO</b> .....	<b>33</b>
3.1 - ASPECTOS FÍSICOS .....	34
3.1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....	34
3.2 - CARTOGRAFIA .....	36
3.2.1 - BASE CARTOGRÁFICA .....	36
3.2.2 - MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO.....	38
3.2.3 - CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS .....	43
3.3 - TOPOGRAFIA .....	44
3.3.1 - METODOLOGIA DE EXECUÇÃO.....	44
3.3.2 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	44

3.3.3 - <i>FORMA DE EXECUÇÃO</i> .....	45
3.3.3.1 - Transporte de Coordenadas .....	45
3.3.3.2 - Transporte de Cotas.....	50
3.3.4 - <i>LEVANTAMENTO DO EIXO BARRÁVEL PRINCIPAL</i> .....	52
3.3.4.1 - Implantação de Marcos e Locação do Eixo .....	53
3.3.5 - <i>Levantamento das Seções Transversais do eixo da barragem</i> .....	53
3.3.6 - <i>Levantamento das Seções Transversais do vertedouro</i> .....	54
3.3.7 - <i>Nivelamento das seções da Barragem e vertedouro</i> .....	54
3.3.8 - <i>Levantamento da área de jazida</i> .....	54
3.4 - <i>GEOLOGIA E GEOTECNIA</i> .....	59
3.4.1 - <i>Estudos Geológico Regional</i> .....	59
3.4.1.1 - Atividades Sísmicas.....	61
3.4.2 - <i>ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO</i> .....	69
3.4.2.1 - Sondagem mista .....	70
3.4.2.2 - Ensaios de Perda d'água Específica .....	71
3.4.2.3 - Sondagem percussiva .....	73
3.4.2.4 - Ensaio de permeabilidade .....	74
3.4.3 - <i>SONDAGENS NO VERTEDOURO</i> .....	74
3.4.3.1 - Sondagem rotativa - quantitativo .....	75
3.4.3.2 - Ensaios de Perda d'água Específica .....	75
3.4.3.3 - Sondagem percussiva .....	75
3.4.3.4 - Ensaio de permeabilidade .....	76
3.4.4 - <i>ESTUDOS DOS MATERIAIS E JAZIDAS</i> .....	76
3.4.4.1 - Jazidas Terrosas .....	77
3.4.4.2 - Areal .....	82
3.4.4.3 - Pedreira .....	86
3.4.4.4 - Jazidas para revestimento .....	87
3.4.5 - <i>ESCAVAÇÕES OBRIGATÓRIAS</i> .....	88
3.5 - <i>ESTUDOS HIDROLÓGICOS</i> .....	89
3.5.1 - <i>INTRODUÇÃO</i> .....	89
3.5.2 - <i>TOPOGRAFIA DA BACIA HIDRÁULICA (CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA)</i> .....	91
3.5.3 - <i>CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA</i> .....	92
3.5.3.1 - Temperatura .....	93
3.5.3.2 - Umidade Relativa.....	94
3.5.3.3 - Insolação Média.....	95
3.5.3.4 - Nebulosidade.....	95
3.5.3.5 - Evaporação Total Média .....	96
3.5.3.6 - Evapotranspiração Potencial .....	97

3.5.3.7 - Intensidade dos Ventos .....	102
<b>3.5.4 - HIDROLOGIA DA ÁREA EM ESTUDO .....</b>	<b>103</b>
3.5.4.1 - Simulação do Reservatório .....	103
3.5.4.2 - Estudo de Cheias.....	105
3.5.4.3 - Dimensionamento do Reservatório – Amortecimento das cheias milenar e decamilenar.....	106
3.5.4.4 - Estudos Adicionais .....	108
<b>3.6 - FUNDAÇÕES .....</b>	<b>109</b>
<b>3.7 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS .....</b>	<b>110</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONCEPÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>113</b>
4.1 - BARRAGEM PRINCIPAL .....	116
4.2 - VERTEDOURO .....	118
4.3 - TOMADA D'ÁGUA E EQUIPAMENTOS HIDROMECHANICO .....	118
4.4 - INTERFERÊNCIAS COM INFRAESTRUTURAS EXISTENTES .....	121
4.5 - ORÇAMENTO E CRONOGRAMA .....	121
4.6 - ORGANIZAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO .....	124
<b>5. VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA .....</b>	<b>128</b>
5.1 - VIABILIDADE FINANCEIRA.....	129
5.1.1 - Considerações Iniciais .....	129
5.1.2 - Projeção da População e Demanda Atual e Futura.....	129
5.1.3 - Projeções de Oferta.....	137
5.1.4 - Tarifas Médias.....	137
5.1.5 - Receitas.....	137
5.1.6 - Custos.....	137
5.1.7 - Fluxos de Receitas e Custos e Resultados da Avaliação Financeira.....	150
5.1.8 - Custo da Água .....	158
5.1.9 - Impacto Fiscal .....	161
5.2 - VIABILIDADE ECONÔMICA.....	164
5.2.1 - Considerações Iniciais.....	164
5.2.2 - Critérios Básicos Utilizados.....	164
5.2.3 - Custos e Benefícios Econômicos Associados ao Abastecimento Humano.....	165
5.2.4 - Custos e Benefícios Econômicos Associados ao Aproveitamento Agrícola .....	177
5.2.4.1 - Generalidades.....	177
5.2.4.2 - Seleção de Culturas.....	178
5.2.4.3 - Definição do Modelo de Exploração.....	186
5.2.4.4 - Custos Operacionais, Investimentos e Valor da Produção do Modelo de Exploração.....	186
5.2.4.5 - Avaliação Financeira do Modelo de Exploração .....	191

5.2.5 - Benefícios Líquidos Econômicos Associados à Piscicultura .....	200
5.2.6 - Fluxo de Benefícios e Custos Econômicos dos Usos Múltiplos da Barragem .....	205
<b>ANEXO I – CUSTOS DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E ENERGIA DO SISTEMA PROPOSTO .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXO II – RESULTADOS DO MODELO SIMOP .....</b>	<b>215</b>
<b>ANEXO III – RESULTADOS DO MODELO SIMOP (30% DOS CUSTOS DA BARRAGEM) .....</b>	<b>229</b>
<b>ANEXO IV - RESULTADOS DO MODELO SIMOP (70% DOS CUSTOS DA BARRAGEM) .....</b>	<b>238</b>

## LISTA DE FIGURAS

### Páginas

Figura 3.1 - Mapa de Localização e Acesso Barragem Poço Comprido .....	35
Figura 3.2 – Localização da Área de Imageamento.....	37
Figura 3.3 - Fluxograma com o Detalhamento da Metodologia .....	38
Figura 3.4 - Planta de Localização dos Marcos .....	40
Figura 3.5 - Processamento através do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE .....	46
Figura 3.6 - Processamento através do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE .....	47
Figura 3.7 - Relatório do RN 1861F .....	48
Figura 3.8 – Localização Geral das Jazidas. ....	57
Figura 3.9 - Croqui da jazida de areia .....	58
Figura 3.10 - Província Borborema em destaque, ao nordeste do Brasil e seus principais traços tectônicos e localização do Domínio Ceará Central (DCC).....	59
Figura 3.11 - Província Borborema: principais domínios tectônicos e zonas de cisalhamento. ....	60
Figura 3.12: Sismicidade e Mecanismo Focais no Nordeste Oriental .....	63
Figura 3.13 - Domínios Tectônicos do Estado do Ceará .....	65
Figura 3.14 - Mapa recente da atividade sísmica. ....	66
Figura 3.15 – (A) Distribuição dos sismos no estado do Ceará, fonte, Defesa Civil do estado CE, (B) Localização da barragem em relação aos sismos registrados no Ceará.....	67
Figura 3.16 - Localização das sondagens no eixo da barragem.....	70
Figura 3.17 - Localização das sondagens no vertedouro .....	74
Figura 3.18 - Faixa Granulométrica da Areia .....	84
Figura 3.19 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Poço Comprido .....	92

Figura 3.20 - Localização das estações meteorológicas (INMET) próximas - Barragem Poço Comprido .....	93
Figura 3.21 - Temperaturas Médias Máximas, Mínimas e Compensadas.....	94
Figura 3.22 - Umidade Relativa Média. ....	94
Figura 3.23 - Insolação total média. ....	95
Figura 3.24 - Nebulosidade. ....	96
Figura 3.25 - Evaporação total média. ....	97
Figura 3.26 - Evapotranspiração potencial mensal – Normais climatológicas.....	98
Figura 3.27 - Evapotranspiração potencial mensal (máxima, mínima e média) – Hargreaves .....	100
Figura 3.28 - Evapotranspiração potencial mensal (máxima, mínima e média) – Penman-Monteith.....	102
Figura 3.29 - Intensidade média mensal dos ventos (m/s) .....	103
Figura 3.30 - Volume anual regularizado para uma garantia de 90% considerando o reservatório a montante. .....	105
Figura 3.31 - Curva de Probabilidade de Enchimento .....	109
Figura 4.1 - Arranjo Geral e Localização das Obras da Barragem Poço Comprido .....	115
Figura 4.2 - Planta Baixa da Tomada D'Água .....	120
Figura 4.3 – Cronograma Físico-Financeiro de Implantação das Obras .....	123
Figura 5.1- Mapa de Localização das Prováveis Adutoras .....	149

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Características Locacionais dos Eixos Selecionados .....	24
Quadro 2.2 - Capacidade De Acumulação Dos Eixos alternativos .....	29
Quadro 2.3 - Principais Características dos Eixos Barráveis.....	31
Quadro 3.1 - Informações do RN do IBGE .....	49
Quadro 3.2 - Informações da Base de Partida .....	50
Quadro 3.3 - Informações do RN: Marco de Apoio .....	51
Quadro 3.4 - Informações do Marco 0.....	52
Quadro 3.5 - Relação de Marcos no Eixo Principal da Barragem .....	53
Quadro 3.6 - Quadro do Levantamento de Jazidas .....	55
Quadro 3.7 - Principais Sismos Ocorridos no Noroeste Cearense – Magnitude >3,0 m.....	64
Quadro 3.8 - Sondagens Mistas na Barragem .....	71
Quadro 3.9 - Ensaio de Perda D'água Específica .....	72
Quadro 3.10 - Sondagens percussivas no eixo da barragem .....	73
Quadro 3.11 - Ensaio de permeabilidade na barragem .....	74
Quadro 3.12 - Sondagem rotativa no vertedouro .....	75
Quadro 3.13 - Sondagens percussivas .....	75
Quadro 3.14 - Descrição geral das jazidas estudadas.....	77
Quadro 3.15 - Características das Jazidas de Solo Passíveis de Exploração .....	78
Quadro 3.16 - Resumo dos Resultados – Ensaio de caracterização dos solos (valores médios por jazida) ....	79
Quadro 3.17 - Resumo dos Resultados – Ensaio Triaxiais CU.....	80
Quadro 3.18 - Resumo dos Resultados – Ensaio Triaxiais UU.....	80



Quadro 3.19 - Resumo dos Resultados – Ensaio de Cisalhamento direto lento .....	80
Quadro 3.20 - Resumo do ensaio de permeabilidade a carga variável .....	80
Quadro 3.21 - Resumo do ensaio de expansão.....	81
Quadro 3.22 - Ensaio realizado na areia .....	83
Quadro 3.23 - Principais características do depósito de areia ao longo do Rio dos Macacos .....	83
Quadro 3.24 - Resumo de determinação do teor de matéria orgânica da areia.....	84
Quadro 3.25 - Resumo do ensaio de permeabilidade com carga constante da areia .....	85
Quadro 3.26 - Características das Pedreiras Passíveis de Exploração .....	86
Quadro 3.27 - Resumo do Ensaio de Desgaste à Abrasão <i>Los Angeles</i> .....	87
Quadro 3.28 - Características da Jazida de revestimento .....	88
Quadro 3.29 - Resumo dos Ensaio de Caracterização da Jazida para revestimento .....	88
Quadro 3.30 – Quantitativos de material pétreo .....	89
Quadro 3.31 – custo de construção de cada alternativa e de volume regularizado anualmente .....	90
Quadro 3.32 - Cota x Área x Volume .....	91
Quadro 3.33 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias Compensadas (°C). .....	93
Quadro 3.34 - Umidade Relativa Média .....	94
Quadro 3.35 - Insolação Média. ....	95
Quadro 3.36 - Nebulosidade. ....	96
Quadro 3.37 - Evaporação total média.....	96
Quadro 3.38 - Evapotranspiração potencial mensal .....	97
Quadro 3.39 - Evapotranspiração potencial mensal - Hargreaves .....	98
Quadro 3.40 - Evapotranspiração potencial mensal - Penman-Monteith .....	101
Quadro 3.41 - Intensidade e direção média mensal dos ventos.....	102

Quadro 3.42 - Vazões Regularizadas para diferentes garantias considerando o reservatório a montante (Carmina).....	104
Quadro 3.43 -Cálculo do volume anual regularizado para uma garantia de 90% considerando o reservatório a montante (Carmina).....	105
Quadro 3.44 - Resultados dos estudos de cheia Tr=1.000 anos (com a barragem Carmina) .....	107
Quadro 3.45 - Resultados dos estudos de cheia Tr=10.000 anos (Com a barragem Carmina).....	107
Quadro 3.46 - Comparação das Fichas Técnicas dos Eixos .....	110
Quadro 3.47 – Comparação dos Custos .....	112
Quadro 4.1 - Custos das Obras do Reservatório .....	121
Quadro 5.1 - Projeção Da População Beneficiária Do Projeto.....	130
Quadro 5.2 - Estimativa da Demanda sem Projeto em m <sup>3</sup> /ano.....	132
Quadro 5.3 - Estimativa Da Demanda Com Projeto em m <sup>3</sup> /ano .....	134
Quadro 5.4 - Estimativa Da Oferta Em m <sup>3</sup> /Ano .....	138
Quadro 5.5 - Projeção Das Receitas Anuais (R\$).....	141
Quadro 5.6 - Custos De Implantação Da Barragem Poço Comprido E Da Adutora.....	143
Quadro 5.7 – Taxa de Crescimento Pop. da Sede Municipal de Santa Quitéria .....	145
Quadro 5.8 – Projeção Pop. da Sede Municipal de Santa Quitéria .....	145
Quadro 5.9 – Taxa de Crescimento Pop. da Sede Municipal de Hidrolândia.....	147
Quadro 5.10 – Projeção Pop. da Sede Municipal de Hidrolândia.....	147
Quadro 5.11 – Vazões do Projeto .....	148
Quadro 5.12 - Dados Operacionais Dos Sistemas Existentes - Hidrolândia .....	151
Quadro 5.13 - Dados Operacionais Dos Sistemas Existentes - Santa Quitéria .....	152
Quadro 5.14 - Custos De Operação E Manutenção (R\$) .....	153
Quadro 5.15 - Fluxo De Caixa (R\$).....	155

Quadro 5.16 - Custo Da Água .....	159
Quadro 5.17 - Cálculo Do Impacto Fiscal Proporcionado Pelo Projeto .....	162
Quadro 5.18 - Pesos Utilizados na desagregação dos Investimentos Financeiros .....	170
Quadro 5.19 - Determinação dos Custos Econômicos dos Investimentos .....	171
Quadro 5.20 - Resumo dos Custos de Operação e Manutenção com projeto .....	173
Quadro 5.21 – Indicadores Da Avaliação Econômica Associados Ao Abastecimento Humano – Modelo SIMOP .....	175
Quadro 5.22 - Benefícios e Custos Econômicos dos Sistemas de Abastecimento de Água .....	176
Quadro 5.23 – Indicadores Da Avaliação Econômica Associados Ao Abastecimento Humano – Modelo SIMOP – 30% dos Custos da Barragem Poço Comprido.....	177
Quadro 5.24 – Indicadores Da Avaliação Econômica Associados Ao Abastecimento Humano – Modelo SIMOP – 70% dos Custos da Barragem Poço Comprido.....	177
Quadro 5.25 – Características e Especificações Agronômicas das Culturas Propostas.....	179
Quadro 5.26 - Conta Cultural de Feijão - 1,0 hectare .....	181
Quadro 5.27 - Conta Cultural de Milho - 1,0 hectare .....	182
Quadro 5.28 - Conta Cultural de Melancia - 1,0 hectare.....	183
Quadro 5.29 - Conta Cultural de Melão - 1,0 hectare .....	184
Quadro 5.30 - Preços de Insumos e Produtos Agrícolas (Janeiro/2021).....	185
Quadro 5.31 - Necessidades e Custos de Mão-de-obra.....	187
Quadro 5.32 - Custos Diretos de Produção .....	189
Quadro 5.33 - Investimentos, Reinvestimentos e Desinvestimentos Parcelares.....	190
Quadro 5.34 - Manutenção dos Investimentos Parcelares .....	192
Quadro 5.35 - Produtividades e Produções Previstas .....	193
Quadro 5.36 - Valor Bruto da Produção (R\$) .....	194

Quadro 5.37 - Fluxos de Receitas, Custos e Benefícios Líquidos do Modelo Proposto .....	196
Quadro 5.38 - Indicadores de Rentabilidade Relativos à Avaliação Financeira do Modelo Proposto .....	197
Quadro 5.39 - Fluxos de Receitas, Custos e Benefícios Líquidos da Área de 2.500 ha .....	199
Quadro 5.40 – Número de Alevinos Utilizados no Peixamento do Reservatório.....	201
Quadro 5.41 – Valor Bruto da Produção da Atividade Pesqueira .....	204
Quadro 5.42 – Investimentos na Atividade Pesqueira .....	205
Quadro 5.43 – Custos Operacionais de Produção.....	205
Quadro 5.44 - Benefícios Econômicos Incrementais do Uso Piscicultura .....	206
Quadro 5.45 - Fluxos Econômicos dos Benefícios e Custos dos Usos Múltiplos da Barragem Poço Comprido .....	207
Quadro 5.46 – Resultados da Avaliação Econômica e Análise de Sensibilidade dos Fluxos Básicos de Custos e benefícios dos Usos Múltiplos da Barragem Poço Comprido – 100% dos Custos da Barragem.....	208
Quadro 5.47 – Resultados da Avaliação Econômica e Análise de Sensibilidade dos Fluxos Básicos de Custos e benefícios dos Usos Múltiplos da Barragem Poço Comprido – 70% dos Custos da Barragem.....	209
Quadro 5.48 – Resultados da Avaliação Econômica e Análise de Sensibilidade dos Fluxos Básicos de Custos e benefícios dos Usos Múltiplos da Barragem Poço Comprido – 50% dos Custos da Barragem.....	209

## LISTA DE GRÁFICOS

### Páginas

Gráfico 5.1 - População da Sede de Santa Quitéria – Método Polinomial .....	144
Gráfico 5.2 - População da Sede de Santa Quitéria – Método Logarítmico .....	144
Gráfico 5.3 - População da Sede de Hidrolândia – Método Polinomial .....	146
Gráfico 5.4 - População da Sede de Hidrolândia – Método Logarítmico .....	146

---

## 1. ANTECEDENTES

## 1 - ANTECEDENTES

O projeto da barragem Poço Comprido decorre dos estudos Integrados do Plano Diretor de desenvolvimento do Vale do Acaraú (DNOCS-1977) que incluiu no seu contexto um programa de novos barramentos destinados a complementar as disponibilidades hídricas do sistema do Vale do Acaraú.

Estes estudos foram elaborados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS e dentre eles, constaram estudos de Viabilidade Técnica, do Projeto da Barragem Poço Comprido, elaborados pela extinta consultora SEEBLA Engenharia de Projetos, no âmbito do contrato PGE 11/77.

Um segundo estudo relevante sobre o projeto, trata do Plano de Gerenciamento das águas da bacia do Acaraú de novembro de 2010; este estudo foi atualizado segundo informações disponibilizadas pela COGERH e pela SRH, em que a infraestrutura hídrica atual dos açudes (construídos ou em construção) é atualizada. Como parte integrante do Plano Estadual dos Recursos Hídricos – PLANERH, conforme os estudos realizados para o horizonte de 2020 o açude Poço Comprido, têm como objetivo, contribuir para a diminuição das regiões com “vazios hídricos”, no Vale do Acaraú.

## **2. RACIONALIDADE DO PROJETO**

---



## 2 - RACIONALIDADE DO PROJETO

### 2.1 - CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E IMPACTOS DO PROJETO

Para identificar as alternativas de eixos barráveis para elaboração do Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, o que permitiu identificar estudos anteriores sobre a barragem, estudos estes que foram elaborados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS e, dentre eles, constaram os estudos de Viabilidade Técnica, do Projeto da Barragem Poço Comprido, elaborados pela extinta consultora SEEBLA Engenharia de Projetos. Tais projetos possibilitaram a identificação de possíveis eixos de barramento existentes na área do projeto indicado.

No **Quadro 2.1**, a seguir, são apontados os elementos característicos da localização das alternativas elencadas para a barragem.

**Quadro 2.1 - Características Locacionais dos Eixos Selecionados**

Nome da Alternativa	Referência da Localização (Sede Municipal de Santa Quitéria)	Coordenadas UTM (SIRGA2000)				Extensão
		Ombreira Esquerda		Ombreira Direita		
		N	E	N	E	
Eixo 1	16,70 Km	9.529.446	354.742	9.529.416	355.810	3.422
Eixo 2	17,15 Km	9.527.745	354.415	9.252.087	355.651	2.491
Eixo 3	16,80 Km	9.516.702	352.575	9.517.818	355.821	3.190

Para os três eixos selecionados, foi realizada uma análise dos fatores positivos e negativos referentes às alternativas de barramento do açude Poço Comprido, avaliando-se preliminarmente, à luz das informações atualmente disponíveis, qual delas é a mais viável para elaboração do projeto executivo.

O resultado da ponderação entre fatores positivos e negativos apontou que o Eixo 1 apresenta-se como o local mais adequado para abrigar o eixo da barragem Poço Comprido. A seguir, são apresentados os principais fatores considerados.

### 2.1.1 - FATORES POSITIVOS

A situação do futuro açude face à proximidade do centro consumidor, tanto atual como potencial, fator este que tem a mesma relevância para qualquer um dos eixos em estudo.

O principal centro consumidor será a população da sede do município de Santa Quitéria. Com a construção da barragem Poço Comprido, há a possibilidade de conceber dois cenários, a saber:

- a. Cenário imediato – terá a garantia de abastecimento de água potável tratada que é um quesito indispensável para a saúde humana.
- b. Cenário futuro – Os muitos aproveitamentos potenciais que serão listados a seguir:
  - Dotar a sede do município que já possui oferta de água tratada, de um sistema de coleta e tratamento de esgoto, evento que reduzirá em muito as despesas com saúde preventiva e reduzirá as mortes de crianças por infecções devido à falta de água tratada e esgoto;
  - Aproveitar a represa para fazer peixamento, principalmente com alevinos de tilápia, que irá gerar proteína animal a baixo custo para a população da cidade e os habitantes lindeiros ao lago.
  - Sendo a tilápia um peixe de altíssima demanda, com mercado certo, é possível também, que seja formada uma cooperativa com a finalidade de beneficiar o pescado, produzir filé para ser vendido em maiores centros, e o trabalho de beneficiamento do couro do peixe, que tem um valor de exportação altíssimo, pois serve para fabricação de casacos, sapatos femininos e farinha de peixe, como também conforme pesquisa, para fazer curativo de queimaduras e outros usos. Essas atividades, se bem organizadas, têm condições de mudar o perfil social de muitas pessoas da cidade, trazendo grande aporte de recursos financeiros para o município.

#### 2.1.1.1 - A População a ser Beneficiada pelo Açude:

A bacia hidráulica cobrirá áreas dos municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia e Varjota. A população que mais será beneficiada é a do município de Santa Quitéria e Hidrolândia, pois quase a totalidade da bacia hidráulica está dentro destes municípios.

No município de Varjota, serão beneficiadas apenas as pessoas que forem proprietárias de áreas lindeiras ao lago. Tendo em vista que a distância entre os eixos 1 e 2 estudados é pequena, é imperativo que qualquer que seja o eixo barrável escolhido para elaboração do projeto desta alternativa, a população beneficiada será a dos três municípios citados. A alternativa 3 beneficia mais os municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia devido à proximidade com a sede desses municípios.

#### *2.1.1.2 - Facilidades de adução:*

Devido à proximidade entre o eixo da alternativa 3 do barramento às sedes do município de Santa Quitéria e Hidrolândia, os caminhamentos das adutoras para o abastecimento d'água a zona urbana destes municípios serão menores, refletindo assim em menores custos, comparados aos das alternativas 01 e 02. Para o caso da alternativa 03, o traçado das adutoras para as sedes dos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia será margeando a CE-257 e a distância a ser percorrida é de 16,00 km e 12,00 km respectivamente.

Para as alternativas 01 e 02 do barramento, as extensões das adutoras partindo destes eixos serão de 23,00 km para Hidrolândia e de 19,00 km para Santa Quitéria.

Uma segunda vantagem do eixo 3 será a cota de captação visto que o nível médio da água neste eixo estará 20,00 m mais alto do que das outras alternativas o que permitirá bombeamento com um menor gasto de energia.

#### **Possibilidade de uso da água com irrigação de manchas de solos situadas a uma distância viável:**

A barragem Poço Comprido teve, como objetivo principal, quando da elaboração do anteprojeto desenvolvido pelo DNOCS em 1988, reforçar a disponibilidade hídrica para compor o sistema de irrigação do vale do Acaraú, contribuindo também, na forma de objetivo secundário, para amenizar as cheias do rio Acaraú, junto à cidade de Sobral.

O Açude Público Poço Comprido, atualmente terá como objetivo primordial, a garantia do abastecimento de água para o consumo da população regional e, viabilizar também a regularização e perenização do rio dos Macacos.

A obra se destina principalmente, ao fornecimento de água para abastecimento humano, bem como a pequena irrigação no município de Santa Quitéria, beneficiando uma população de aproximadamente 34.000 pessoas. Caso seja utilizado para implantação de piscicultura, estima-se uma produção anual de 775 toneladas de peixe, e ampliação da ocupação e renda do município, assim como da oferta de alimentos.

A entrada em operação da barragem deverá proporcionar uma melhor distribuição da água no trecho médio da bacia do rio dos Macacos. Em relação à situação atual, no período de estiagem cessa a distribuição de água.

Entretanto, os terrenos (solos) que margeiam a ombreira esquerda da barragem são de melhor qualidade para plantação de diversas culturas, portanto, o seu uso como fonte hídrica para irrigação deverá ser desenvolvido nessas áreas lindeiras ao lago. O outro ganho com irrigação será o aumento da capacidade hídrica para abastecer o projeto do baixo Acaraú

#### *2.1.1.3 - Condições geológicas e geotécnicas dos locais:*

As condições geológicas e geotécnicas do local a ser escolhido para implantação do empreendimento são comuns às três opções em análise: são encontrados extensos afloramentos de rochas metamórficas, onde são destacados gnaisses, migmatitos, granodioritos e granitóides diversos (monzogranitos, sienogranitos, anfibolitos e rochas calcissilicáticas).

#### *2.1.1.4 - Morfologia dos boqueirões:*

A área ao longo do rio dos Macacos, contendo os três eixos possíveis de serem barrados, tem relevo com feição altimétrica bastante semelhante com as características citadas a seguir.

A lateral esquerda do rio é caracterizada por um cordão de morros cuja altitude alcança a cota de 200,00 m referida ao Datum Vertical do IBGE. Já na lateral direita do rio, a característica do relevo é formada por duas feições. Até ser atingido o nível de cerca de 10,00m acima do leito do rio, a subida se dá em inclinação forte. Desse nível para cima, a

inclinação é bem suave, necessitando percorrer grande extensão para atingir a cota de 200,00m. Para a alternativa 02, há uma menor extensão do eixo a ser barrado, o que é uma vantagem em relação às outras alternativas.

#### *2.1.1.5 - A existência de jazidas de materiais para a construção da barragem:*

Conforme abordado anteriormente, para as alternativas de eixo 01 e 02 já existe um estudo inicial de identificação das jazidas próximo aos eixos barráveis, onde há ocorrências de materiais terrosos, granulares, argilosos e pétreos, com características geotécnicas e volumes suficientes para atender às necessidades de construção da barragem.

Para o Eixo 3, foi feita apenas uma campanha expedita de reconhecimento no local da obra onde foram identificados locais de exploração de pedra e areia, tendo sido entretanto, identificada uma dificuldade de material terroso em quantidade suficiente para construção do maciço da barragem.

### **2.1.2 - FATORES NEGATIVOS**

#### *2.1.2.1 - População atingida com a formação do lago:*

Na área a ser inundada pelo lago, foi constatada a existência de cinquenta casas, que serão atingidas pela construção do empreendimento em qualquer dos eixos propostos, cuja população será remanejada.

#### *2.1.2.2 - Quantidade de benfeitorias e de terras que serão indenizadas:*

A área a ser inundada, para efeito de indenização, será avaliada pela existência de propriedades de pequeno e médio porte. Foi encontrada a quantidade de cinquenta casas comuns aos três eixos (algumas abandonadas ou em ruínas). As respectivas áreas submersas segundo o eixo estão descritas no **Quadro 2.2** – Capacidade de Acumulação dos Eixos alternativos

## Quadro 2.2 - Capacidade De Acumulação Dos Eixos alternativos

Eixos barráveis	Área do lago (ha)	Volume de acumulação (hm <sup>3</sup> )
EIXO 01	2.663,12	186,08
EIXO 02	2.064,09	188,12
EIXO 03	3.014,19	239,32

### 2.1.2.3 - Infraestruturas públicas a serem relocadas:

Há estimativa da necessidade de relocação de cerca de 10,00 km de estradas vicinais em leito natural e 7,00 km de linhas elétricas (Luz para todos), sendo estes itens comuns para as três alternativas.

Para o caso específico da alternativa 2, as condições de tamanho definidas para esta análise, impactam diretamente a CE-257, sendo necessário que seja feito um desvio da mesma de pelo menos 5,00 km e a construção de uma ponte de 100,00 m de extensão.

Vale ressaltar que, para os volumes de acumulação dos reservatórios maiores do que aqui definido, poderão aparecer outros impactos diferentes do que os anteriormente citados, principalmente para as alternativas 1 e 2, podendo ser citados: interferência em duas linhas de transmissão de 69Kv, uma localizada à margem da estrada CE-366 e uma segunda na margem esquerda da bacia, que interliga o município de Hidrolândia a Varjota. O segundo tipo de interferência seria a CE-366 que poderá ser inundada dependendo da cota de sangria da alternativa 1. Ambas as interferências ficam na periferia da zona inundada da barragem, que dependendo da solução de engenharia definida no projeto da barragem, poderá ser mitigada.

### 2.1.2.4 - Qualidade das terras a serem cobertas pelo reservatório

Para as três alternativas, predominam os Bruno não cálcico. Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de atividade alta. São de alta saturação e soma de bases, reação moderadamente ácida a, praticamente neutra, ou mesmo moderadamente alcalina, bem como conteúdo mineralógico que encerra quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas.

São solos moderadamente profundos a rasos, com horizontes entre 30,00 e 90,00 cm, textura arenosa ou média no horizonte A e média ou argilosa, no Bt.

O horizonte A é fraco, coloração mais frequente (úmido) que varia de bruno-acinzentado escuro a cinzento-avermelhado escuro; estrutura maciça ou fraca a moderada, pequena a média, granular, de consistência duro a extremamente duro (seco) e muito friável a firme, quando úmido.

O horizonte Bt destes solos é bastante característico. Possui coloração mais frequente (úmido) de vermelho-escuro a vermelho-amarelado, estrutura moderada a forte, média a grande, prismática, composta de moderada a forte, média a grande, blocos angulares ou sub-angulares, de consistência extremamente duro a duro (seco) e firme a muito friável, quando úmido. É muito comum nas áreas destes solos, a presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus e, por vezes, matacões, de quartzo, caracterizando um pavimento desértico.

#### *2.1.2.5 - Condições geológicas e geotécnicas nos locais barráveis*

Como já comentado anteriormente, foi observado que as condições geológicas e geotécnicas não motivam impedimento para implantação da barragem, pois há muita semelhança nos eixos levantados.

A região está compreendida dentro do complexo pré-cambriano, constituído por gnaisses e granitos cortados por veios e segregações quartzo-feldspáticas. Localmente, um dique de caráter básico corta as rochas. Falhas de diferentes idades são comuns na região.

Quando analisadas as condições de geologia local de cada eixo, houve identificação de uma melhor condição geológica na alternativa 01, em relação às demais.

Na alternativa 02 foi encontrada uma capa de solo mais profundo (em torno de três metros), sendo um grande patamar de solo escuro argiloso.

Na alternativa 3, foi identificada uma maior concentração de rochas calcissilicáticas. Estes locais apresentam um grau de fraturamento maior. No local foi identificada uma zona de cisalhamento local que pode indicar algum deslocamento vertical.

### 2.1.2.6 - Dificuldades de exploração das jazidas de materiais

Os locais das ocorrências não indicam dificuldades para exploração por apresentarem um relevo pouco acidentado, permitindo a operação de equipamentos pesados com facilidade.

Com base no estudo pré-existente do anteprojeto desenvolvido pelo DNOCS e confirmado com o atual desenvolvimento do projeto, existe material adequado e suficiente nas ombreiras do eixo e em sua bacia hidráulica (material de solo, areia e pedra).

Com relação à variação das distâncias de transporte até ao local da obra, para as alternativas 1 e 2 o material está mais próximo, para a alternativa 3 o solo necessário para execução do maciço está a uma distância bem maior do que a das alternativas anteriores

### 2.1.2.7 - Avaliação do custo de implantação de cada um dos eixos

Com base na definição da capacidade de armazenamento e definição das três alternativas, foi desenvolvida uma seção tipo da barragem e uma alternativa de vertedouro com as mesmas características construtivas. As características de cada alternativa estão descritas no **Quadro 2.3**

**Quadro 2.3 - Principais Características dos Eixos Barráveis**

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	EIXO 1	EIXO 2	EIXO 3
Coordenada UTM do eixo (E)	302.056,6041	302.293,9347	302.355,4826
Coordenada UTM do eixo (N)	9.582.168,1161	9.581.541,1598	9.581.311,7995
Rio barrado	Macacos	Macacos	Macacos
Localidade mais próxima	Santa Quitéria	Santa Quitéria	Santa Quitéria
Cota máxima (m)	187	192	216
Capacidade (hm <sup>3</sup> )	186	188	239
Extensão aproximada pelo coroamento (m)	3422	2.491,00	3.190,00
Altura máxima aproximada (m)	31	28	35
Área da bacia hidráulica (ha)	2.547,00	2.064,00	3.014,00
Área da bacia hidrográfica (km <sup>2</sup> )	1469,27	1283,11	1235,69
Volume aproximado do maciço de terra (m <sup>3</sup> )	4.661.759,07	2.182.295,89	5.947.476,14
Número de construções inundadas na bacia hidráulica (ud)	50	50	50
Largura média do vale inundado (m)	1.200,00	1.200,00	1.900,00



Dessa forma, foram obtidos para cada um dos três eixos os quantitativos de estimativas necessárias para a construção de cada alternativa. Com base nos preços unitários da tabela da SICRO/SINAPI, foi elaborado um orçamento para cada alternativa desenvolvida

## **2.2 - ÓRGÃOS ENCARREGADOS, ORIGEM DOS RECURSOS E ACEITAÇÃO DA POPULAÇÃO DA REGIÃO**

O presente projeto tem como órgãos encarregados a COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará é responsável pela contratação, administração e fiscalização do contrato. Os recursos orçamentários para a realização do projeto da Barragem Poço Comprido são oriundos de recurso próprio – COGERH, fonte 70, no valor global de Contrato de R\$ 2.725.429,46 (dois milhões, setecentos e vinte e cinco mil, quatrocentos e vinte e nove reais, quarenta e seis centavos).

Quanto ao grau da participação e aceitação da população, até a presente data não houve nenhuma resistência quanto a construção da barragem na região. A construção de uma nova barragem é bem vista pela população, pois além de representar uma nova fonte de água para o consumo humano, ainda possibilita o desenvolvimento de novas atividades econômicas, a piscicultura e ajuda a fixar os pequenos produtores no campo. Terá também como função importante trazer segurança hídrica para as cidades beneficiadas diretamente com a barragem, aumento da oferta hídrica para o Baixo Acaraú e contenção de cheias para evitar alagamentos em Sobral.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO**

---

### 3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

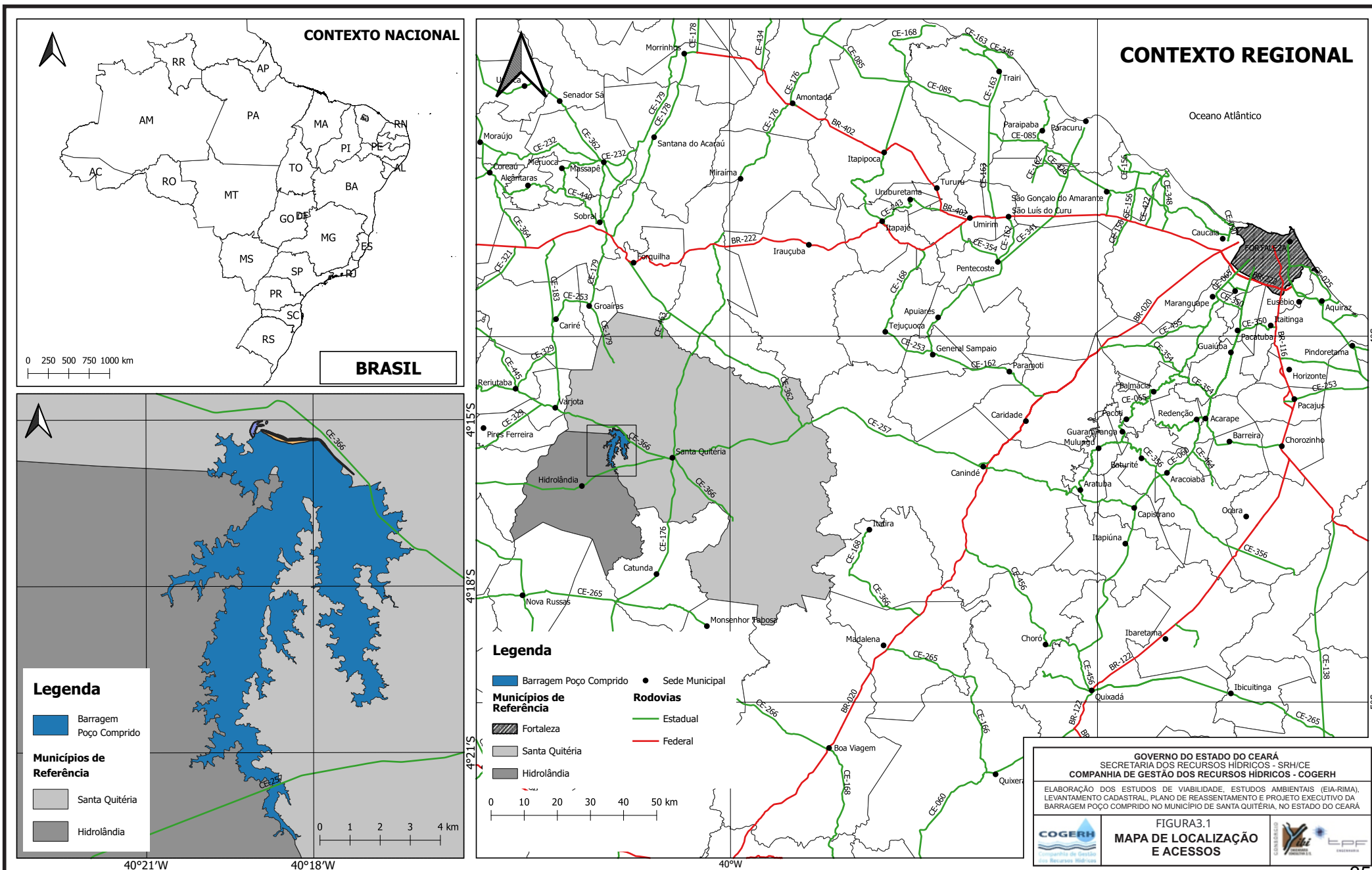
#### 3.1 - ASPECTOS FÍSICOS

##### 3.1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Santa Quitéria está localizado na porção Noroeste do Estado do Ceará, a aproximadamente 221 km da capital Fortaleza, situando na Macrorregião de Sertão Central, Mesorregião do Noroeste Cearense e Microrregião de Santa Quitéria. Possui área de 4.260,68 Km<sup>2</sup> e está a 197,7 m de altitude. As coordenadas geográficas são 4° 19' 55" de latitude, Sul e 40° 09' 24" de longitude, Oeste. Santa Quitéria faz limite com os seguintes municípios: Sobral, Forquilha, Groaíras e Cariré ao Norte; Catunda, Monsenhor Tabosa, Boa Viagem e Madalena ao Sul; Itatira, Canindé e Sobral ao Leste; Cariré, Varjota, Pires Ferreira e Hidrolândia ao Oeste. O acesso ao Município pode ser feito pelas rodovias BR-020 e CE-257.

O acesso rodoviário ao local do empreendimento, a partir da cidade de Fortaleza, se dá pela BR-020, por um percurso de 118 km, até a interseção com a CE-257 na cidade de Canindé. A partir daí, percorre-se 103 km até a cidade de Santa Quitéria, depois pela CE-366 percorre-se mais 17,00 km até uma estrada de terra à esquerda, logo após a interseção com a ponte sobre o rio dos Macacos. Percorrendo mais 1,0 km e chegando ao local do eixo da barragem identificada nesse anteprojeto.

O mapa da **Figura 3.1** mostra a localização da barragem e seu acesso a Fortaleza.



**CONTEXTO NACIONAL**

**CONTEXTO REGIONAL**

0 250 500 750 1000 km

**BRASIL**

**Legenda**

- Barragem
- Poço Comprido
- Municípios de Referência**
- Santa Quitéria
- Hidrolândia


**Legenda**

- Barragem Poço Comprido
- Fortaleza
- Santa Quitéria
- Hidrolândia
- Sede Municipal
- Rodovias**
- Estadual
- Federal

0 10 20 30 40 50 km


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

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA-RIMA), LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO NO MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA, NO ESTADO DO CEARÁ



**COGERH**  
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

**FIGURA 3.1**  
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSOS**



**LPI**  
Laboratório de Planejamento Integrado

## 3.2 - CARTOGRAFIA

### 3.2.1 - BASE CARTOGRÁFICA

O levantamento cartográfico da bacia hidráulica foi executado com base no imageamento por satélite de alta resolução, geração de Modelo Digital de Terreno (MDT), e extração de curvas de nível com equidistância de 2 (dois) metros, com precisão cartográfica compatível com escala 1:5.000, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) Classe “A”.

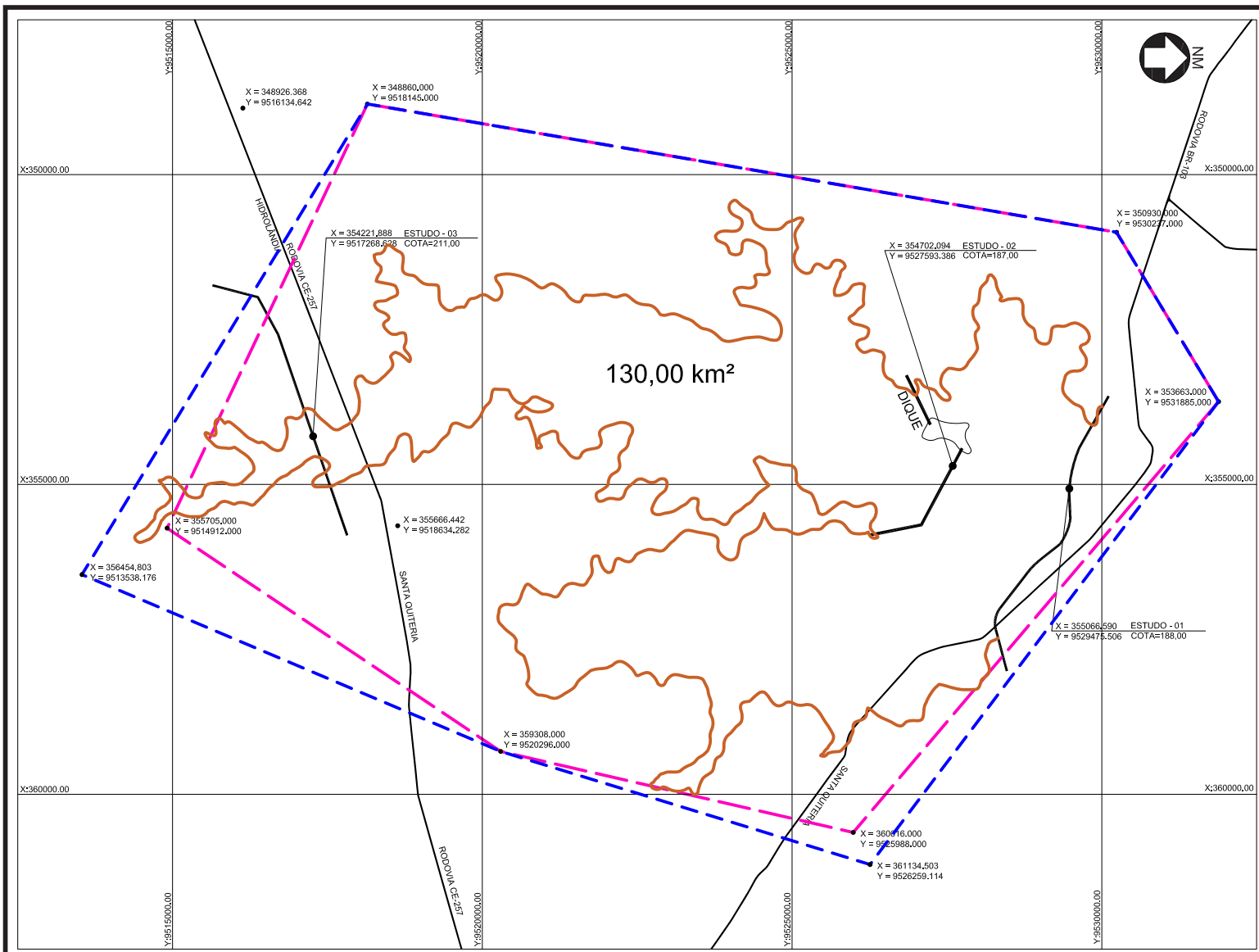
As imagens utilizadas, foram produzidas pela AIR AIRBUS DEFENSE&SPACE com os seguintes *layers*;

- LAYER:05\_PHR1B\_201909151303589\_FR1\_PX\_W041505\_0917\_01728
- LAYER: 05\_PHR1B\_201909151304360\_FR1\_PX\_W041505\_0917\_01728.

A área de interesse definida para o levantamento abrangeu uma área de 141 km<sup>2</sup>, está delimitada pelas seguintes coordenadas UTM, Fuso 24S, Hemisfério Sul, Meridiano Central 39:

- P1: 353663E / 9531885N
- P2: 361134E / 9526259N
- P3: 359308E / 9520296N
- P4: 356454E / 9513538N
- P5: 348860E / 9518145N
- P6: 350930E / 9530237N

Na **Figura 3.2** é apresentada a localização da área de trabalho




- CURVA DE NÍVEL COTA 192,00
- - - ÁREA DEFINIDA PELA TR 130Km<sup>2</sup>
- - - ÁREA EXECUTADA 141Km<sup>2</sup>

ESCALA: 1:100.000


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

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA-RIMA),  
 LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA  
 BARRAGEM POÇO COMPRIDO NO MUNICÍPIO DE SANTA QUITERIA, NO ESTADO DO CEARÁ



**COGERH**  
 Companhia de Gestão  
 dos Recursos Hídricos

**FIGURA 3.2**  
 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA  
 DEIMAGEMENTO



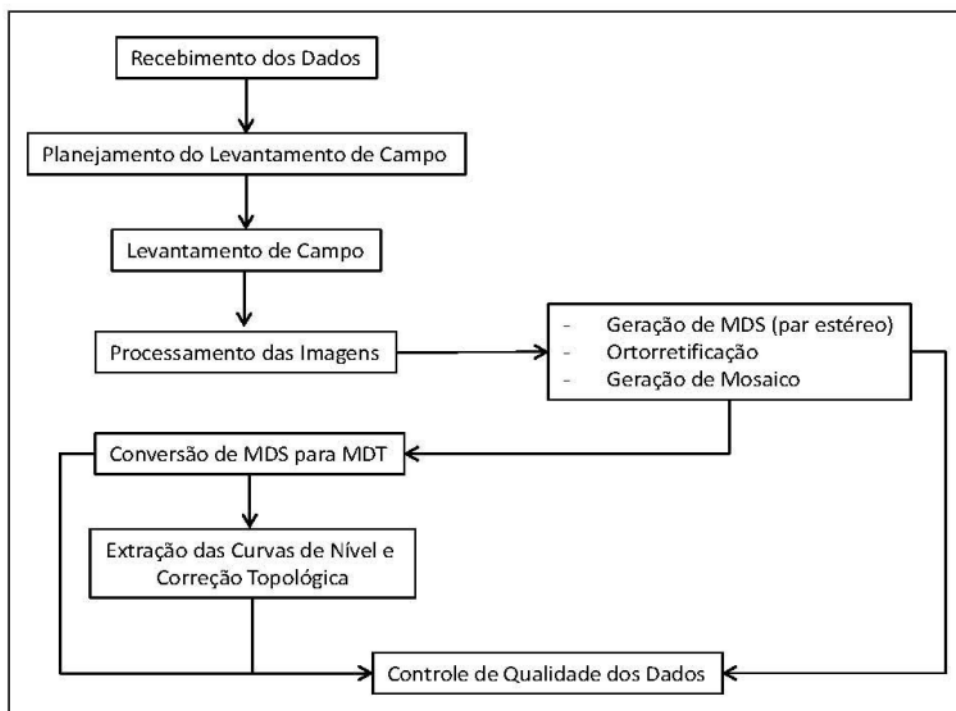
**EPA**  
 EMPRESA  
 DE PROJETOS E  
 ANÁLISES

### 3.2.2 - MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO

A topografia da bacia hidráulica foi executada conforme o termo de referência. Consistiu basicamente em 07 (sete) etapas distintas:

- 1) Recebimento dos dados;
- 2) Planejamento do Levantamento de Campo;
- 3) Levantamento de Campo;
- 4) Processamento das Imagens (Geração do Modelo Digital de Superfície - MDS, Ortorretificação e Geração de Mosaico);
- 5) Conversão de MDS para MDT (Modelo Digital de Terreno);
- 6) Extração e Correção Topológica das Curvas de Nível e
- 7) Controle de Qualidade dos Dados.

Na **Figura 3.3** é possível visualizar o fluxograma com o detalhamento da metodologia.



**Figura 3.3 - Fluxograma com o Detalhamento da Metodologia**

Nesta etapa, foi elaborada a logística de apoio de campo, seleção das áreas de coleta dos pontos de apoio de campo e elaboração dos seus respectivos croquis de localização.

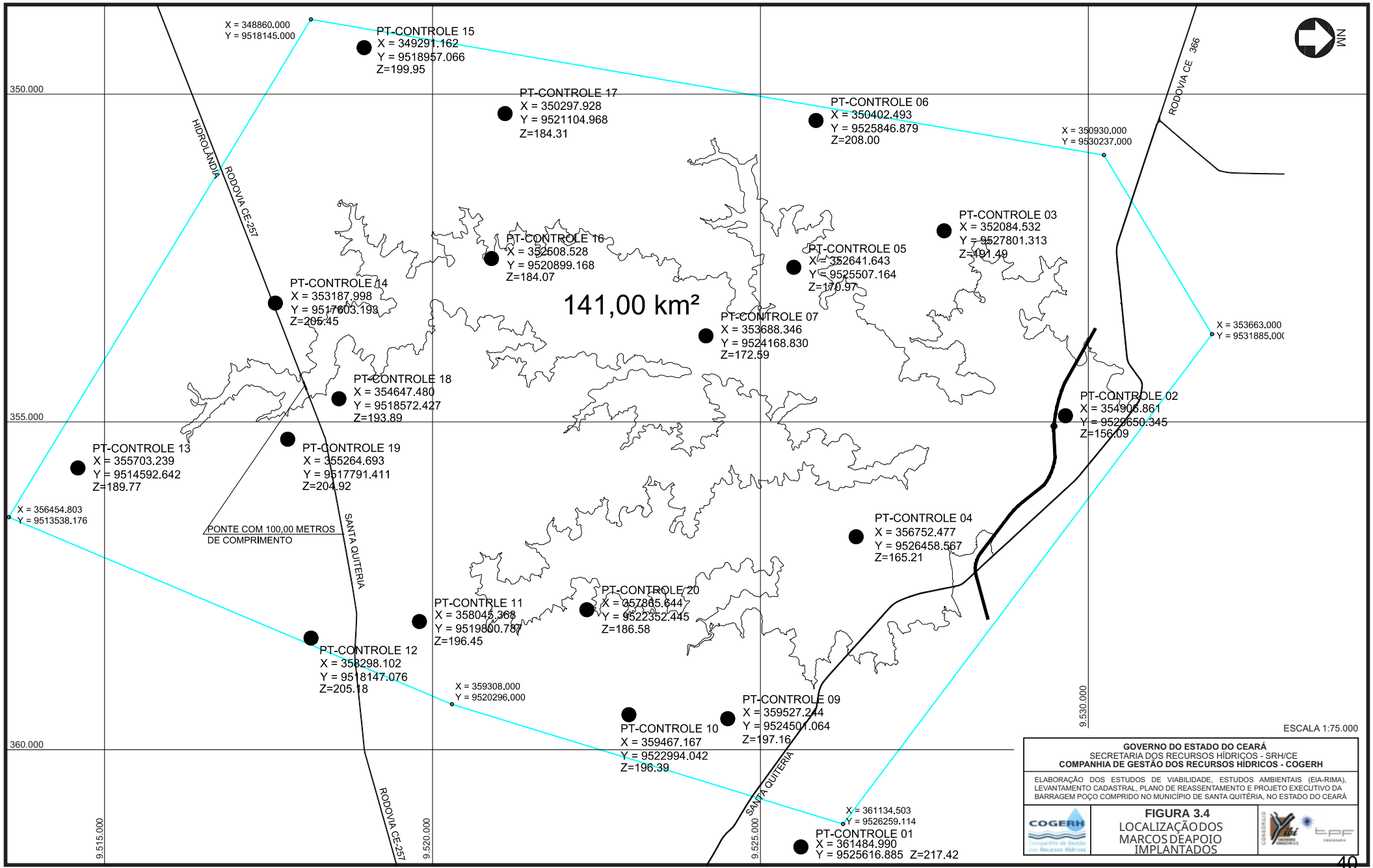
O levantamento de campo realizado englobou as seguintes atividades:

- Mobilização e deslocamento da equipe para a área de trabalho;
- Planejamento das medições dos pontos objetos, conforme indicação inequívoca da localização dos pontos a serem medidos, constando da indicação detalhada da feição correspondente no croqui de localização;
- Planejamento das medições com identificação dos pontos a serem usados como referência para a medição GPS no modo relativo.
- Medição dos pontos materializados para servir de apoio à medição dos pontos objetos. Foram utilizados nesta atividade receptores GPS geodésico;
- Medição georreferenciada ao Sistema Geodésico Brasileiro dos pontos de controle para apoio terrestre do mapeamento por imagens, com receptores GPS geodésico e topográfico.

Foram implantados no total, 20 (Vinte) marcos geodésicos de apoio a fotografia de satélite (**Figura 3.4**). Para o processamento digital de imagens foram realizados os seguintes procedimentos

- a) Geração das Composições Coloridas: Foram geradas composições coloridas com informações de órbita do satélite e importação dos RPCs (Coeficientes Racionais Polinomiais). Neste procedimento foram consideradas as bandas RGB e NIR (vermelho, verde, azul e infravermelho próximo), todas agrupadas em um único arquivo.





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

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA-RIMA), LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO NO MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA, NO ESTADO DO CEARÁ

**FIGURA 3.4**  
LOCALIZAÇÃO DOS MARCOS DE APOIO IMPLANTADOS

b) Ortorretificação das Imagens e Geração de MDS: Foram realizadas as seguintes etapas: coleta de pontos de ligação (Tie Points- TPs); coletas de pontos de controle (GCPs), geração de Modelo Digital de Superfície (MDS) e ortorretificação das imagens.

- i. Coletas de TPs: primeiramente, foi criado um projeto de ortorretificação englobando todas as cenas Kompsat 3A e seus respectivos RPCs (para maiores informações sobre o arquivo RPC. Na segunda etapa, foram coletados pontos de ligação (TPs) na área de sobreposição entre as imagens do mesmo par estereoscópio e entre os diferentes pares;
- ii. Coleta de Pontos de Controle: utilizados os pontos de apoio levantados em campo por DGPS;
- iii. Geração do MDS;
- iv. Ortorretificação das Imagens: Após realizada a coleta de GCPs/TPs, o passo seguinte foi realizar a ortorretificação das cenas adquiridas com maior ângulo de elevação utilizando o MDS e o arquivo Rational Polinomial Coeficiente (RPC), o qual simula as ações e altitude do sensor no momento do imageamento. O RPC aliado a um MDE (MDS ou MDT) permite ao usuário corrigir os deslocamentos dos pixels de uma imagem devido ao relevo com resultados significativos sem a necessidade de se coletar pontos de controle no terreno (DIAL et. al., 2002). A maior ou menor precisão do posicionamento de um pixel em uma imagem corrigida pelo modelo RPC vai depender também da escala dos dados altimétricos utilizados para elaborar o MDE e da declividade da área imageada (SILVA e VERGARA, 2005). Desta forma, vale destacar que a coleta de pontos de controle citada no item anterior, foi imprescindível para garantir a acurácia do MDE e da ortorretificação. Durante esta etapa de ortorretificação, o referencial geodésico das imagens de saída foi convertido para SIRGAS 2000.

c) Geração de mosaico de cenas adjacentes - O mosaico de imagens consiste na junção de duas ou mais imagens com sobreposição para a criação de uma única imagem uniforme. Basicamente, trata-se de criar uma "colcha de retalhos" com diversas imagens e, então, fazer desaparecer as juntas através de procedimentos de equalização e mistura de pixels.

Para que o mosaico pareça uma única imagem, ao invés de uma colagem, é importante que as imagens se encaixem bem. Os melhores resultados são sempre obtidos com

imagens ortorretificadas. Usando um modelo matemático rigoroso, é assegurado o melhor encaixe não só das imagens individuais, mas também das imagens reunidas como um todo.

A primeira etapa da geração do mosaico consistiu na elaboração das linhas de corte (vetor que delimita a área da imagem a ser inserida no mosaico), priorizando as áreas de menores deslocamentos entre as imagens. Na etapa seguinte, foram coletadas amostras na área de sobreposição entre as imagens de forma a equilibrar as cores do mosaico, tornando-o homogêneo.

- d) Processamentos finais das imagens - ao término da geração do mosaico foram realizados os procedimentos de realce de contraste e conversão para o formato GeoTIFF.

De forma a reduzir ao máximo a altura de feições elevadas, tais como edificações e copa das árvores, foi aplicado sobre o MDS gerado um algoritmo interpolador específico. Este algoritmo considera:

- a) A dimensão em pixels dos objetos a serem removidos;
- b) O limite de declividade no qual os objetos são tratados como feições no terreno e, portanto, não são removidos;
- c) Tamanho, em pixels, dos filtros que serão utilizados na interpolação para reduzir as falhas geradas pela remoção de objetos e
- d) Tamanho, em pixel, que será utilizado no filtro de mediana, aplicado na suavização final do produto final.

As curvas de nível foram extraídas automaticamente a cada 2,00 metros de altura, com base no MDT gerado. Alguns ruídos vetorizados automaticamente foram excluídos do arquivo vetorial (shapefile). As linhas sofreram um processo automático de suavização e posteriormente, foram submetidas ao processo de correção topológica, conforme as seguintes regras:

- Não devem existir sobreposição de linhas
- Não devem existir interseção de linhas
- Não devem existir quebras ao longo das linhas
- Linhas de mesma cota devem estar conectadas

- Não devem existir linhas duplicadas
- Cada linha deve ser uma única feição

### 3.2.3 - CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS

Para verificação da ortorretificação, foram analisados os Erros Médios Residuais (RMS) dos pontos coletados em campo através de DGPS.

No que se refere ao mosaico final, foi realizada uma verificação para assegurar que não houve desequilíbrio de cores e deslocamentos entre as cenas que o compõem.

Para avaliação/validação da cota altimétrica do MDT gerado, foram utilizados pontos levantados em campo.

Seguem listagens dos elementos que foram produzidos a partir do processo de imageamento por satélite, destinado à delimitação da bacia hidráulica e que foram entregues a COGERH, na fase de estudos básicos através do relatório **Tomo 2 – Cartografia**, conforme lista a seguir:

- Imagens de Satélite multiespectrais (composição das bandas R, G, B e IR), ortorretificadas, mosaicadas e equalizadas, com alta resolução (resolução de 50 cm ou melhor), em formato GeoTIFF – 8 bits, em projeção UTM e DATUM SIRGAS2000;
- Modelo Digital de Terreno (MDT) em formato GeoTIFF, em projeção UTM datum SIRGAS2000;
- Curvas de nível com intervalos de 2,00 metros e pontos cotados, em formatos ESRI Shapefile e Autodesk DWG;
- Pontos de controle levantados em campo, arquivos RINEX, acompanhado de relatório incluindo croqui e foto de cada ponto;
- Anotação de Responsabilidade Técnica – ART dos serviços de coleta de pontos de controle em campo e dos serviços de processamento das imagens de satélite.
- 1 (uma) coleção impressa de cartas planialtimétricas com curvas de nível com equidistância de 2,00 metros na escala de 1:5.000, no formato A1 (em anexo);
- 1 (uma) coleção impressa das imagens de satélite, com as curvas de nível (equidistância de 2,00 metros) e pontos cotados, com a altimetria devidamente identificada e rotulada, sobrepostos às imagens, na escala de 1:5.000, em papel tamanho A1 (em anexo);

- Plantas e mapas em meio digital no formato AUTOCAD (DWG ou DXF);
- Plantas e mapas em meio digital no formato ESRI ARCGIS (MXD ou MPK);

### **3.3 - TOPOGRAFIA**

#### **3.3.1 - METODOLOGIA DE EXECUÇÃO**

Os serviços de topografia executados na área da barragem Poço Comprido seguiram as orientações preconizadas nos termos de referência e seguiram os seguintes trabalhos:

- Implantação dos marcos de apoio em concreto;
- Locação e abertura de picadas no eixo da Barragem Principal, eixo do vertedouro e canais de desemboque e restituição;
- Georreferenciamento dos marcos de apoio para implantação do eixo barrável;
- Transporte de coordenadas e referencial vertical do nivelamento geométrico;
- Locação, nivelamento e contranivelamento geométrico do eixo barrável, com estaqueamento a cada 20,00 m e levantamento de seções transversais com faixa de domínio de 150,00 metros para jusante e montante;
- Locação dos eixos e implantação de marcos, nivelamento e levantamento das seções longitudinal e transversais do vertedouro;
- Locação das Áreas de Empréstimo e Locação dos furos de sondagem;
- Cálculos e elaboração dos desenhos topográficos.

#### **3.3.2 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS**

Os equipamentos utilizados em campo para o levantamento topográfico dos eixos, diques e região do sangradouro da Barragem Poço Comprido foram:

- GPS Geodésico de dupla frequência L1 e L2 – RTK, precisão horizontal 3mm + 0,5 ppm e vertical 3mm + 0,5 ppm.
- Estação Total – Modelo CTS 3005 W, com precisão angular de 5” e linear de 1mm, Marca TOPOCON.
- Nível Topográfico – Modelo AT-G6, com precisão de 1,5mm/km, da marca TOPOCON..

### 3.3.3 - FORMA DE EXECUÇÃO

#### 3.3.3.1 - Transporte de Coordenadas

Foi utilizado como metodologia para o transporte de coordenadas do eixo da barragem Poço Comprido, a IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso ou Posicionamento Absoluto Preciso), que é um serviço on-line gratuito para o pós-processamento de dados GPS (*Global Positioning System*). Ele permite aos usuários de GPS obterem coordenadas de boa precisão no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e no International Terrestrial Reference Frame (ITRF). No posicionamento com GPS. O termo **Posicionamento por Ponto Preciso**, normalmente faz referência à obtenção da posição de uma estação utilizando as observáveis fases das ondas portadoras coletadas por receptores de duas frequências e em conjunto com os produtos do IGS (*International GNSS Service*). O resultado do IBGE-PPP independe de qualquer ajustamento de rede geodésica e não está associado às realizações ou ajustamentos de rede planimétrica.

Para o Levantamento de campo foi utilizado equipamento tipo GPS RTK (REAL TIME CENTIMETRO), tendo sido corrigida a coordenada e cota da Base pelo PPP (Posicionamento por Ponto Preciso, do IBGE). O equipamento utilizado foi GPS TOPOMAP. T.10, com precisão Horizontal de 5,00 mm e Vertical de 10,00 mm.

Para o transporte das coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*), foi utilizado o marco geodésico do IBGE mais próximos da barragem Poço Comprido, no caso o RN1861F, cuja descrição está no **Quadro 3.1**. Foi realizado o transporte das coordenadas para um marco denominado marco de partida, localizado na ombreira Esquerda do eixo barrado (ver descrição do ponto no **Quadro 3.2**).

Nas **Figura 3.5, 3.6 e 3.7** estão sendo apresentados o relatório final de processamento do RN 1861F, utilizado para aferição do equipamento.

### Sumário do Processamento do marco: 1004827

<b>Início:</b> AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2019/03/26 11:23:02,00
<b>Fim:</b> AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2019/03/26 17:47:09,00
<b>Modo de Operação do Usuário:</b>	ESTÁTICO
<b>Observação processada:</b>	CÓDIGO & FASE
<b>Modelo da Antena:</b>	CHC180 NONE
<b>Órbitas dos satélites:<sup>1</sup></b>	RÁPIDA
<b>Frequência processada:</b>	L3
<b>Intervalo do processamento(s):</b>	1,00
<b>Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m):</b>	5,000
<b>Sigma da portadora(m):</b>	0,010
<b>Altura da Antena<sup>3</sup>(m):</b>	1,847
<b>Ângulo de Elevação(graus):</b>	10,000
<b>Resíduos da pseudodistância(m):</b>	2,96 GPS 4,59 GLONASS
<b>Resíduos da fase da portadora(cm):</b>	1,45 GPS 1,46 GLONASS

### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
<b>Em 2000.4</b> (É a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-4° 15' 08,6392"	-40° 18' 55,8669"	183,84	9529849.104	354003.243	-39
<b>Na data do levantamento<sup>5</sup></b>	-4° 15' 08,6321"	-40° 18' 55,8691"	183,84	9529849.321	354003.175	-39
<b>Sigma(95%)<sup>6</sup> (m)</b>	0,002	0,010	0,008			
<b>Modelo Geoidal</b>	MAPGEO2015					
<b>Ondulação Geoidal (m)</b>	-14,40					
<b>Altitude Ortométrica (m)</b>	198,24					

### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
<b>Após 1 hora</b>	0,700	0,600	0,040	0,040
<b>Após 2 horas</b>	0,330	0,330	0,017	0,018
<b>Após 4 horas</b>	0,170	0,220	0,009	0,010
<b>Após 6 horas</b>	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

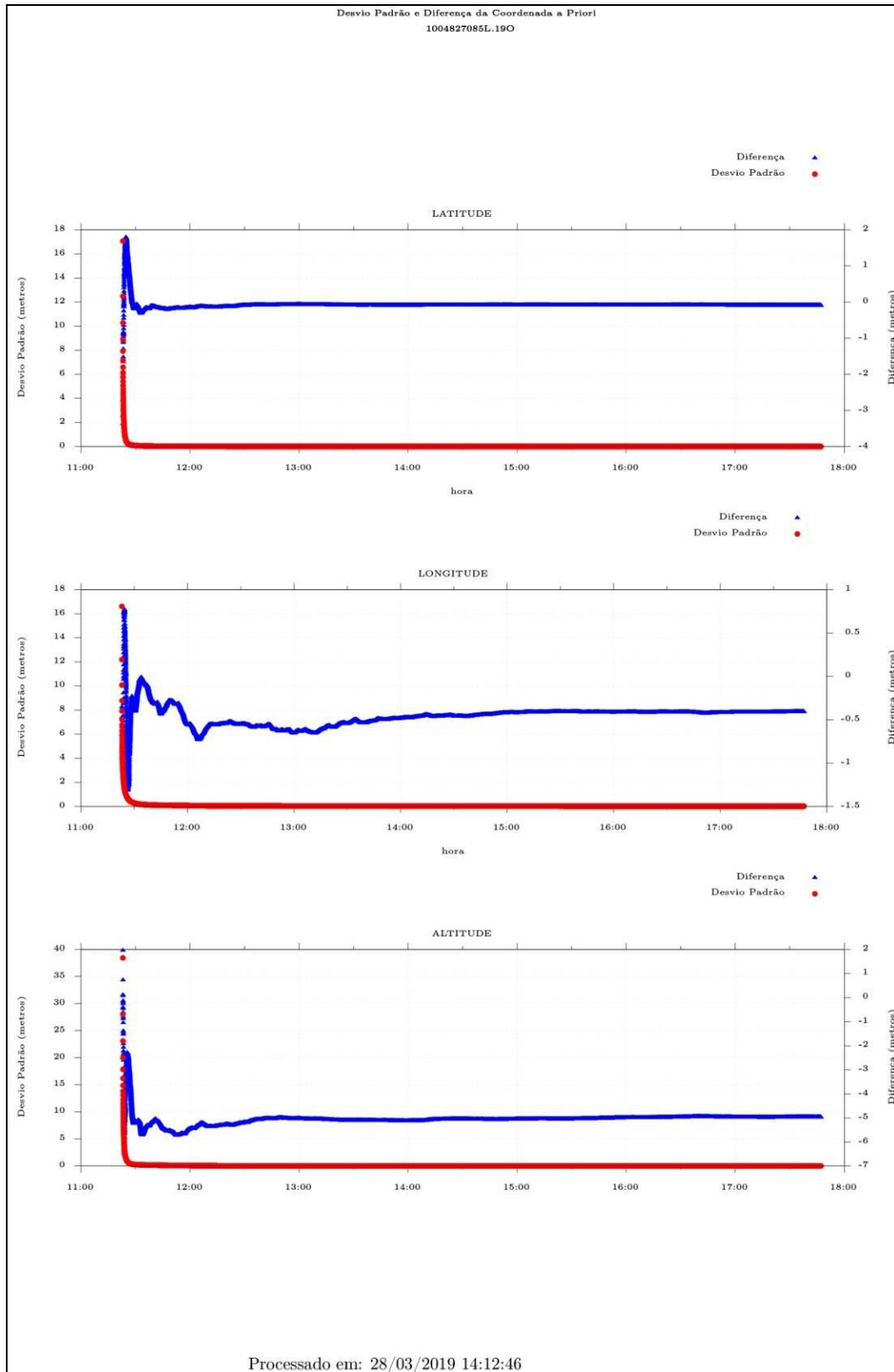
<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).


Processamento autorizado para uso do IBGE.

Figura 3.5 - Processamento através do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE



**Figura 3.6 - Processamento através do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE**



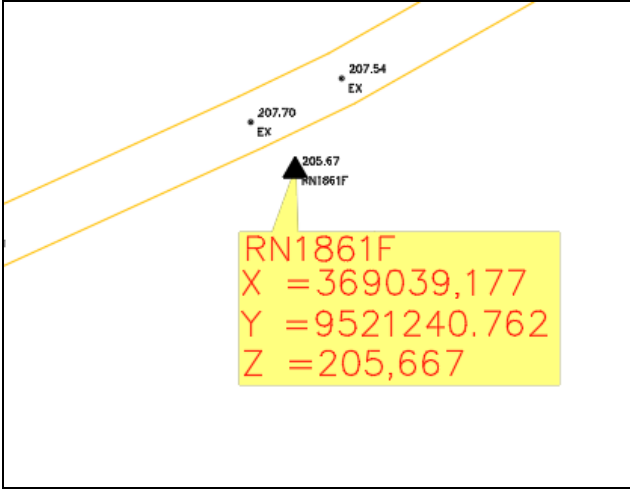

		<b>Relatório de Estação Geodésica</b>	
<b>Estação :</b>	1861F	<b>Nome da Estação :</b>	1861F
<b>Município :</b>	SANTA QUITÉRIA	<b>Tipo :</b>	Referência de Nível - RN
<b>Última Visita:</b>	08/03/2013	<b>Situação Marco Principal :</b>	BOM
<b>Conexões :</b>	EG : 8092913	<b>Última Atualização :</b>	30/07/2018
<b>DADOS PLANIMÉTRICOS</b>		<b>DADOS ALTIMÉTRICOS</b>	
Latitude	04° 19' 50" S	Altitude Normal(m)	205,6671
Longitude	40° 10' 49" W	Nivelamento Geométrico	Datum
Fonte	GPS Navegação	Sigma Altitude(m)	0,091
Origem		Datum	Imbituba
Datum	SIRGAS2000	Data Medição	01/11/1982
Data Medição	08/03/2013	Data Cálculo	30/07/2018
Data Cálculo		Número Geopotencial (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	2.011,487
Sigma Latitude(m)			
Sigma Longitude(m)			
UTM(N)	9.521.232		
UTM(E)	369.028		
MC	-39		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ªedição disponível em : <a href="https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf">https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf</a></li> <li>- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em : <a href="ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf">ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf</a></li> <li>- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em : <a href="https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html">https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html</a></li> <li>- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em : <a href="ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf">ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf</a></li> </ul>			
<b>Localização</b>			
Chapa cravada no lado esquerdo de um bueiro; a 120m além do entroncamento para Varjota e Hidrolândia; a 5,4km além da Igreja Matriz de Santa Quitéria.			
<b>Descrição</b>			
Chapa padrão IBGE.			

**Figura 3.7 - Relatório do RN 1861F**

### Quadro 3.1 - Informações do RN do IBGE

INFORMAÇÕES DO RN DO IBGE	
Nome do RN: 1861 F	Data da Medição: 26/03/2019
Tipo do Marco: CHAPA	
Inscrição da plaqueta: RN2722B	

INFORMAÇÕES SOBRE A LOCALIZAÇÃO	
<b>Localização:</b> Chapa cravada no lado esquerdo de um bueiro a 120 m do entroncamento para Varjota e Hidrolândia, a 5km além da Igreja Matriz de Santa Quitéria	
<b>Município:</b> Santa Quitéria	<b>Estado:</b> Ceará

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTO
 <p> <b>RN1861F</b>  <b>X = 369039,177</b>  <b>Y = 9521240,762</b>  <b>Z = 205,667</b> </p>	

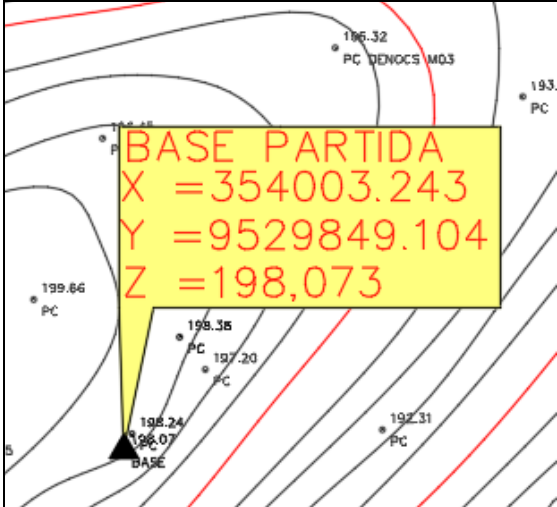

Operador	Data	Processamento	Data	Monografia	Data
DORIVAN	26/03/2019	SAMIRA	28/03/2019	VÂNIA	23/03/2019

COORDENADA DO RN1861F - SISTEMA GEODÉSICO SIRGAS 2000	
UTM (N): 9.521.240,762	ALTITUDE ORTOMÉTRICA: 205,667
UTM (E): 369.039,177	

### Quadro 3.2 - Informações da Base de Partida

INFORMAÇÕES DA BASE DE PARTIDA	
Nome do RN: BASE DE PARTIDA	Data da Medição: 26/03/2019
Tipo do Marco: Concreto	
Inscrição da plaqueta: BASE	

INFORMAÇÕES SOBRE A LOCALIZAÇÃO	
Localização: Chapa cravada no marco de concreto	
Endereço:	
Município: Santa Quitéria	Estado: Ceará

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTO
	

Operador	Data	Processamento	Data	Monografia	Data
DORIVAN	26/03/2019	SAMIRA	28/03/2019	VÂNIA	23/09/2019

COORDENADA DA BASE - SISTEMA GEODÉSICO SIRGAS 2000	
UTM (N): 9.529.849,104	ALTITUDE ORTOMÉTRICA: 198,073
UTM (E): 354.003,243	

#### 3.3.3.2 - Transporte de Cotas

O transporte de cotas foi realizado através do marco do IBGE RN1861 F; chapa cravada no lado esquerdo de um bueiro a 120,00 m do entroncamento para Varjota e Hidrolândia e a 5km além da Igreja Matriz de Santa Quitéria.

A partir do marco do IBGE, foi feito um caminhamento inicial de 14.672,00 m, às margens da CE-366, até o ponto chamado marco de apoio, localizado na ombreira direita da barragem (9.528.313,282;357.219,472). O transporte continuou seguindo o estaqueamento do eixo da

barragem até o marco 0 na ombreira esquerda (3535907,45; 9529819,746), perfazendo assim um total de 18.529,17 m de transporte de cotas. Durante todo o percurso foi efetuado o nivelamento e o contra nivelamento.

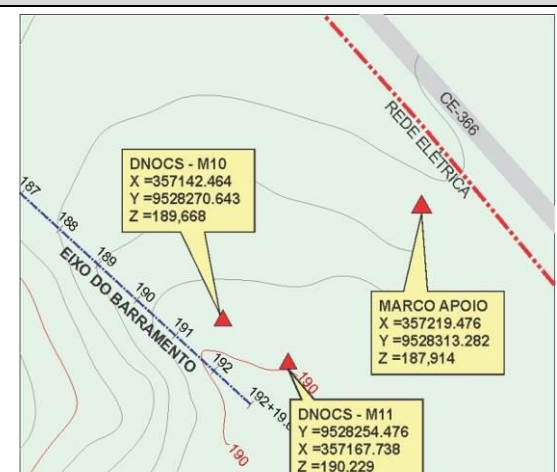

O erro do levantamento de campo foi de 9,00 mm, menor do que a admissível que seria de 53,00 mm, conforme calculado pela fórmula  $12,5 \times \sqrt{k}$  (em milímetros), onde “k” é o comprimento do caminhamento expresso em km, considerando o comprimento transportado de 18,529 km.

A seguir apresentamos o **Quadro 3.3**, com a descrição do ponto da base de partida, final do primeiro trecho transportado. O segundo trecho termina no marco 0 conforme sua descrição no **Quadro 3.4**.

**Quadro 3.3 - Informações do RN: Marco de Apoio**

INFORMAÇÕES DA BASE DE PARTIDA	
Nome do RN: MARCO DE APOIO	Data da Medição: 29/03/2019
Tipo do Marco: Concreto	
Inscrição da plaqueta: BASE	

INFORMAÇÕES SOBRE A LOCALIZAÇÃO	
Localização: Chapa cravada no marco de concreto	
Endereço:	
Município: Santa Quitéria	Estado: Ceará

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTO
	

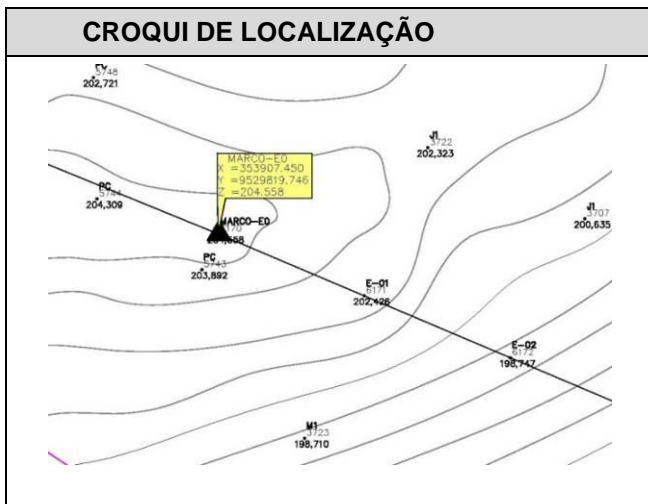

Operador	Data	Processamento	Data	Monografia	Data
DORIVAN	29/03/2019	SAMIRA	28/06/2019	VÂNIA	23/09/2019

COORDENADA DA BASE - SISTEMA GEODÉSICO SIRGAS 2000	
UTM (N): 9.528.313,282	ALTITUDE ORTOMÉTRICA: 187,914
UTM (E): 357.219,476	

### Quadro 3.4 - Informações do Marco 0

INFORMAÇÕES DA BASE DE PARTIDA	
Nome do RN: MARCO 0	Data da Medição: 29/03/2019
Tipo do Marco: Concreto	
Inscrição da plaqueta: BASE	

INFORMAÇÕES SOBRE A LOCALIZAÇÃO	
Localização: Chapa cravada no marco de concreto na estaca 0 no eixo do levantamento da barragem	
Endereço:	
Município: Santa Quitéria	Estado: Ceará

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTO
	

Operador	Data	Processamento	Data	Monografia	Data
DORIVAN	29/03/2019	SAMIRA	28/06/2019	VÂNIA	23/09/2019

COORDENADA DA BASE - SISTEMA GEODÉSICO SIRGAS 2000	
UTM (N): 9529819,746	ALTITUDE ORTOMÉTRICA: 204,558

### 3.3.4 - LEVANTAMENTO DO EIXO BARRÁVEL PRINCIPAL

Os levantamentos topográficos do eixo principal da barragem foram executados através de processos convencionais constando dos seguintes serviços: locação, implantação de marcos para a futura realocação, nivelamento e contranivelamento e levantamento de seções transversais.

### 3.3.4.1 - Implantação de Marcos e Locação do Eixo

Em cada uma das ombreiras foram implantados marcos de concreto, conforme apresentado na caderneta de campo do Relatório de Topografia. O **Quadro 3.5** a seguir apresenta a relação dos marcos implantados

**Quadro 3.5 - Relação de Marcos no Eixo Principal da Barragem**

PONTO	COORDENADAS		COTA	DESCRIÇÃO
	Y	X		
296	9521240,762	369039,177	205,95	RN1861F
1	9529849,104	354003,243	198,356	BASE PARTIDA
932	9528313,282	357219,476	187,914	marco de apoio

### 3.3.5 - Levantamento das Seções Transversais do eixo da barragem

O levantamento das seções da barragem e vertedouro foi realizado com uma estação total, Modelo CTS 3005 W, com precisão angular de 5" e linear de 1mm, Marca TOPOCON. O eixo principal da barragem foi locado e materializado a cada 20,00 metros por pontos estaqueados e numerados através de piquetes de madeira, com ponta cravada no terreno, sendo também indicados através de estacas inteiras ou fracionadas todos os pontos notáveis tais como: talvegues, estradas, afloramentos rochosos, rede elétrica, elevações, mudanças bruscas de inclinação do terreno entre outros

O levantamento da área da barragem teve início na ombreira esquerda na estaca 0+00 m e terminou na estaca 191+18,53 m, perfazendo u-m total da 3.838,53 m.

O levantamento das seções transversais do eixo barrável, abrangeu uma faixa de domínio de 150,00 metros à montante e à jusante do referido eixo. Tendo sido levantadas seções transversais ao eixo, com pontos cotados a cada 20,00 metros de acordo com a faixa de domínio recomendada. Os pontos foram estaqueados, numerados e cotados a cada 20,00 metros, tendo sido implantadas estacas intermediárias indicando elementos importantes como talvegues, estradas, afloramentos rochosos, rede elétrica, elevações, mudanças bruscas de inclinação do terreno etc.

Para o eixo da barragem foram executadas 191 seções de levantamento, com total levantado de 57.300,00 m.

### **3.3.6 - Levantamento das Seções Transversais do vertedouro**

O levantamento dos eixos longitudinal e transversal do vertedouro obedeceu à sistemática descrita anteriormente, sendo que as seções foram prolongadas à montante, até a cota fixada para a soleira. À jusante, a partir de sua soleira, foi feito o levantamento do canal de restituição até o leito do rio, acompanhando o canal de sangria, através de poligonais seccionadas a cada 20,00 metros, com 150,00 metros de largura para cada lado, com pontos cotados a cada 20,00 metros

O eixo do vertedouro levantado foi dividido em dois trechos montante e jusante: de montante com extensão de 860,00 m e o de jusante 980,00 m. Para o eixo do vertedouro foram executadas 100 seções de levantamento, com total levantado de 30.000,00 m.

A partir desses levantamentos foi elaborada uma planta baixa com curvas de nível do terreno natural a cada metro.

### **3.3.7 - Nivelamento das seções da Barragem e vertedouro**

O levantamento altimétrico do eixo principal da barragem Poço Comprido foi realizado utilizando um Nível TOPCON– Modelo AT-G6, com precisão de 1,50 mm/km.

Foram niveladas e contra-niveladas todas as estacas do eixo materializado, partindo do marco de apoio localizado na ombreira direita, chamado marco de apoio, (9.528.313,282;357.219,472). Na ombreira esquerda da barragem foi implantado o marco 0 (3535907,45; 9529819,746). As cotas foram transportadas a partir do marco do IBGE RN1861 F RN 1655L (IBGE).

### **3.3.8 - Levantamento da área de jazida**

O levantamento planimétrico das jazidas foi realizado nas áreas de ocorrências de materiais identificadas pela equipe de geotecnia, materiais estes que serão utilizados na construção da barragem. Através do transporte de coordenadas, todos os furos foram levantados e a poligonal de cada jazida foi amarrada ao eixo da barragem. Todos os poços escavados na investigação das jazidas foram locados, nivelados, numerados e referenciados topograficamente. No Tomo 1A de desenhos do relatório de topografia, foi confeccionada a planta baixa das áreas das jazidas, mostrando a localização de todas as ocorrências de

material, em escala apropriada, além de ter sido elaborada uma planta individualizada para cada jazida.

Abaixo, segue **Quadro 3.6**, que relaciona as jazidas e suas áreas levantadas topograficamente com a sua área de utilização.

**Quadro 3.6 - Quadro do Levantamento de Jazidas**

JAZIDA DE AREIA	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL
1	532.685,81	697.354,22	SOLOS
2	589.424,57	758.226,93	SOLOS
3	482.509,99	671.166,07	SOLOS
4	192.330,08	290.270,74	SOLOS
5	424.488,58	596.680,96	SOLOS
6	428.995,29	576.838,10	SOLOS
7	194.298,04	322.888,61	SOLOS
8	327.962,79	461.443,47	SOLOS
14	329.617,12	475.692,78	SOLOS
15A	174.925,55	237.619,53	SOLOS
16	225.986,40	333.287,25	SOLOS
17	318.977,05	442.510,00	SOLOS
18	366.789,74	497.415,86	SOLOS
19	415.686,17	557.034,69	SOLOS
<b>TOTAL</b>	<b>5.004.677,18</b>	<b>6.421.013,35</b>	<b>SOLOS</b>
JAZIDA DE CASCALHO	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL
15B	189.380,48	258.718,53	REVESTIMENTO
JAZIDA DE AREIA	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL
JA. 1.1	269.071,28	269.071,28	AREIA
JA 1.2	207.429,77	207.429,77	AREIA
JA 1.3	185.178,40	185.178,40	AREIA
JA 1.4	250.077,53	250.077,53	AREIA
<b>TOTAL</b>	<b>911.756,98</b>	<b>911.756,98</b>	<b>AREIA</b>
PEDREIRA	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL

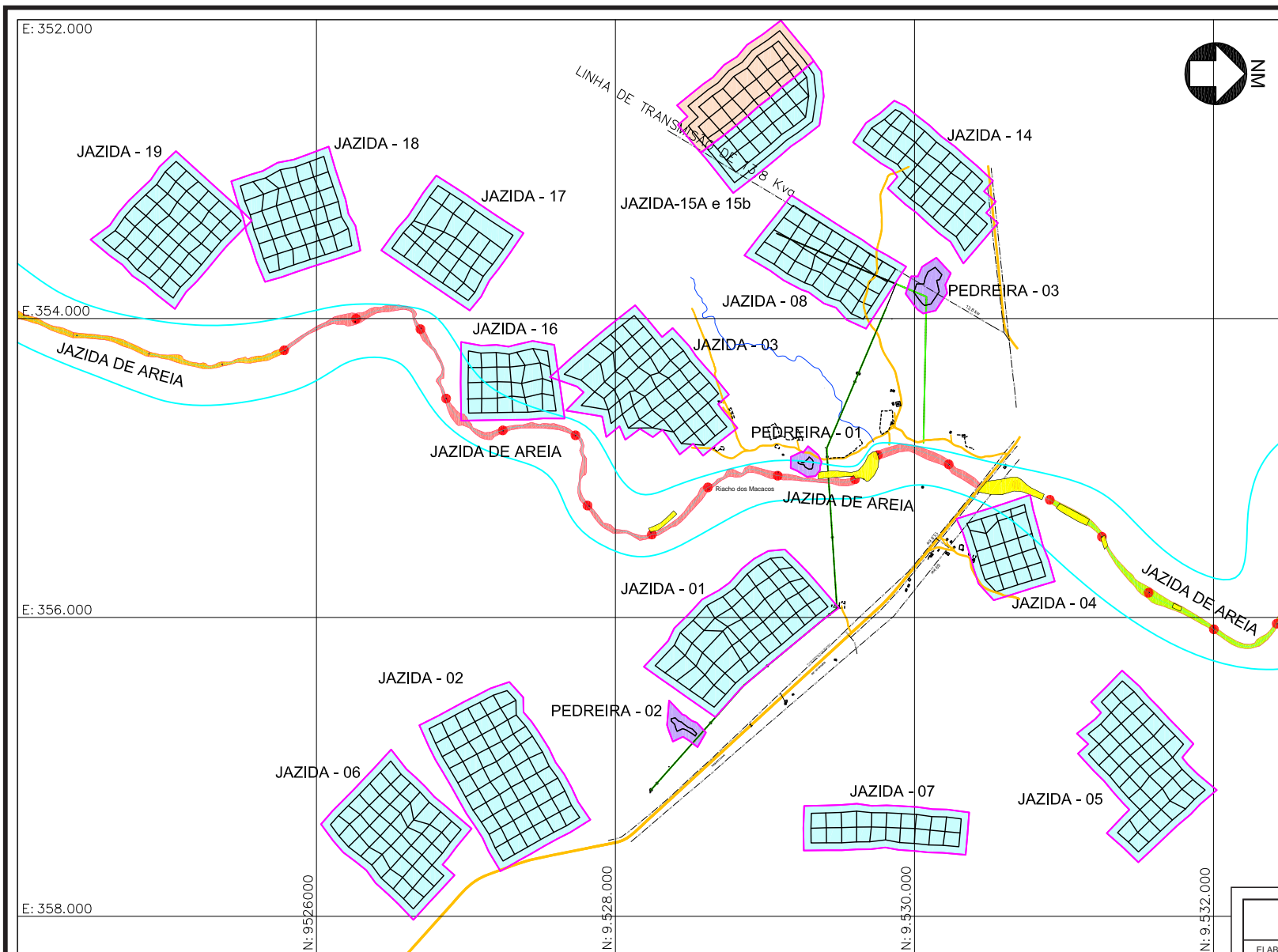


JAZIDA DE AREIA	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL
1	4.131,82	28.320,60	ROCHA
2	6.431,95	39.606,77	ROCHA
3	26.312,88	69.922,40	ROCHA
<b>TOTAL</b>	<b>36.876,65</b>	<b>137.849,77</b>	<b>ROCHA</b>

Apresentamos a seguir, na **Figura 3.8** a localização geral das jazidas.

Para o caso específico da jazida de areia, foram levantados topograficamente todos os 61 pontos de prospecção feitos ao longo do rio dos Macacos. Foi realizado o levantamento de 28,00 km ao longo do rio, com furos a cada 500,00 m. Do total das 61 prospecções de areia foram selecionadas 25 para ensaios de laboratório.

É apresentada a seguir, na **Figura 3.9** a localização dos 61 furos bem como o memorial descritivo de todos os pontos. O areal se apresenta de forma linear ao longo do rio dos Macacos, entremeados, em alguns pontos, por afloramentos de rocha.



**QUADRO DE ÁREAS DAS JAZIDAS**

JAZIDA DE AREIA	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL
1	532.685,81	697.354,22	SOLOS
2	589.424,57	758.226,93	SOLOS
3	482.509,99	671.166,07	SOLOS
4	192.330,08	290.270,74	SOLOS
5	424.488,58	596.680,96	SOLOS
6	428.995,29	576.838,10	SOLOS
7	194.298,04	322.888,61	SOLOS
8	327.962,79	461.443,47	SOLOS
14	329.617,12	475.692,78	SOLOS
15A	174.925,55	237.619,53	SOLOS
16	225.986,40	333.287,25	SOLOS
17	318.977,05	442.510,00	SOLOS
18	366.789,74	497.415,86	SOLOS
19	415.686,17	557.034,69	SOLOS
<b>TOTAL</b>	<b>5.004.677,18</b>	<b>6.421.013,35</b>	<b>SOLOS</b>
JAZIDA DE CASCALHO	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL
15B	189.380,48	258.718,53	REVESTIMENTO
JAZIDA DE AREIA	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL
JA 1.1	269.071,28	269.071,28	AREIA
JA 1.2	207.429,77	207.429,77	AREIA
JA 1.3	185.178,40	185.178,40	AREIA
JA 1.4	250.077,53	250.077,53	AREIA
<b>TOTAL</b>	<b>911.756,98</b>	<b>911.756,98</b>	<b>AREIA</b>
PEDREIRA	ÁREA LEVANTADA EM CAMPO (m <sup>2</sup> )	ÁREA DE CONTORNO (m <sup>2</sup> )	MATERIAL
1	4.131,82	28.320,60	PEDRA
2	6.431,95	39.606,77	PEDRA
3	26.312,88	69.922,40	PEDRA
<b>TOTAL</b>	<b>36.876,65</b>	<b>137.849,77</b>	<b>PEDRA</b>

**LEGENDA**

- JAZIDA DE AREIA TRECHO 01
- JAZIDA DE AREIA TRECHO 02
- JAZIDA DE AREIA TRECHO 03
- JAZIDA DE AREIA TRECHO 04
- ÁREAS DE AFLORAMENTO ROCHOSO
- JAZIDA DE SOLO
- PEDREIRA
- JAZIDA DE REVESTIMENTO

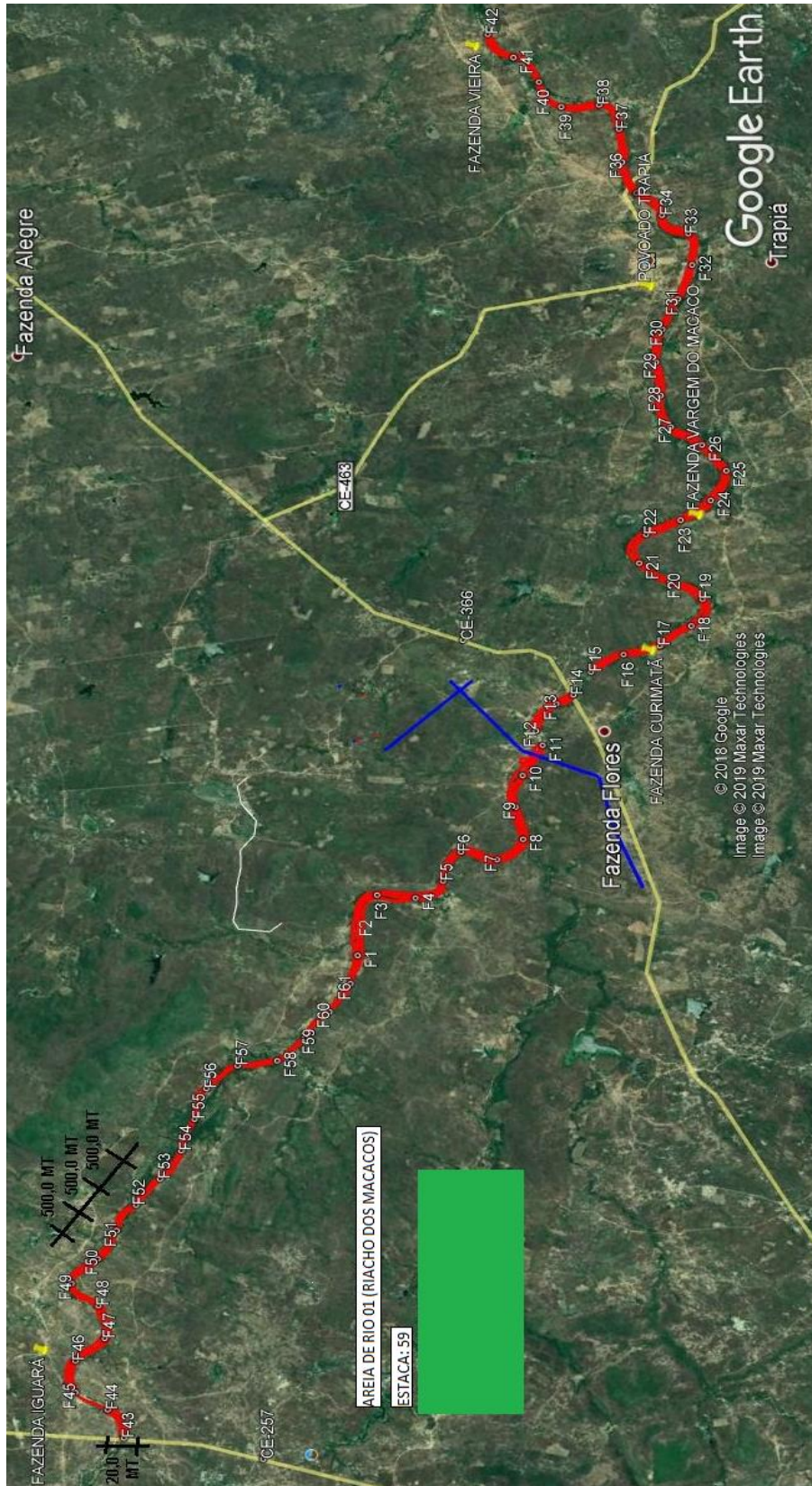
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE  
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA-RIMA), LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO NO MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA, NO ESTADO DO CEARÁ



**FIGURA 3.8  
LOCALIZAÇÃO  
DAS JAZIDAS**





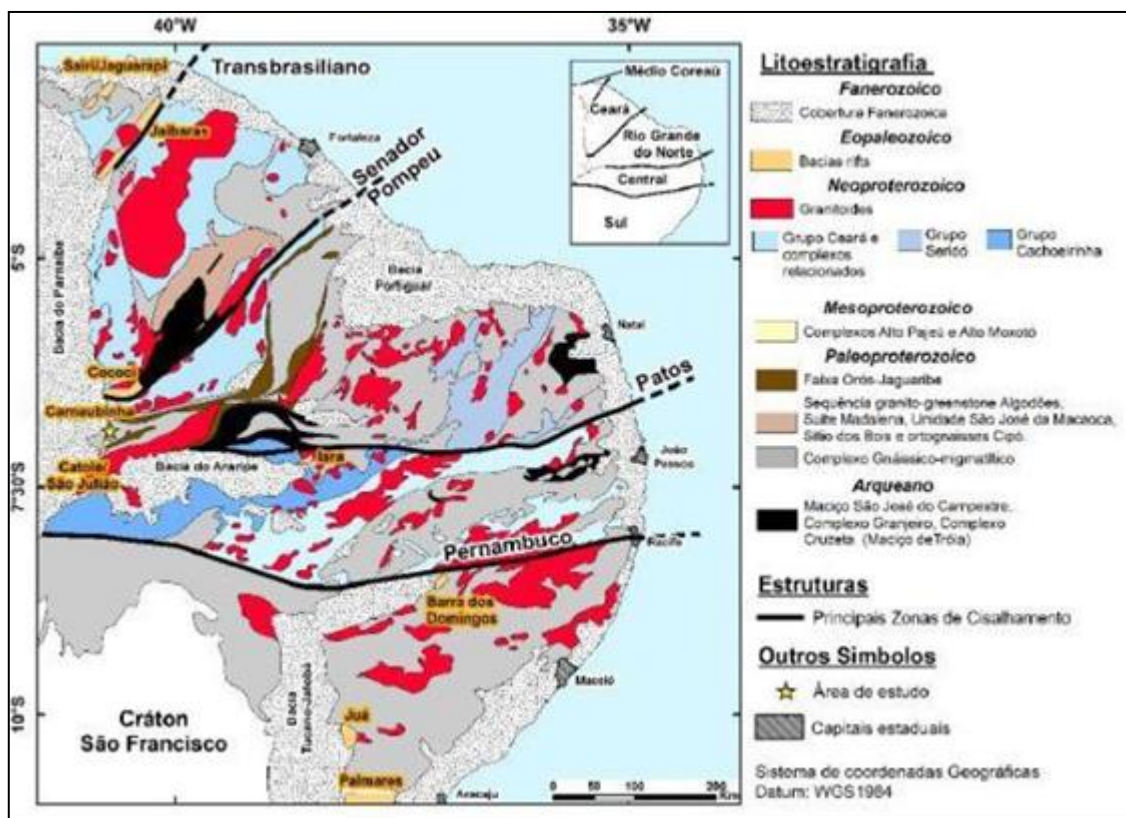
**Figura 3.9 - Croqui da jazida de areia**

### 3.4 - GEOLOGIA E GEOTECNIA

#### 3.4.1 - Estudos Geológico Regional

A área em estudo está inserida na **Província Borborema** (Almeida *et. al.* 1977 e 1981), mais especificamente no Domínio Ceará Central. A **PB** cobre aproximadamente 450.000 km<sup>2</sup> do Nordeste Brasileiro (Almeida *et. al.*, 1977). Nesta porção afloram terrenos pré-cambrianos de idade variando entre o Arqueano e o Neoproterozóico, além de áreas Fanerozóicas. Tem como limites a norte e leste a Província Costeira, a sul o cráton do São Francisco e a oeste a Bacia do Parnaíba (**Figura 3.10**).

Localização Geral das Jazidas



**Figura 3.10 - Província Borborema em destaque, ao nordeste do Brasil e seus principais traços tectônicos e localização do Domínio Ceará Central (DCC).**

**Fonte:** Modificado de Medeiros (2004), in Almeida et al. (2008).

Tendo como base as características geológicas, os extensos lineamentos transcorrentes, informações isotópicas entre outras, Brito Neves *et al.* (2000) subdividiram a Província Borborema em cinco domínios tectônicos principais, a saber:

- i) Domínio Tectônico Médio Coreaú (DMC) – localizado a norte do Lineamento Transbrasiliano e a sul da margem retrabalhada do Cráton São Luís;
- ii) Domínio Tectônico Ceará Central (DCC) – onde está inserida a área de estudo e está situada entre os lineamentos Transbrasiliano e Senador Pompeu;
- iii) Domínio Tectônico Rio Grande do Norte (DRGN) – localizado entre os lineamentos Senador Pompeu e Patos;
- iv) Domínio Tectônico Zona Transversal (ZT) – limitada pelos lineamentos Patos e Pernambuco;
- v) Domínio Tectônico Meridional (M) – situado entre o lineamento Pernambuco e a borda norte do Cráton São Francisco

A **Figura 3.11** na sequência ilustra esta subdivisão dos domínios.



**Figura 3.11 - Província Borborema: principais domínios tectônicos e zonas de cisalhamento.**

Fonte: Brito Neves, 2000 , in BIZZI et al, 2003.

Dentre outras propostas de compartimentação para a Província Borborema, devem ser ressaltados os trabalhos de Van Schmus *et al.* (1995 e 1998). Para estes autores a PB é constituída por um sistema complexo de domínios tectônicos, geralmente balizados por grandes zonas de cisalhamento, compostos por núcleos arqueanos menores e grande volume de embasamento gnáissico paleoproterozóico.

Arthuad *et al.*(1998) compartimentou o Pré – Cambriano do Estado do Ceará em cinco Domínios Tectônicos: NW Ceará, Ceará Central. Orós-Jaguaribe, Granjeiro e Piancó-Alto Brígida. Dentre esta divisão, a área do barramento está inteiramente contida no Domínio Ceará Central.

#### 3.4.1.1 - Atividades Sísmicas

Segundo Sykes (1978), os terremotos intraplacas, como os do Brasil, ocorrem pela reativação de zonas de fraqueza (falhas) pré-existentes. Mais recentemente, Johnston (1989) concluiu que esta reativação não é resultante diretamente do strain elástico originado do movimento das placas, mas, deve ser causada por um stress desviador regional gerado no limite entre elas (ridge puch para o cabo do Nordeste, ver Park,1988) e transmitido até seu interior. Talwani (1989), sugere que a reativação se deve a um ou mais dos seguintes mecanismos:

- a) Amplificação localizada do stress em zonas de fraqueza pré-existentes, como consequência do stress tectônico regional que é transmitido para o interior das placas a partir dos seus limites;
- b) Adição de um stress local ao stress regional via carga de sedimentos em margens continentais passivas ou desglaciação;
- c) Redução da resistência por meios físicos ou mecânicos. Os terremotos são também causados por atividades humanas (sismos induzidos) destacando-se aqueles provenientes do Peso d'água e aumento da pressão de fluidos provocado pelos reservatórios ou da extração de fluidos em aquíferos, poços de petróleo etc. (ver Reilinger e Brown, (1981); Segall, (1989); Scholz, (1990) etc.).

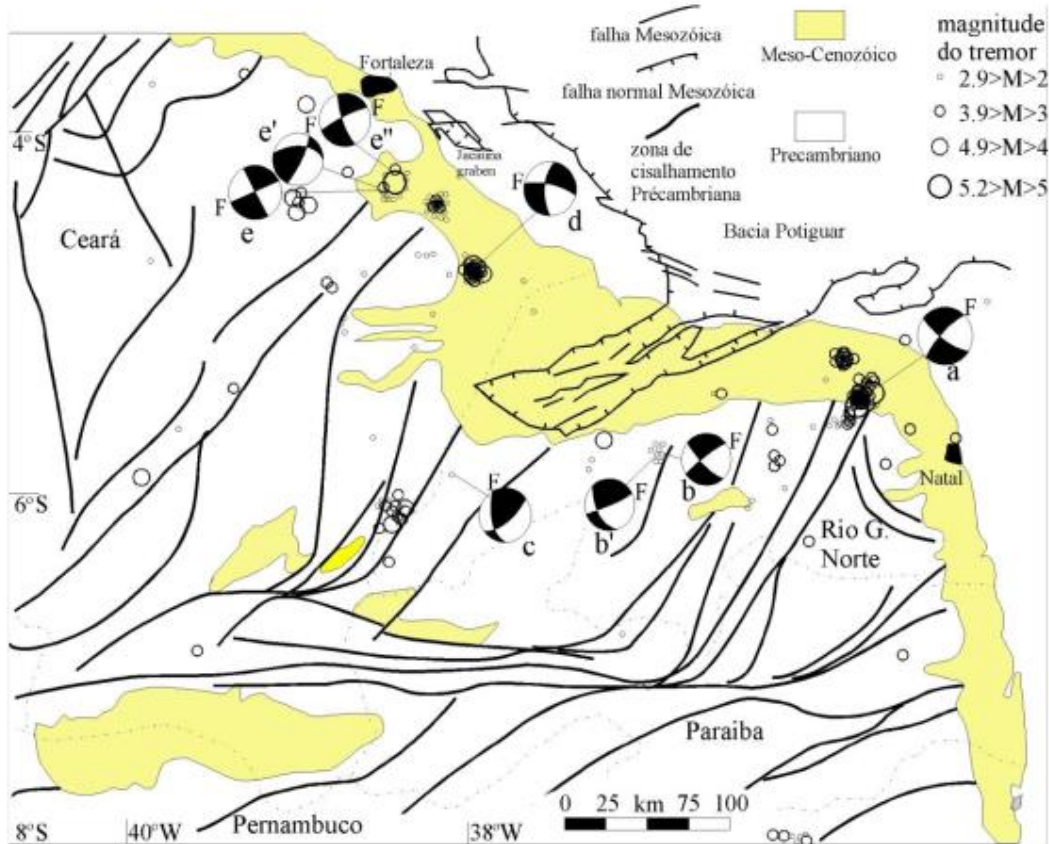
Segundo Scholz (1990), os sismos (inter e intraplacas) são, na maioria, provenientes de instabilidade no deslizamento de falhas pré-existentes. Sendo assim, são muito mais fenômenos friccionais que de resistência à ruptura.

#### 3.4.1.1.1 - A Sismicidade do Nordeste

O Nordeste do Brasil tem apresentado importantes atividades sísmicas. As primeiras Informações sobre estas atividades remontam a 1808 e relacionam-se a um sismo que ocorreu na região de Açú-RN, segundo dados de Capanema (1859, in Berrocal et al. 1984). Essa atividade está distribuída em sítios localizados e persistentes, incluindo eventos com magnitudes  $\leq 5,2$  mb e intensidade  $\leq VII$  MMI, capazes de causar danos importantes para o ambiente urbano da região. São exemplos importantes de outras atividades sísmicas: em Pacajus-CE (1980), em São Rafael-RN (1985-1989), em João Câmara-RN (1986-1989), em Groaíras-CE (1988), em Palhano e Cascavel-CE (1989-1994) e em Tabuleiro Grande-RN (1993), entre outros (Berrocal et al. 1984, Assumpção 1992, Ferreira et al. 1995). (**Figura 3.12**).

O monitoramento efetuado pela equipe de Sismologia do Departamento de Física Teórica e Experimental (DFTE/UFRN) tem mostrado que os epicentros estão concentrados próximos aos limites ou no interior da Bacia Potiguar (eg, Takeya et al. 1989, Ferreira et al. 1995).

Os estudos sismológicos até aqui desenvolvidos (eg, Ferreira 1983, 1987, Assumpção et al. 1985, Takeya et al. 1989, Takeya 1992) indicam que a distribuição da sismicidade não é aleatória, mas está relacionada de maneira ainda pouco conhecida, ao campo de tensões atual e as feições herdadas, incluindo a Bacia Potiguar



(a) João Câmara-RN; (b e b') São Rafael-RN; (c) Tabuleiro Grande-RN; (d) Palhano-CE; (e) Pacajus-CE; (e e e') Cascavel-CE. Modificado de Berrocal et al. (1984) e Ferreira et al. (1998)

### Figura 3.12: Sismicidade e Mecanismo Focais no Nordeste Oriental

#### 3.4.1.1.2 - A Sismicidade do Noroeste do Ceará

As atividades sísmicas do Noroeste cearense são conhecidas desde o século passado, conforme Ferreira & Assumpção, (1983), o primeiro evento noticiado ocorreu no município de Granja, em 1810. Os eventos que alcançaram maior magnitude foram os ocorridos em Groaíras e em Irauçuba (respectivamente, em 1988 e 1991), com réplicas estudadas por Ferreira et al., 1998, alcançando intensidade VI MM. De 1810 até 2008 os dados disponíveis eram quase todos de caráter histórico, com exceção de alguns eventos registrados pela estação NAT, localizada em Natal-RN e operada pela UFRN, pelas estações da rede de Sobradinho, operada pelo IAG/USP, e da rede de Itatiaia, operada pela UnB. Atualmente a região Noroeste do estado possui uma estação sismográfica SBBR instalada na fazenda da EMBRAPA Caprinos, em Sobral e opera na região desde agosto de 2007.

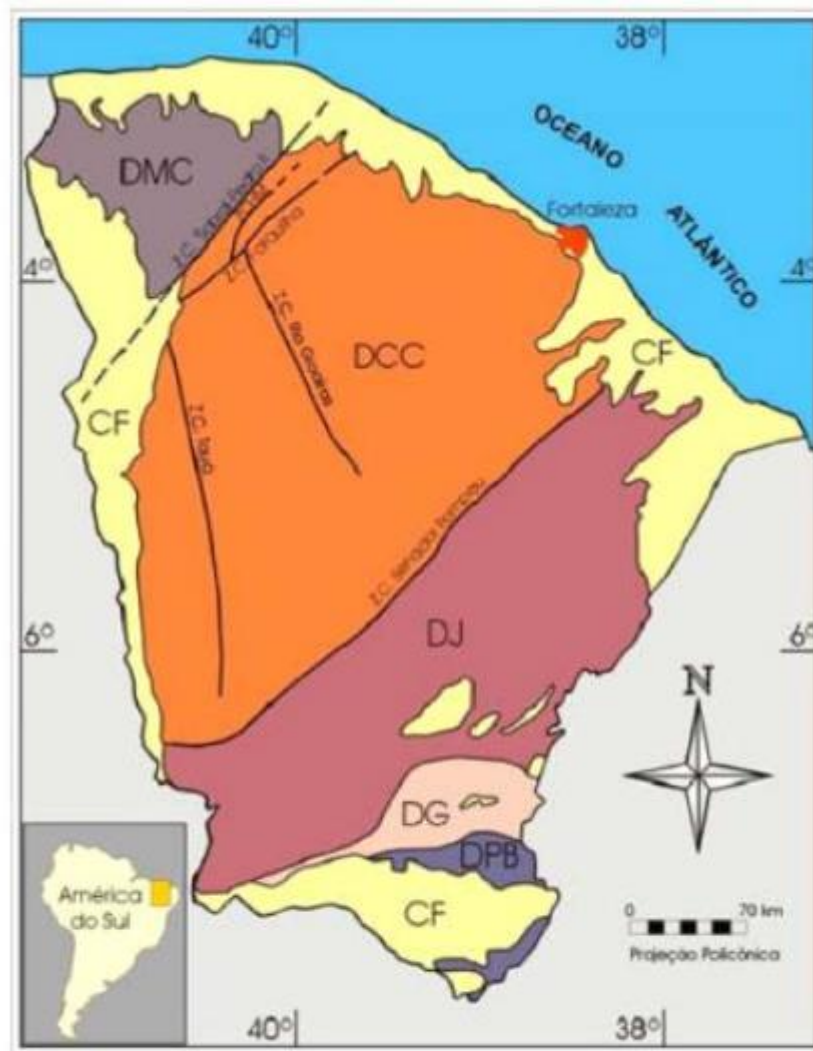


No final de janeiro de 2008 iniciou-se uma intensa atividade sísmica na região de Sobral, com um evento de magnitude 2,5 mb ocorrido no dia 28 desse mês, sendo sentido no distrito do Jordão. A atividade continuou nos meses subsequentes e o evento de maior magnitude, que foram na realidade dois, foram de 4,2 mb e 3,9 mb, ocorridos com uma diferença de apenas três minutos, no dia 21 de maio de 2008.

**Quadro 3.7 - Principais Sismos Ocorridos no Noroeste Cearense – Magnitude >3,0 m**

Localidade	Ano	Magnitude (mb)
Granja	1942	3
São Luis do Curú	1974	3,3
Tapajé	1987	3
Groaíras	1988	3,9 e 4,1
Frecheirinha	1989	3,2
Irauçuba	1991	4,8
Groaíras	1995	3,4
Frecheirinha	1997	3,2
Senador Sá	1997	3,0 e 3,2
Sobral	2008	3,1; 3,7; 3,9 e 4,2

O LTB, no Noroeste do Ceará, aflora entre a Bacia do Parnaíba e a faixa costeira, sendo representado pelo LSP II, dividindo a região em dois Domínios Geotectônicos: o DMC e o DCC; em associação a outras falhas, como a falha Café – Ipueiras, Lineamento Sobral-Pedro II, Massapê, Humberto Monte e Forquilha (**Figura 3.13**).



*ZCHM – Falha Humberto Monte, DMC – Domínio Médio Coreau, DCC – Domínio Ceará Central, DJ – Domínio Jaguaribe, DG – Domínio Granjeiro, DPB – Domínio Piancó – Alto Brígida, CF – Cobertura Fanerozoica.*

### Figura 3.13 - Domínios Tectônicos do Estado do Ceará

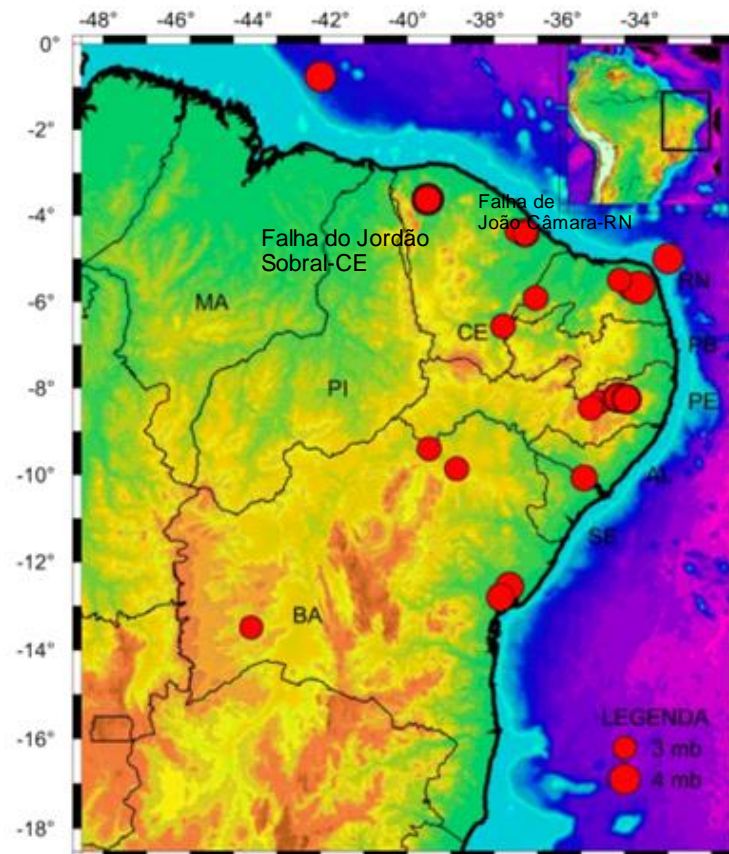
O DMC ocupa uma posição de destaque na formulação de um modelo geodinâmico para a orogênese do Brasiliano, em correlação com os grandes traços da cadeia Pan-Africana na África Ocidental (Jardim de Sá, 1994) e é caracterizado, tectonicamente, por um sistema de zonas de cisalhamento Neoproterozóicas de direção NE-SW, destacando-se o Lineamento Sobral-Pedro II, de descontinuidade de magnitude continental.

A atividade sísmica na região Noroeste do Ceará vem sendo registrada desde o século passado e ultimamente tem se manifestado de forma mais intensa e numerosa (Ferreira et

al., 1998; França et al., 2004). Juntando isto ao fato da região estudada estar localizada em ambiente com histórico de intensa atividade tectônica (DMC).

### 3.4.1.1.3 - A Sismicidade da Região de Santa Quitéria

A região N-NE da Província Borborema possui dois mecanismos focais ativos que mereçam destaque. A falha de João Câmara, no Rio Grande do Norte e a falha do Vale do Jordão próximo à cidade de Sobral no NW do Ceará, este representado na figura pelas aglomerações de pontos vermelhos (**Figura 3.14**). Um terceiro aglomerado é referente à borda da Bacia Potiguar.



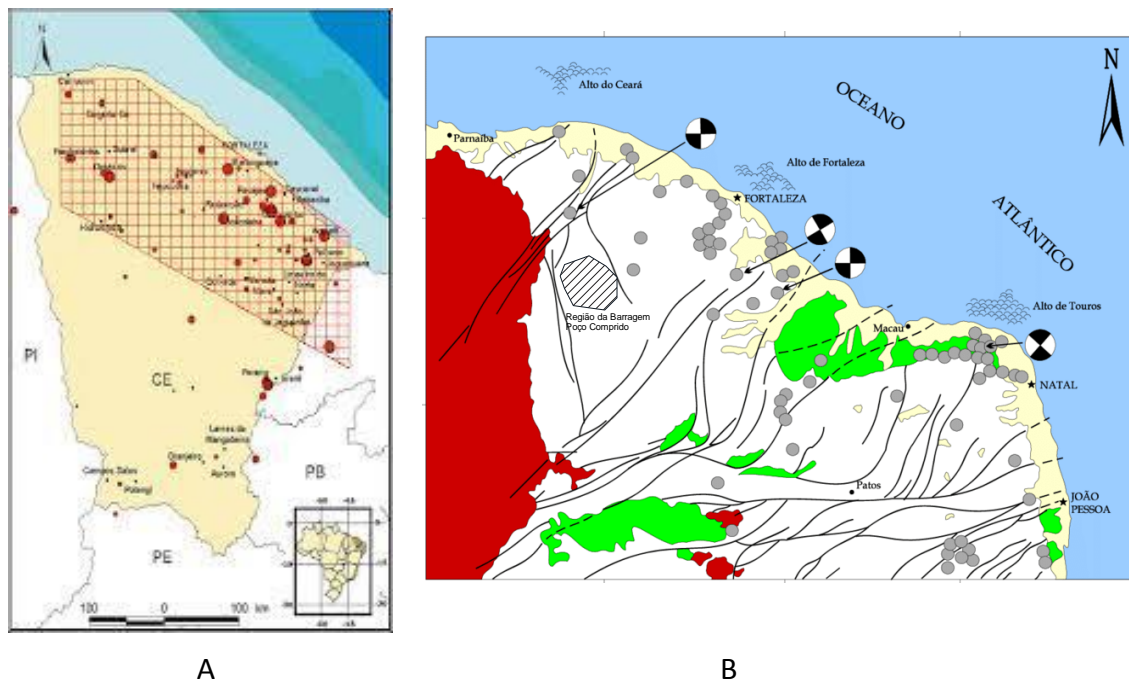
**Figura 3.14 - Mapa recente da atividade sísmica.**

Fonte: @LabSisUFRN; LabSis UFRN ou Laboratório de Sismicidade UFRN Departamento de Geologia.

A região de Santa Quitéria e da Barragem Poço Comprido mais especificamente, está situada sobre um maciço granítico descrito no item “Geologia” como Arco Magmático de Santa Quitéria (Fetter et. al, 1999). Esta unidade geológica está situada em um vazio sísmico da região central do estado do Ceará, localmente sendo classificada de baixa sismicidade.

O estado do Ceará apresenta sua sismicidade condicionada pelo ambiente geológico composto por crosta continental pré cambriana entrecortada por bacias paleozóicas, mesozóicas e cenozóicas, além das atividades neotectônicas das zonas transformantes oceânicas, que são ativas em toda linha de costa também.

A distribuição dos sismos no estado (Figura 3.15A) e na região de Santa Quitéria especificamente, apresenta uma baixa ou nula a atividade sísmica, segundo dados da Defesa Civil do Estado do Ceará.



**Figura 3.15 – (A) Distribuição dos sismos no estado do Ceará, fonte, Defesa Civil do estado CE, (B) Localização da barragem em relação aos sismos registrados no Ceará.**

Isto ocorre pois a barragem está situada sob um batólito granítico denominada outrora de Complexo Tamboril Santa Quitéria atualmente denominado e descrito como Arco Magmático de Santa Quitéria. Seu substrato granítico ocorre na forma de plutons, sheets e diques,

localmente entrecortados por basaltos e fraturados pela tectônica do Neógeno. Sua estrutura é maciça formando um núcleo sólido, em relação aos terrenos xistosos que bordejam o batólito e em parte serve de amortecimento de sismos que venham a ocorrer por exemplo em Sobral onde a atividade sísmica é presente.

Quanto à falha do Rio dos Macacos nunca foi feito um estudo específico nesta porção do Arco Magmático. Em observação de campo não foram notados espelhos de falhas recentes ou mesmo pequenos slumps, em borda de vale com movimentação do solo ou fraturamento do solo com formação de degraus ou sulcos expostos, nem mesmo formação de debris flow.

Foram observados na seca, que poções com água se formam ao longo do curso do rio e nas proximidades do eixo locado. Isto mostra que a falha-fratura do Rio dos Macacos está selada e não apresenta conectividade entre os poções de água que se formam no leito.

Pela análise do histórico sísmico e pelas observações de campo, a área pode ser considerada estável quanto a sismos e com baixa probabilidade de ocorrência.

#### *3.4.1.1.4 - Conclusões dos Estudos Geológicos*

A Barragem Poço Comprido possui suas ombreiras formadas por rocha maciça de composição granítica com textura equigranular a porfirítica, composta por k-feldspatos, plagioclásios, quartzo e biotitas, minerais secundários como muscovita e opalas podem ocorrer.

Estruturalmente apresenta foliação subhorizontal e fraturamento nas direções N-S, NE-SW e E-W. O solo arenoso a siltoso apresenta coloração amarelada com mais ou menos cascalheira, sendo normalmente solos rasos (<2,00 m).

A parte central da barragem é formada por gnaisses migmatíticos com enclaves de anfibólitos, metassedimentos calcissilicáticas e veios de quartzo que também são injetados em inúmeros locais. Estes veios formam cascalheiras de quartzo com blocos angulares em inúmeros locais do eixo. Algumas fraturas/falhas ocorrem na parte central do eixo (zona dos rios). Neste trecho ocorrem depósitos aluvionares e perfis de solo mais espessos que as ombreiras. Este comportamento com mais cobertura, reflete as atividades tectônicas das falhas que movimentaram verticalmente formando rejeitos que podem chegar até 15,00 m.

Estas falhas formaram as próprias drenagens de maior porte (rio dos Macacos e drenagem secundária). Fraturas secundárias também formaram drenagens de menor porte, onde várias delas coincidem com as famílias de fraturas levantadas.

Sete locais apresentam lajedos que devem sofrer desmonte para nivelamento de forma a propiciar o assentamento da barragem. São locais com desnível que variam de 1,00 m até acima de 5,00 m, como no rio dos Macacos. No início do vertedouro também apresentam rocha aflorante (granito) e desníveis que variam de 1,00 m até acima de 5,00 m. Na estaca 0+00 m do eixo, também há rocha aflorante podendo necessitar de desmonte.

Com relação a sismos na região, pela análise do histórico sísmico e pelas observações de campo, a área pode ser considerada estável.

### **3.4.2 - ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO**

Ao longo do eixo da barragem, foram executados 26 furos com um total de 14,77 metros de sondagens à percussão e 17 furos de sondagem mista, sendo que da sondagem mista foram executados 205,45 m do tipo rotativa e 13,88 m percussiva.

A execução dos trabalhos obedeceu ao plano de sondagem apresentado na fase preliminar dos estudos, onde havia previsão de execução faseada em três etapas, que nortearam a ordem de ação. Foram executados preliminarmente, cerca de 7 sondagens mistas com profundidades médias em rocha de 12,00 m, distribuídas ao longo do eixo da barragem. Após a conclusão da perfuração dos furos iniciais, foi avaliado o resultado de cada furo com a ajuda dos perfis de sondagem e de seus testemunhos, o que permitiu concluir pelo prosseguimento da campanha de sondagem para a fase seguinte, até a conclusão de todos os furos previstos.

Para as sondagens no eixo da barragem não foram realizados ensaios de infiltração, conforme definido com a fiscalização, uma vez que a pequena espessura do solo existente sobre o maciço rochoso impossibilitava sua execução e seus resultados poderiam ser duvidosos. Entretanto, foram realizados ensaios de infiltração tipo “Le Franc” apenas no furo SM08, cujos resultados estão sendo apresentados em planilha neste capítulo, no **Quadro 2.10**, com os coeficientes de permeabilidade determinados.

Dos furos previstos no plano de sondagem, não foram executados SM1, SM14, SM15 e SM16. Os furos SM14 e SM15 tinham como objetivo uma possível alternativa de um vertedouro em CCR neste local. Quando da realização das sondagens na fase A, aquelas realizadas próximas às estacas indicadas para os furos SM14 e SM15, apresentavam condições desfavoráveis para execução da alternativa do CCR, sendo estas não executadas no momento. O furo SM21, foi executado a mais do previsto pelo plano de sondagem, para melhor definir o fraturamento existente na altura da estaca 81+00 m.

A **Figura 3.16** identifica as sondagens executadas ao longo do eixo da barragem



**Figura 3.16 - Localização das sondagens no eixo da barragem**

#### 3.4.2.1 - Sondagem mista

Foram realizadas 17 (dezessete) sondagens mistas na região do eixo da barragem, num total de 219,23 metros perfurados, sendo 13,80 m em percussão e 205,45 m em rotativa.

No **Quadro 3.8** a seguir são apresentados os dados técnicos gerais das sondagens mistas realizadas.

**Quadro 3.8 - Sondagens Mistas na Barragem**

FURO	ESTACA	COORDENADAS		COTA (M)	FASE DE EXECUÇÃO	PROF. SOLO (m)	PROF. ROCHA (m)	SPT. MIN. (m)
		Eixo(x)	Eixo(y)					
SM-01	177	9.529.702,692	354.183,572	166,780	B- NÃO EXEC.			
SM-02	167	9.529.624,540	354.367,675	160,610	A	0,6	12,00	33
SM-03	162	9.529.585,600	354.459,778	160,240	B	0,86	12,00	32
SM-04	157	9.529.546,728	354.551,913	155,470	A	0,7	12,50	33
SM-05	151	9.529.499,995	354.662,440	151,180	A	2,6	12,00	17
SM-06	147	9.529.468,722	354.736,073	157,800	B	0,79	12,00	32
SM-07	142+2,45	9.529.429,845	354.828,207	166,720	A	0,9	12,00	39
SM-08	137+1,32	9.529.415,822	354.925,009	160,770	A	1,1	11,65	50
SM-09	132+1,32	9.529.422,340	355.024,796	152,850	A	0,45	12,40	45
SM-10	127+1,32	9.529.428,834	355.124,585	154,630	A	0,95	12,10	26
SM-11	122+1,32	9.529.435,344	355.224,373	159,230	A	0,59	12,00	39
SM-12	117+1,32	9.529.441,842	355.324,161	159,970	A		13,10	45
SM-13	112+1,32	9.529.448,311	355.423,952	161,690	A	0,71	12,50	39
SM-14	24-M60m	9.529.568,814	354.343,894	161,410	B- NÃO EXEC.			
SM-15	24-j60m	9.529.679,204	354390,655	164,610	B- NÃO EXEC.			
SM-16	44-M60m	9.529.412,990	354.712,416	158,970	B- NÃO EXEC.			
SM-17	132-M70m	9.529.361,710	355.027,715	151,400	B	0,8	12,30	30
SM-18	122-M70m	9.529.374,949	355.227,465	159,260	C	0,65	11,50	40
SM-19	127-M70m	9.529.368,422	355.127,678	154,590	B	0,9	12,10	26
SM-20	122-j70m	9.529.488,167	355.119,869	157,400	B	0,6	11,90	39
SM-21	110+1,32	9.529.449,07	355.443,47	164,103	C	0,68	11,40	
<b>TOTAL</b>						<b>13,88</b>	<b>205,45</b>	

### 3.4.2.2 - Ensaios de Perda d'água Específica

É prática corrente observar no decorrer da execução das sondagens rotativas, perdas d'água parciais ou totais, dependendo da importância e densidade do fraturamento da rocha.

O ensaio de perda d'água específica consiste em um aperfeiçoamento desta observação empírica e qualitativa. Ele permite uma informação quantitativa sobre circulação da água em rochas fissuradas, com o objetivo de julgar as possibilidades de consolidação por injeções.

Este ensaio consiste na injeção de água sob pressão em um trecho do furo de sondagem. Foi realizado em 05 (cinco) estágios de pressão, sendo o 1º e 5º estágios sob pressão mínima; os 2º e 4º estágios sob uma pressão intermediária; e o 3º estágio sob uma pressão máxima.

Como medida a favor da segurança da obra, todos os trechos ensaiados contemplaram os estágios acima explanados. Nas sondagens mistas realizaram-se 67 ensaios de perda d'água específica.



De forma geral, a perda d'água em praticamente todos os ensaios foi muito baixa, entretanto, no furo SM-07 localizado na estaca 49 entre as profundidades 9,90 m a 11,80 m e no furo SM-11 localizado na estaca 69+00m entre as profundidades 9,50 m a 12,50 m, o ensaio apresentou uma perda total de água.

O **Quadro 3.9**, a seguir, apresenta os dados técnicos gerais dos ensaios de perda d'água sobre pressão.

**Quadro 3.9 - Ensaios de Perda D'água Específica**

Sondagem	Quant.	Trecho Ensaiaados (m)	Perda d'agua Especifica (l/min/m/kg/cm2)	K (cm/s)	Sondagem	Quant.	Trecho Ensaiaados (m)	Perda d'agua Especifica (l/min/m/kg/cm2)	K (cm/s)
SM-2	4	0,60 - 3,6	2,355	2,46E-04	SM-10	4	0,95 - 3,95	5,223	5,45E-04
		3,6 - 6,6	1,525	1,59E-04			3,95 - 6,95	1,850	1,93E-04
		6,6 - 9,6	1,756	1,83E-04			6,95 - 9,95	1,148	1,20E-04
		9,6 - 12,6	1,480	1,54E-04			9,95 - 12,95	0,740	7,73E-05
SM-3	4	0,86 - 3,86	0,158	1,65E-05	SM-11	3	3,50 - 6,5	3,524	3,68E-04
		3,86 - 6,96	0,100	1,04E-05			6,5 - 9,5	1,333	1,39E-04
		6,86 - 9,86	0,077	8,06E-06			9,5 - 12,5	0,000	perda total
		9,86 - 12,86	0,064	6,72E-06			1,0 - 4,0	3,104	3,24E-04
SM-4	4	0,70 - 3,7	2,521	2,63E-04	SM-12	4	4,0 - 7,0	1,930	2,01E-04
		3,7 - 6,7	1,365	1,42E-04			7,0 - 10,0	0,610	6,37E-05
		6,7 - 9,7	0,686	7,16E-05			10,0 - 13,0	0,600	6,26E-05
		9,7 - 12,7	0,732	7,65E-05			1,0 - 4,0	8,252	8,61E-04
SM-5	4	2,60 - 5,6	6,431	6,71E-04	SM-13	4	4,0 - 7,0	1,333	1,39E-04
		5,6 - 8,6	2,870	3,00E-04			7,0 - 10,0	0,667	6,96E-05
		8,6 - 11,6	2,130	2,22E-04			10,0 - 13,0	1,160	1,21E-04
		11,6 - 14,6	6,296	6,57E-04			1,0 - 4,0	2,530	2,64E-04
SM-6	4	1,70 - 4,7	3,496	3,65E-04	SM-17	4	4,0 - 7,0	1,733	1,81E-04
		4,70 - 7,70	0,068	7,09E-06			7,0 - 10,0	1,019	1,06E-04
		7,70 - 10,7	0,008	8,81E-07			10,0 - 13,0	0,518	5,41E-05
		10,7 - 13,7	0,007	7,43E-07			1,0 - 4,0	2,667	2,78E-04
SM-7	5	0,90 - 3,9	9,883	1,03E-03	SM-18	4	4,0 - 7,0	0,711	7,42E-05
		3,9 - 6,9	9,545	9,97E-04			7,0 - 10,0	0,508	5,31E-05
		6,9 - 9,9	7,652	7,99E-04			10,0 - 13,0	0,276	2,62E-05
		9,9 - 12,9	0,000	perda total			1,0 - 4,0	2,222	2,32E-04
		11,80 - 12,9	15,868	1,66E-03			4,0 - 7,0	2,107	2,20E-04
SM-8	4	0,70 - 3,7	4,000	4,18E-04	SM-19	4	7,0 - 10,0	0,130	1,36E-05
		3,7 - 6,7	1,671	1,74E-04			10,0 - 13,0	0,716	7,48E-05
		6,7 - 9,7	0,379	3,95E-05			1,0 - 4,0	0,321	3,36E-05
		9,7 - 12,7	0,101	1,06E-05			4,0 - 7,0	0,120	1,25E-05
SM-9	3	2,50 - 5,5	0,867	9,05E-05	SM-20	4	7,0 - 10,0	0,048	4,98E-06
		5,5 - 8,5	0,850	8,87E-05			10,0 - 13,0	0,038	3,95E-06
		8,5 - 11,5	0,261	2,73E-05			1,0 - 4,0	2,783	2,91E-04
					SM-21	4	4,0 - 7,0	0,063	6,53E-06
							7,0 - 10,0	0,037	3,85E-06
							10,0 - 13,0	0,053	5,49E-06

### 3.4.2.3 - Sondagem percussiva

Foram realizadas 24 (vinte e quatro) sondagens percussivas, na região do eixo da barragem, num total de 14,77 metros perfurados.

No **Quadro 3.10** a seguir, são apresentados os dados técnicos gerais das sondagens percussivas realizadas.

**Quadro 3.10 - Sondagens percussivas no eixo da barragem**

FURO	ESTACA(m)	COORDENADAS		COTA (M)	PROFUND. SOLO EXECUTADA (m)	SPT MÍNIMO	Descrição do material
		Eixo(x)	Eixo(y)				
SP-01	182	9.529.741,811	354.091,541	171,510	0,67	51	Areia fina, siltosa, argilosa, muito compacta, com pedregulhos, amarela clara.
SP-02	164+10	9.529.605,063	354.413,721	160,400	0,72	29	Areia fina, siltosa, argilosa, com pedregulhos, compacta, amarela clara.
SP-03	155+10	9.529.527,265	354.597,970	153,530	0,92	21	Areia siltosa, argilosa, compacta, cinza escura.
SP-04	149	9.529.484,358	354.699,256	155,740	0,51	32	Silte arenoso, argiloso, muito compacta, amarelo claro.
SP-05	147	9.529.449,176	354.782,095	161,390	0,6	33	Areia siltosa, argilosa, compacta, com pedregulho, amarela escura
SP-06	140	9.529.414,461	354.865,130	167,770	0,52	49	Pedregulho arenoso, argiloso, siltoso, amarelo escuro
SP-07	134+11,32	9.529.419,082	354.974,902	156,600	0,2	38/05	Impenetrável a Percussão
SP-08	129+11,32	9.529.425,591	355.074,694	151,020	3	12	Areia fina, siltosa, argilosa, amarelo claro
SP-09	124+11,32	9.529.432,085	355.174,479	156,750	0,61	40	Pedregulho arenoso, argiloso, muito compacto, amarelo claro.
SP-10	119+11,32	9.529.438,603	355.274,266	159,910	0,93	25	Areia média, argilosa, siltosa, compacta, amarela clara com pedregulhos
SP-11	114+11,32	9.529.445,076	355.374,057	160,070	0	-	Afloramento de rocha
SP-12	107+1,32	9.529.454,757	355.523,744	169,400	0,61	18	Silte arenoso, argiloso, compacto amarelo claro com pedregulho
SP-13	102+1,32	9.529.461,228	355.623,534	177,030	0,52	28	Silte arenoso, argiloso, compacto, amarelo claro
SP-14	92+1,32	9.529.474,199	355.823,113	176,240	0,51	31	Silte arenoso, argiloso, compacto, amarelo claro com pedregulho
SP-15	82+16,36	9.529.416,479	355.992,318	179,010	0,68	22	Argila siltosa, arenoso, dura, cinza clara com pedregulho
SP-16	72+16,36	9.529.262,495	356.119,947	177,440	0,41	31	Areia siltosa, amarela clara com pedregulho
SP-17	57+16,36	9.529.031,517	356.311,386	183,140	0,54	30	Silte arenoso, argiloso, compacto, amarelo claro com pedregulho
SP-18	42+16,36	9.528.808,614	356.511,217	181,680	0,71	26	Silte arenoso, argiloso, amarelo claro com pedregulho
SP-19	27+16,36	9.528.609,564	356.735,670	181,500	0	-	Afloramento de rocha
SP-20	17+16,36	9.528.476,813	356.885,260	182,630	0,48	23	Silte arenoso, argiloso, compacto, amarelo claro com pedregulhos e mica.
SP-23	147-j60m	9.529.523,529	354.759,119	154,400	0,59	44	Pedregulho, arenoso, siltoso, argiloso, muito compacto, amarelo claro.
SP-24	132-j70m	9.529.481,650	355.020,228	150,150	0	-	Afloramento de rocha
SP-25	117-M70m	9.529.381,477	355.327,251	161,920	0,52	5/0	Pedregulho siltoso, argiloso, amarelo escuro
SP-26	117-j70m	9.529.501,221	355.319,418	156,920	0,52	30	Pedregulho, arenoso, siltoso, argiloso, muito compacto, amarelo claro
<b>TOTAL</b>						<b>14,77</b>	

### 3.4.2.4 - Ensaio de permeabilidade

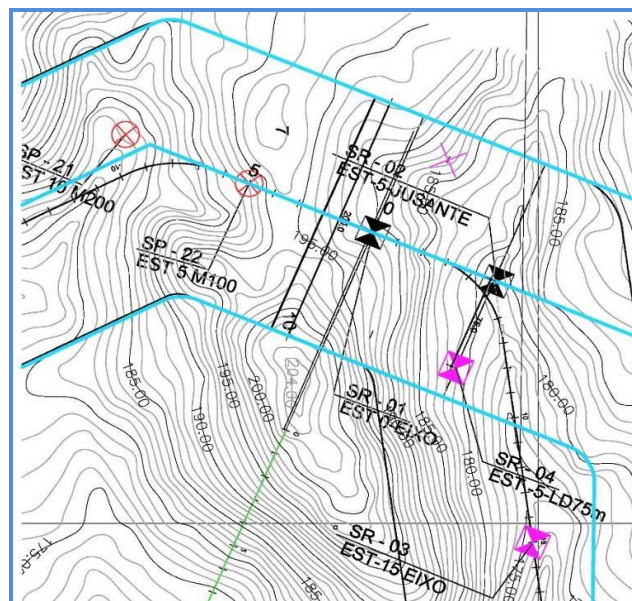
A camada de solo sobre a rocha, ao longo de todo eixo da barragem, é rasa e apresenta espessura média de 0,70 m, o que dificultaria a execução dos ensaios de infiltração nas sondagens mistas e percussivas, tendo sido definida em conjunto com a fiscalização a não execução dos ensaios de infiltração nas sondagens realizadas no eixo da barragem. Entretanto, na sondagem SM-8 foi encontrado um solo com 3,00 m de profundidade, no qual foi realizado o ensaio de permeabilidade a Carga Constante (**Quadro 3.11**).

**Quadro 3.11 - Ensaio de permeabilidade na barragem**

Sondagem	Quantidade	Trecho Ensaiaados (m)	Coef. Permeabilidade (cm/s)
SM-8	2	1,0 - 2,0	2,59E-03
		2,0 - 3,0	1,03E-03

### 3.4.3 - SONDAGENS NO VERTEDOURO

Para avaliação do local da alternativa de local onde deverá ser implantado o vertedouro, foram executadas inicialmente duas sondagens rotativas, indicadas no plano de sondagem, sendo realizadas no provável local da soleira e à jusante da mesma. A **Figura 3.17** identifica as sondagens executadas ao longo do vertedouro.



**Figura 3.17 - Localização das sondagens no vertedouro**

### 3.4.3.1 - Sondagem rotativa - quantitativo

Foram realizadas 4 (quatro) sondagens rotativas, na região do eixo do vertedouro, num total de 80,35 metros perfurados.

No **Quadro 3.12** a seguir são apresentados os dados técnicos gerais das sondagens rotativas realizadas.

**Quadro 3.12 - Sondagem rotativa no vertedouro**

FURO	ESTACA	COORDENADAS		COTA (M)	FASE DE EXECUÇÃO	PROF. ROCHA (m)
		Eixo(x)	Eixo(y)			
SR-01	SAN-EIXO-0	9.529.876,821	353.768,755	190,800	C	20,20
SR-02	SAN-EIXO-e5JUS	9.529.968,979	353.807,574	178,460	C	20,25
SR-03	SAN-EIXO-e15Jus	9.529.990,50	354.001,64	173,772	D	18,9
SR-04	SAN-EIXO-e5JUS75D	9.529.933,29	353.863,01	181,543	D	21
<b>TOTAL</b>						<b>80,35</b>

### 3.4.3.2 - Ensaio de Perda d'água Específica

Foi definido em conjunto com a fiscalização a não execução deste ensaio por motivos já explanados.

### 3.4.3.3 - Sondagem percussiva

Foram realizadas 2 (duas) sondagens percussivas, na região à montante do eixo do vertedouro, num total de 0,89 metros perfurados.

No **Quadro 3.13** a seguir são apresentados os dados técnicos gerais das sondagens percussivas realizadas.

**Quadro 3.13 - Sondagens percussivas**

FURO	ESTACA(m)	COORDENADAS		COTA (M)	PROFUND. SOLO EXECUTADA (m)	SPT MÍNIMO	Descrição do material
		Eixo(x)	Eixo(y)				
SP-21	SAN-EIXO-10MOM200	9.529.692,638	353.690,802	183,130	0	-	Afloramento de rocha
SP-22	SAN-EIXO-15MOM101	9.529.784,729	353.729,779	192,750	0,89	45	Areia fina, siltosa, com pedregulho, cinza claro
<b>TOTAL</b>					<b>0,89</b>		

#### 3.4.3.4 - Ensaio de permeabilidade

Foi definido em conjunto com a fiscalização à não execução deste ensaio.

### 3.4.4 - ESTUDOS DOS MATERIAIS E JAZIDAS

Os estudos das ocorrências dos materiais, para a utilização na construção da barragem Poço Comprido, foram elaborados através do reconhecimento de área em volta do eixo do barramento, de modo que fossem selecionadas as ocorrências potencialmente aproveitáveis, levando-se em conta a qualidade do material e os volumes disponíveis, preferencialmente aquelas localizadas em áreas dentro da bacia de inundação.

Numa etapa inicial, foram identificadas em campo as 14 (quatorze) ocorrências de materiais argilosos e terrosos, pesquisados anteriormente pelo anteprojeto da SEEBLA (1977), as quais somavam um total de 4.600.000,00 m<sup>3</sup> utilizáveis de solo. Vale ressaltar que no estudo supra citado, houve apenas identificação tátil visual e de caracterização do solo a nível de anteprojeto.

É importante citar que, ao longo da atual campanha de prospecção do material, foram descartadas algumas jazidas do anteprojeto da SEEBLA, bem como, identificadas outras com maior potencial em termos de volume de solo e de material similar, perfazendo portanto, um total de 14 jazidas prospectadas.

Também foram prospectadas 03 (três) jazidas de materiais pétreos, substanciais depósitos de areia ao longo do rio dos Macacos e 01 (uma) jazida de cascalho para revestimento de estradas.

O **Quadro 3.14** apresenta a descrição geral das jazidas estudadas

As amostras coletadas foram levadas a laboratório para os ensaios pertinentes. Foram efetuados segundo as prescrições das normas da ABNT, conforme cada caso a seguir:

- **Jazida Terrosa:** As amostras coletadas foram submetidas a ensaios normais de caracterização, constando de determinação de granulometria por peneiramento e sedimentação, limites de consistência de Atterberg ( LL e LP) , compactação Proctor Normal, Umidade, Densidade natural, Ensaio de expansibilidade, Índice de suporte

Califórnia – CBR, Cisalhamento direto lento, Triaxial (UU) não consolidado não drenado, Triaxial (CU) consolidado - não drenado, Permeabilidade (carga variável); Expansividade.

- **Areal:** As amostras coletadas do areal identificado foram submetidas aos ensaios de; granulometria por peneiramento, teor de matéria orgânica e Permeabilidade (carga constante);
- **Pedreira:** coletadas amostras aflorantes e submetidas a Ensaio de Abrasão "Los Angeles".

**Quadro 3.14 - Descrição geral das jazidas estudadas**

Jazida	Distância (m)	Área útil (m <sup>2</sup> )	Esp. Média prospectada (m)	Vol. Disp. (m <sup>3</sup> )	Expurgo (m)	Tipo de material	Proprietário
jazida 1	250,00	697.354,22	1,13	718.274,85	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 2	2.500,00	758.226,93	1,22	849.214,16	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 3	1.300,00	671.166,07	1,19	731.571,02	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 4	1.500,00	290.270,74	1,34	359.935,72	0,1	Solo	Antônio Francisco
jazida 5	3.100,00	596.680,96	1,08	584.747,34	0,1	Solo	Florêncio Magalhães
jazida 6	3.100,00	576.838,10	1,18	622.985,15	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 7	1.400,00	322.888,61	1,09	319.659,72	0,1	Solo	Marco Aurélio
jazida 8	1.300,00	461.443,47	1,19	502.973,38	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 14	1.900,00	475.692,78	1,62	723.053,03	0,1	Solo	José egberto
jazida 15A	2.300,00	237.619,53	1,21	263.757,68	0,1	Solo	Edevan Rodrigues
jazida 16	2.100,00	333.287,25	1,22	373.281,72	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 17	3.000,00	442.510,00	1,13	455.785,30	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 18	4.100,00	497.415,86	1,20	547.157,45	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 19	4.900,00	557.034,69	1,19	607.167,81	0,1	Solo	Bacia Hidráulica
jazida 15B	2.400,00	258.718,53	1,02	238.021,05	0,1	Revestimento	Edevan Rodrigues
Pedreira JP01	200,00	28.320,60	-	38.000,00	0,1	Rocha	Bacia Hidráulica
Pedreira JP02	300,00	39.606,77	-	70.000,00	0,1	Rocha	Bacia Hidráulica
Pedreira JP03	500,00	69.922,40	-	142.500,00	0,1	Rocha	Bacia Hidráulica
jazida JA1.1	14.500,00	269.071,28	1,73	465.493,32	0,1	Areia	Bacia Hidráulica
jazida JA1.2	3.500,00	207.429,77	1,73	358.853,50	0,1	Areia	Bacia Hidráulica
jazida JA1.3	3.500,00	185.178,40	1,73	320.358,63	0,1	Areia	jusante rio Macacos
jazida JA1.4	14.500,00	250.077,53	1,73	432.634,12	0,1	Areia	jusante rio Macacos

#### 3.4.4.1 - Jazidas Terrosas

Foram pesquisadas e delimitadas quatorze jazidas de material terroso, com distâncias economicamente viáveis, próximas à área do eixo da barragem. O material foi coletado e enviado ao laboratório de solos para os ensaios normais de caracterização constando de determinação de:

- Granulometria por peneiramento e sedimentação;

- Limites de consistência de Atterberg (LL, LP);
- Compactação Proctor normal;
- Umidade e Densidade natural;
- Permeabilidade (carga variável).

Ensaio especiais foram realizados para as amostras coletadas nas sondagens das jazidas terrosas, conforme listados a seguir:

- Ensaio de Resistência ao Cisalhamento Triaxial – Tipo CU (Adensado Não-Drenado) em amostras Compactadas;
- Ensaio de Resistência ao Cisalhamento Triaxial UU (não consolidado não drenado) em amostras Compactadas;
- Cisalhamento direto lento;
- Permeabilidade Com Carga Variável;
- Ensaio de expansibilidade;
- Índice de suporte Califórnia – CBR.

As principais características do solo, no tocante à quantidade de material disponível bem como distância média de transporte ao local das obras, estão resumidas no **Quadro 3.15** a seguir.

**Quadro 3.15 - Características das Jazidas de Solo Passíveis de Exploração**

Jazida	Distância (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Esp. Média útil(m)	Vol. Disp. (m <sup>3</sup> )	Expurgo (m)	Classificação do Solo (USC)
jazida 1	250,0	697.354,22	1,13	718.274,85	0,1	SC / SM
jazida 2	2500,0	758.226,93	1,22	849.214,16	0,1	SC / SM
jazida 3	1300,0	671.166,07	1,19	731.571,02	0,1	SC / SM/CL
jazida 4	1500,0	290.270,74	1,34	359.935,72	0,1	SC / SM
jazida 5	3100,0	596.680,96	1,08	584.747,34	0,1	SC / SM
jazida 6	3100,0	576.838,10	1,18	622.985,15	0,1	SC / SM/CL
jazida 7	1400,0	322.888,61	1,09	319.659,72	0,1	SC / SM
jazida 8	1300,0	461.443,47	1,19	502.973,38	0,1	SC / SM
jazida 14	1900,0	475.692,78	1,62	723.053,03	0,1	SC / SM
jazida 15A	2300,0	237.619,53	1,21	263.757,68	0,1	SC / SM
jazida 16	2100,0	333.287,25	1,22	373.281,72	0,1	SC / SM
jazida 17	3000,0	442.510,00	1,13	455.785,30	0,1	SC / SM
jazida 18	4100,0	497.415,86	1,20	547.157,45	0,1	SC / SM
jazida 19	4900,0	557.034,69	1,19	607.167,81	0,1	SC / SM

Os resultados dos ensaios de caracterização realizados em laboratório, com os materiais coletado de cada jazida, complementaram a classificação geotécnica dos materiais, conforme compilados em quadros-resumo a seguir. Os resultados a seguir, constantes dos **Quadros 3.16 a 3.21**, foram extraídos dos boletins de ensaios apresentados no Tomo 4A - Geologia e Geotecnia - Ensaio das Jazidas - Anexos II e resumem os resultados obtidos para cada jazida.

**Quadro 3.16 - Resumo dos Resultados – Ensaio de caracterização dos solos (valores médios por jazida)**

Ensaio de caracterização do solo							
Jazida	Plasticidade (%)			USC	Compactação		I.S.C. (CBR) (%)
	LL	LP	IP		hot (%)	$\gamma_{m\acute{a}x}$ (g/cm <sup>3</sup> )	
1	35	45	10	SC / SM	11,4	1865	18
2	35	45	10	SC / SM	12,3	1810	12
3	35	45	10	SC / SM/ CL	11,7	1828	17
4	37	48	11	SC / SM	11,9	1821	11
5	36	48	12	SC / SM	12,0	1772	10
6	33	44	11	SC / SM /CL	12,1	1800	10
7	36	47	11	SC / SM	11,8	1872	16
8	37	47	10	SC / SM	11,1	1800	11
14	32	44	12	SC / SM	11,8	1844	12
15 A	32	44	12	SC / SM	11,4	1811	11
15 B	32	43	11	SC / SM	11,5	1855	30
16	33	43	10	SC / SM	10,6	1821	11
17	33	43	10	SC / SM	11,5	1787	13
18	37	48	11	SC / SM	11,8	1795	13
19	33	45	12	SC / SM	11,7	1822	12

LEGENDA:

SC – Areia Argilosa

SM – Areia Siltosa

ML – Silte de Baixa Compressibilidade

CL – Argila de Baixa Compressibilidade



**Quadro 3.17 - Resumo dos Resultados – Ensaio Triaxiais CU**

Amostra	Parâmetros Totais		Parâmetros Efetivos	
	Coesão (kPa)	Ângulo de Atrito (°)	Coesão (kPa)	Ângulo de Atrito (°)
J01 - F61	12	16,2	11	33,1
J02 - F21	14	16,4	13	31,9
J03 - F16	9	16	6	32,5
J04 - F30	8	14,8	7	33,7
J06 - F09	22	17,2	18	26,7

**Quadro 3.18 - Resumo dos Resultados – Ensaio Triaxiais UU**

Amostra	Parâmetros Totais	
	Coesão (kPa)	Ângulo de Atrito (°)
J01 - F34	20,0	2,6
J02 - F22	29,0	1,5
J03 - F29	21,0	1,4
J04 - F01	26,0	0,6
J06 - F13	60,0	0,0

**Quadro 3.19 - Resumo dos Resultados – Ensaio Cisalhamento direto lento**

Ensaio de cisalhamento direto lento		
Amostra	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito (°)
JAZIDA 01 - FURO 34	20,1	33,4
JAZIDA 02 - FURO 21	32	28,5
JAZIDA 03 - FURO 16	32,9	25,1
JAZIDA 04 - FURO 13	23	25,5
JAZIDA 06 - FURO 21	23	23,9
JAZIDA 08 - FURO 30	20,1	25
JAZIDA 14 - FURO 19	22,6	23,5
JAZIDA 15 A - FURO 29	26,1	29

**Quadro 3.20 - Resumo do ensaio de permeabilidade a carga variável**

Ensaio de permeabilidade com carga variável	
Amostra	K (cm/s)
JAZIDA 01 - FURO 05	2,8E-06
JAZIDA 01 - FURO 34	3,3E-06
JAZIDA 02 - FURO 21	3,6E-06
JAZIDA 02 - FURO 41	4,2E-06
JAZIDA 03 - FURO 16	4,4E-06
JAZIDA 03 - FURO 44	4,6E-06
JAZIDA 04 - FURO 13	4,4E-06
JAZIDA 04 - FURO 30	4,8E-06

<b>Ensaio de permeabilidade com carga variável</b>	
<b>Amostra</b>	<b>K (cm/s)</b>
JAZIDA 05 - FURO 41	1,3E-06
JAZIDA 06 - FURO 21	5,5E-06
JAZIDA 06 - FURO 49	3,3E-06
JAZIDA 07 - FURO 16	3,4E-06
JAZIDA 07 - FURO 31	3,8E-06
JAZIDA 08 - FURO 30	1,8E-06
JAZIDA 08 - FURO 42	1,2E-06
JAZIDA 14 - FURO 19	1,8E-06
JAZIDA 14 - FURO 40	1,6E-06
JAZIDA 15 A - FURO 07	1,7E-06
JAZIDA 15 A - FURO 29	1,9E-06
JAZIDA 15 B - FURO 15	2,0E-06
JAZIDA 16 - FURO 10	2,1E-06
JAZIDA 16 - FURO 24	3,2E-06
JAZIDA 17 - FURO 01	2,3E-06
JAZIDA 17 - FURO 39	1,8E-06
JAZIDA 18 - FURO 24	1,6E-06
JAZIDA 18 - FURO 41	1,6E-06
JAZIDA 19 - FURO 02	1,4E-06
JAZIDA 19 - FURO 42	4,2E-06

Os corpos de prova foram obtidos segundo NBR 7182/84 - Ensaio de Compactação - Proctor Normal e NBR 6467/86 - Preparação de Amostras.

**Quadro 3.21 - Resumo do ensaio de expansão**

<b>Determinação da expansibilidade</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Expansão (%)</b>
JAZIDA 01 - FURO 05	0,05
JAZIDA 01 - FURO 34	0,04
JAZIDA 02 - FURO 21	0,03
JAZIDA 02 - FURO 41	0,05
JAZIDA 03 - FURO 16	0,04
JAZIDA 03 - FURO 44	0,05
JAZIDA 04 - FURO 13	0,04
JAZIDA 04 - FURO 30	0,04
JAZIDA 05 - FURO 02	0,04
JAZIDA 06 - FURO 15	0,05
JAZIDA 06 - FURO 47	0,03
JAZIDA 07 - FURO 03	0,04
JAZIDA 08 - FURO 42	0,02
JAZIDA 08 - FURO 30	0,04
JAZIDA 14 - FURO 07	0,05
JAZIDA 14 - FURO 40	0,03

<b>Determinação da expansibilidade</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Expansão (%)</b>
JAZIDA 15 A - FURO 29	0,03
JAZIDA 16 - FURO 24	0,05
JAZIDA 17 - FURO 39	0,04
JAZIDA 18 - FURO 24	0,04
JAZIDA 19 - FURO 02	0,03

Os resultados indicaram que as jazidas apresentam na maioria dos casos areia argilosa (SC) ou areia siltosa (SM), em quantidades adequadas à exploração e uso da construção da barragem. As mesmas não apresentarão problema de expansividade do material, uma vez que os resultados específicos apresentaram valores inexpressivos para expansibilidade. Com relação à permeabilidade, as amostras indicam valores em torno de  $k = 10^{-6}$  cm/s, valores estes adequados para serem utilizados na construção do corpo da barragem.

#### *3.4.4.2 - Areal*

Os depósitos de areia identificados, têm seu início demarcado 11,00 km à montante do eixo da barragem e termina 11,00 km à jusante do eixo da barragem, dispostos ao longo do Rio dos Macacos. Na maior parte dos mesmos, está sendo atualmente realizada exploração da forma comercial.

Durante a fase de reconhecimento e prospecção inicial, ao longo de todo trecho mapeado, ficou evidenciado que a areia identificada possuía as mesmas características táctil e granulométrica, entretanto para efeito de exploração a jazida de areia foi subdividida em quatro trechos, sendo dois a montante do eixo da barragem e dois a jusante; sendo elas assim subdivididas;

- JA1.1 - trecho entre o poço 43 a 61;
- JA1.2 - trecho entre o poço 01 a 14;
- JA1.3 - trecho entre o poço 14 a 28;
- JA1.4 - trecho entre o poço 28 a 42.

O areal foi estudado através de um alinhamento pelo leito do Rio dos Macacos, com sondagem a trado espaçadas a cada 500,00 m ao longo dos depósitos, com diâmetro de 4".

Foram coletadas 25 (vinte e cinco) amostras do areal para realização da classificação tátil-visual, granulometria por peneiramento (DNER - ME 51-64), teor de matéria orgânica e permeabilidade a carga constante. Vide resumo dos quantitativos no **Quadro 3.22**.

**Quadro 3.22 - Ensaio realizados na areia**

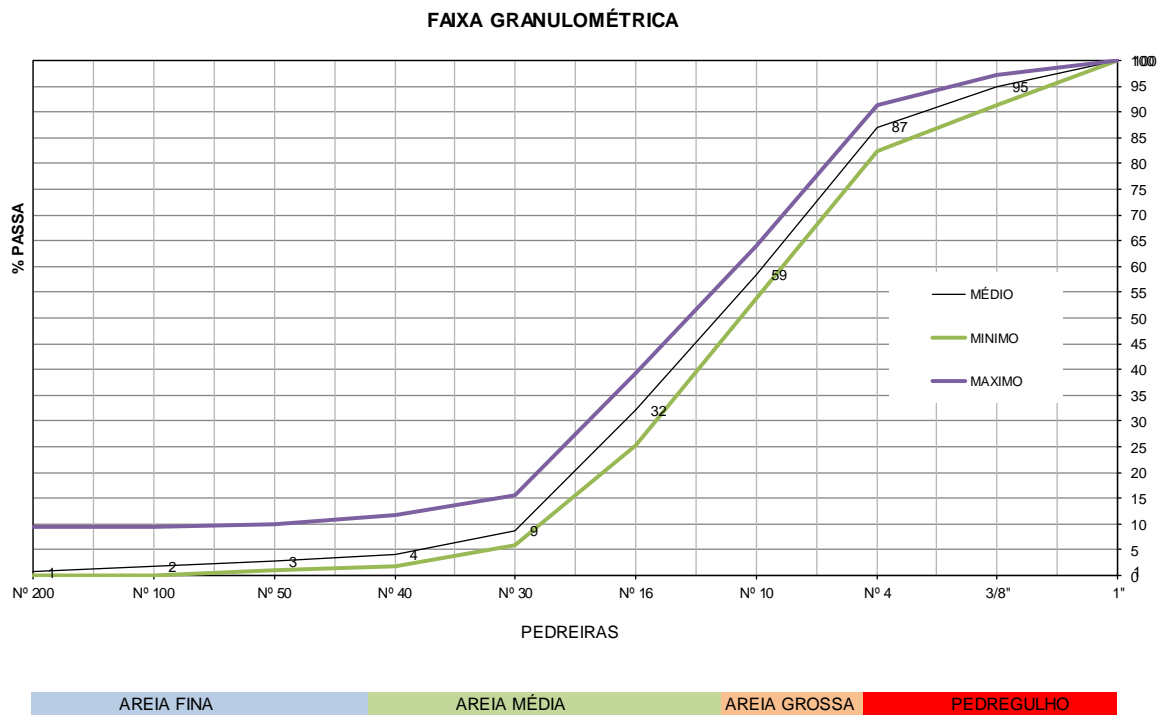
2.0	Ensaio em Areia		Quant.
2.1	Sondagem a trado	m	105,7
2.2	Preparação/coleta de amostras	und	25
2.3	Granulometria por Peneiramento	und	25
2.4	Teor de Matéria Orgânica	und	10
2.5	Permeabilidade (carga constante)	und	25

As principais características dos depósitos de areia estão resumidas nos **Quadros 3.23 a 3.24** a seguir e na **Figura 3.18** está apresentada a faixa granulométrica da areia estudada.

**Quadro 3.23 - Principais características do depósito de areia ao longo do Rio dos Macacos**

DESCRIÇÃO	JAZIDA-JA1.1	JAZIDA-JA1.2	JAZIDA-JA1.3	JAZIDA-JA1.4
Área (m <sup>2</sup> )	269.071,28	207.429,77	185.178,40	250.077,53
Espessura média (m)	1,30	1,30	1,30	1,30
Volume utilizável (m <sup>3</sup> )	349.792,67	269.658,70	240.731,92	325.100,79
Expurgo (m)	0,10	0,10	0,10	0,10
Distância média para barragem	14.500,00	3.500,00	3.500,00	14.500,00
Malha (m)	500*500	500*500	500*500	500*500

Com base no estudo de identificação dos trechos da jazida de areia, os trechos JA1.2 e JA1.3, deverão ser aproveitadas inicialmente para os filtros da barragem assim como na confecção dos concretos da obra. Os trechos da jazida JA1.1 e JA1.4, ficaram como reserva técnica na utilização na barragem devido às suas distâncias de transporte menos favoráveis.



**Figura 3.18 - Faixa Granulométrica da Areia**

Outra necessidade de estudo se refere ao teor de matéria orgânica presente nos depósitos, cujo fator pode ser impeditivo à utilização de determinada área explorável.

O **Quadro 3.24** resume os valores obtidos em laboratório.

**Quadro 3.24 - Resumo de determinação do teor de matéria orgânica da areia**

Determinação do teor de matéria orgânica do solo	
Amostra/Furo	MO (%)
1	0,04
3	0,06
5	0,03
7	0,05
9	0,04
11	0,02
13	0,06
15	0,04
17	0,02
19	0,05

Como já explanado, a areia necessária à obra foi encontrada em bancos de areia ao longo do rio dos Macacos e classificada como SP – areia fina a média mal graduada, com coeficiente de uniformidade  $CNU = D_{60}/D_{10}$  variando entre 3,34 a 5,00 que corrobora a classificação de uma areia mal graduada.

Os ensaios de permeabilidade com carga constante revelaram valores em torno de  $k = 1,0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$  a  $1,6 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ , conforme apresentado no **Quadro 3.25** a seguir.

**Quadro 3.25 - Resumo do ensaio de permeabilidade com carga constante da areia**

Ensaio de permeabilidade com carga constante	
Amostra	K (cm/s)
1	1,0E-03
2	1,2E-03
3	1,3E-03
4	1,1E-03
5	1,4E-03
6	1,0E-03
7	1,5E-03
8	1,3E-03
9	1,4E-03
10	1,2E-03
11	1,2E-03
12	1,4E-03
13	1,6E-03
14	1,3E-03
15	1,2E-03
16	1,5E-03
17	1,4E-03
18	1,3E-03
19	1,6E-03
20	1,5E-03
21	1,4E-03
22	1,2E-03
23	1,3E-03
24	1,6E-03
25	1,5E-03

Vale ressaltar que não foi previsto em contrato, o ensaio de reação álcalis-agregado para a areia e para a brita que serão utilizadas no concreto.

#### 3.4.4.3 - Pedreira

Um afloramento de rocha gnáissica migmatíticas são, de coloração acinzentada, se desenvolve ao longo do eixo da barragem e nas suas proximidades. Destes foram selecionadas e estudadas alternativas, como fonte de material pétreo para transições, espaldares de enrocamento e concreto.

Caso confirmado nos estudos posteriores, o posicionamento do vertedouro no local indicado inicialmente será a melhor alternativa para rocha a ser explorada.

No estudo, foram pesquisadas e delimitadas três pedreiras, denominadas *JP-01*, *JP-02* e *JP-03*, distando em média 500,00 m do eixo da barragem e destas foram coletadas amostras para ensaios de Desgaste por Abrasão tipo “Los Angeles” (DNER - ME 35-64).

A pedreira JP-01 está localizada na ombreira esquerda da barragem a menos de 200,00 m de distância do eixo, a segunda pedreira JP-02, está localizada na ombreira direita próximo à CE-366 e a 300,00 m do eixo da barragem e a pedreira JP-03 está localizada na ombreira esquerda na altura do eixo do canal de restituição do vertedouro. O **Quadro 3.26** resume as características físicas das pedreiras e o **Quadro 3.27** resume os Ensaios de Desgaste à Abrasão Los Angeles, realizados nas amostras extraídas da superfície aflorante.

**Quadro 3.26 - Características das Pedreiras Passíveis de Exploração**

Jazida	Distância (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Esp. Média (m)	Vol. Disp. (m <sup>3</sup> )	Expurgo (m)
Pedreira JP01	200,0	28.320,60	1,34	38.000,00	0,1
Pedreira JP02	300	39.606,77	1,77	70.000,00	0,1
Pedreira JP03	500	69.922,40	2,04	142.500,00	0,1

**Quadro 3.27 - Resumo do Ensaio de Desgaste à Abrasão *Los Angeles***

<b>Determinação da abrasão <i>Los Angeles</i></b>	
<b>Amostra</b>	<b>Perdas (%)</b>
01 - Pedreira 1	23
02 - Pedreira 1	21
03 - Pedreira 1	18
04 - Pedreira 2	22
05 - Pedreira 2	19
06 - Pedreira 2	22
07 - Pedreira 3	24
08 - Pedreira 3	19
09 - Pedreira 3	24
10 - Pedreira 3	23

Os resultados indicaram valores de 18% a 24%, o que traduz uma boa resistência mecânica do material para uso como agregado, estando em conformidade com o preconizado nas normas da ABNT. Esta parametriza que o agregado deve ser constituído por partículas limpas, duras, resistentes, isentas de torrões de argila e substâncias nocivas. Deverá apresentar como características tecnológicas valores de desgaste Los Angeles menor ou igual a 40%.

#### *3.4.4.4 - Jazidas para revestimento*

Foi pesquisada e delimitada uma jazida de material de revestimento, com objetivo de utilização como revestimento das estradas de serviço e de acesso a barragem, com distância economicamente viável, próxima à área do eixo da barragem. A área escolhida é a denominada Jazida 15B.

A área escolhida foi sondada através de poços de inspeção (sondagem a pá e picareta), em malha entre furos de 100x100m e coletado amostra em 20% dos furos, em pontos aleatórios. Para cada furo foi feita caracterização táctil-visual, e definido o perfil do solo



prospectado, em seguida levado ao laboratório as amostras para os ensaios de caracterização, compactação e CBR.

As principais características da jazida estão resumidas nos **Quadros 3.28 e 3.29** a seguir.

**Quadro 3.28 - Características da Jazida de revestimento**

Jazida	Distância (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Esp. Média (m)	Vol. Disp. (m <sup>3</sup> )	Expurgo (m)	Classificação do material (SUCS)
jazida 15b	2400,0	202853,9	1,10	223.425,00	0,1	SC

**Quadro 3.29 - Resumo dos Ensaios de Caracterização da Jazida para revestimento**

Ensaios de caracterização do solo							
Jazida	Plasticidade (%)			USC	Compactação		I.S.C (CBR) (%)
	LL	LP	IP		hot (%)	$\gamma_{\text{máx}}$ (g/cm <sup>3</sup> )	
15 B	32	43	11	SC	11,5	1855	30

### 3.4.5 - ESCAVAÇÕES OBRIGATÓRIAS

O projeto prevê uma grande quantidade de escavação obrigatória na fundação da barragem e no vertedouro. Com isso, há a sugestão de que o material resultante das escavações seja avaliado e selecionado previamente em campo e em laboratório de forma a viabilizar a sua utilização durante as obras.

Uma primeira indicação seria de que parte da escavação obrigatória do canal de aproximação do vertedouro faça parte da jazida 8. O mesmo ocorre com a pedra JP-03, a qual possui parte de sua área dentro da escavação obrigatória do canal de restituição do vertedouro, denotando assim, um aproveitamento destes materiais nas obras.

A predominância da escavação obrigatória do vertedouro será em rocha, com volume de escavação estimado em 820.000,00 m<sup>3</sup> que deverá ser aproveitada em sua totalidade para a execução das proteções de talude de montante como “Rip-Rap”, transições, “Rock-fill” e para produção de brita.

O **Quadro 3.30**, apresenta a quantificação do material pétreo a ser utilizado na obra

**Quadro 3.30 – Quantitativos de material pétreo**

DESCRIÇÃO	UNID	QUANT.	MATERIAL
Rip-Rap	m <sup>3</sup>	106.706,96	PEDRA
transição de rip rap	m <sup>3</sup>	44.071,73	PEDRA
Rock fill	m <sup>3</sup>	179.148,85	PEDRA
Transição do rock fill	m <sup>3</sup>	23.031,13	PEDRA
Proteção de talude de jusante	m <sup>3</sup>	34.900,56	PEDRA
Filtro horizontal sanduíche brita	m <sup>3</sup>	23.031,13	PEDRA
Brita para concreto vertedouro	m <sup>3</sup>	1.311,78	PEDRA
Brita para concreto tomada dáGua	m <sup>3</sup>	2.834,69	PEDRA
<b>VOLUME TOTAL PRODUZIDO</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>415.036,83</b>	<b>PEDRA</b>

### 3.5 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

#### 3.5.1 - INTRODUÇÃO

Os Estudos Hidrológicos objetivaram fornecer os elementos para o dimensionamento do reservatório e das estruturas hidráulicas de descarga da barragem do Poço Comprido, situada no rio dos Macacos, município de Santa Quitéria, Estado do Ceará

Os estudos compreenderam a caracterização da área, com coleta e análise de informações de estações climáticas próximas. O uso do solo na bacia hidrográfica foi objeto de avaliação, baseado em estudos desenvolvidos anteriormente.

Em seguida, nos estudos pluviométricos, foram coletadas e analisadas as informações de estações próximas à região. Foram elaborados dois estudos a partir dos dados de chuvas:

- Estudo de caracterização do regime pluviométrico;
- Estudos de chuvas intensas.

Para a caracterização do escoamento afluente à barragem, base para os estudos de regularização, foram realizados os estudos de vazões mensais utilizando um método chuva-deflúvio calibrado para o posto fluviométrico imediatamente à montante do eixo barrável.

Para o dimensionamento do vertedouro, foi adotado um cenário de cheia do reservatório para os períodos de retorno de 1.000 e 10.000 anos. De acordo com informações obtidas no Estudo de Cheias foram consideradas três opções para a largura do vertedouro tipo Creager a saber: 150, 200 e 250 m para três tamanhos de reservatório: 201,19 hm<sup>3</sup>, 260,61 hm<sup>3</sup> e 329,59 hm<sup>3</sup> (cotas 178,00 m, 180,00 m e 182,00 m respectivamente).

Com base nas três opções de capacidade da barragem, foi estudada a viabilidade de construir uma matriz de 3 possíveis alternativas para estudo e escolha da solução.

O **Quadro 3.31** resume os orçamentos elaborados para cada alternativa, com os custos de construção de cada alternativa e volume regularizado anual versus capacidade do reservatório.

**Quadro 3.31 – custo de construção de cada alternativa e de volume regularizado anualmente**

DESCRIÇÃO	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Acumulação- hm <sup>3</sup>	329,586	260,612	201,191
Cota Sangria	182,00	180,00	178,00
Largura do vertedouro (m)	200,00	200,00	200,00
Cota da berma	189,00	187,00	185,00
Área bac. Hidraulica - hectares	3295,863	3219,520	2722,634
Vazão regularizada hm <sup>3</sup> /ano	83,19	78,43	72,55
Custo total R\$	R\$ 332.765.033,17	R\$ 327.599.620,16	R\$ 313.304.000,29
Custo da água em relação a sua construção R\$/m <sup>3</sup>	1,01	1,26	1,56
Custo da Regularização R\$/m <sup>3</sup> /ano	4,00	4,18	4,32

Com base nos estudos apresentados, a comissão de fiscalização, técnicos da COGERH e SRH, definiram em reunião no dia 21 de maio de 2010, a capacidade máxima de reservação ficando limitada a cota da soleira 182,00 m o que representa um volume de armazenamento máximo de 329,59 hm<sup>3</sup>.

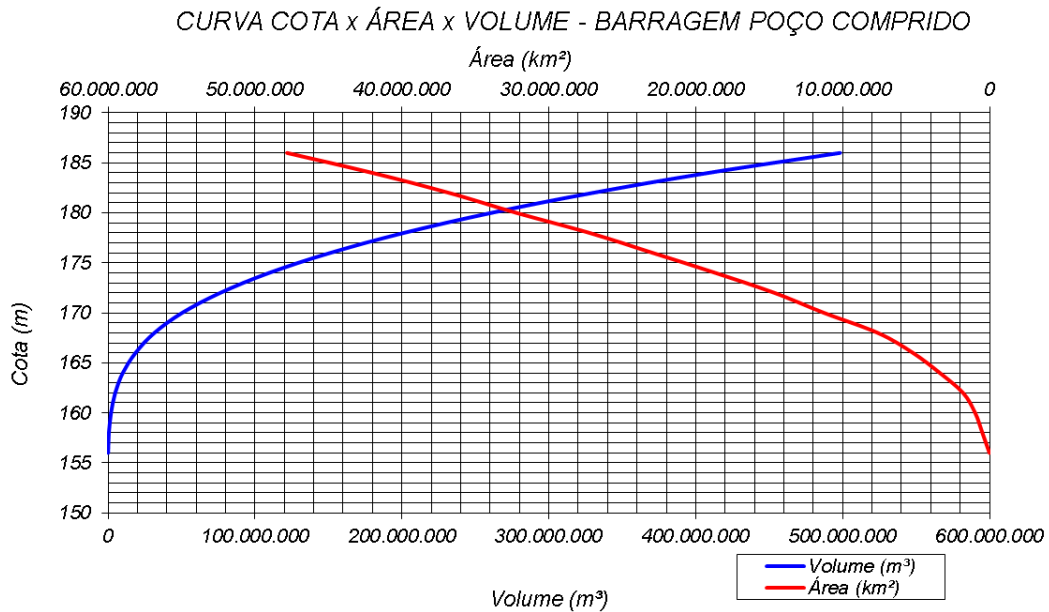
### 3.5.2 - TOPOGRAFIA DA BACIA HIDRÁULICA (CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA)

A caracterização morfológica da bacia hidráulica corresponde basicamente à determinação do diagrama cota x área x volume, fundamental para os estudos de cheia que serão apresentados posteriormente.

Através da cartografia realizada durante os estudos básicos deste projeto, foi definida a bacia hidráulica da área do estudo a partir da qual é possível a observação da relação cota x área x volume detalhado no **Quadro 3.32** e na **Figura 3.19**.

**Quadro 3.32 - Cota x Área x Volume**

Cota (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Volume acumulado (hm <sup>3</sup> )
156	0.01	0.01
157	0.25	0.14
158	0.49	0.52
159	0.74	1.13
160	0.99	2.00
161	1.40	3.19
162	1.81	4.79
163	2.60	7.00
164	3.40	10.00
165	4.30	13.85
166	5.21	18.61
167	6.41	24.42
168	7.60	31.42
169	9.43	39.94
170	11.26	50.28
171	12.95	62.39
172	14.64	76.18
173	16.65	91.82
174	18.66	109.48
175	20.79	129.20
176	22.92	151.05
177	25.07	175.04
178	27.23	201.19
179	29.71	229.66
180	32.20	260.61
181	34.49	293.95
182	36.78	329.59
183	39.39	367.67
184	42.00	408.36
185	44.91	451.81
186	47.82	498.18



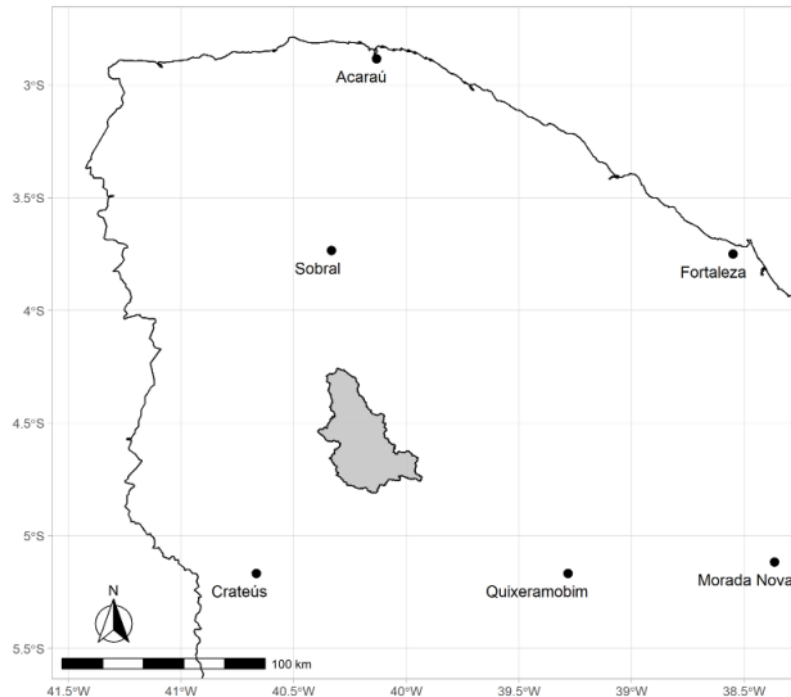
**Figura 3.19 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Poço Comprido**

### 3.5.3 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

A abordagem da climatologia visa caracterizar a área de estudo nos seus mais variados elementos hidrometeorológicos. Para caracterizar a hidroclimatologia da região, foi considerada representativa a estação de Sobral - 82392 (estação disponível mais próxima da área de estudo) (**Figura 3.20**). A caracterização hidroclimatológica da zona é feita utilizando-se as normais climatológicas fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018). O conjunto de dados obtidos na plataforma de coleta de dados supracitada no período de janeiro de 1961 a abril de 2019 foram empregados no cálculo da evapotranspiração pelo método do Penman-Monteith-FAO56 e pela equação de Hargreaves.

A bacia apresenta características predominantes do semiárido do Polígono das Secas, com classe de relevo suave a forte, nas proximidades dos cursos hídricos.

A região da bacia é encontrada sob um clima de acentuada evaporação, característica do Nordeste brasileiro, com cursos d'água intermitentes, apresentando vazões mais reduzidas, coincidentes com a época em que é mais acentuado o déficit hídrico regional.



**Figura 3.20 - Localização das estações meteorológicas (INMET) próximas - Barragem Poço Comprido**

### 3.5.3.1 - Temperatura

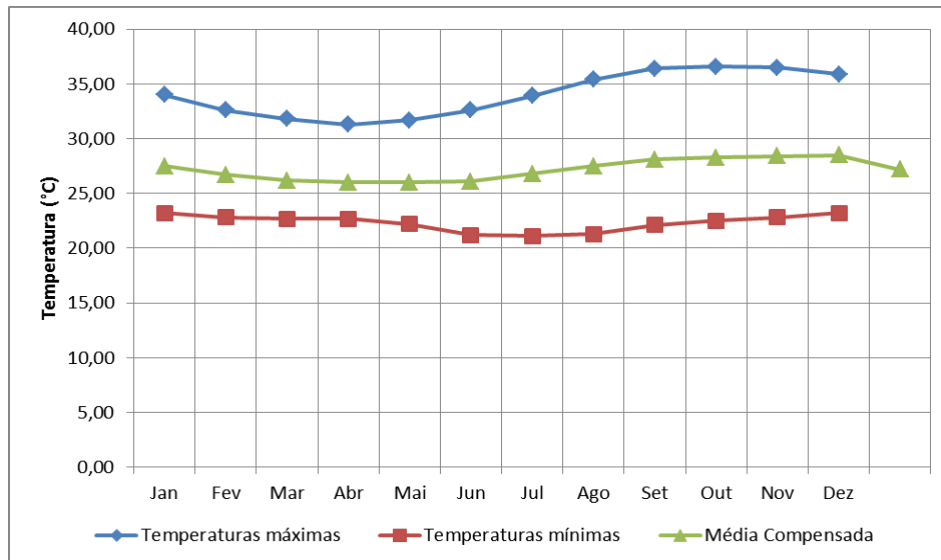
A distribuição temporal de temperaturas diárias mostra pequenas variações para três pontos discretos de monitoramento realizadas às 12:00; 18:00 e 24:00 do tempo do meridiano de Greenwich – TMG, sendo tais flutuações processadas, sob uma visão contínua no tempo, com pequenos gradientes.

As médias máximas e médias mínimas extremas ocorrem, respectivamente, nos meses de outubro (36,6°C) e julho (21,1°C), conforme pode ser observado no **Quadro 3.33** e na **Figura 3.21**.

**Quadro 3.33 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias Compensadas (°C).**

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÁXIMA	34,0	32,6	31,8	31,3	31,7	32,6	33,9	35,4	36,4	36,6	36,5	35,9
MÍNIMA	23,2	22,8	22,7	22,7	22,2	21,2	21,1	21,3	22,1	22,5	22,8	23,2
MÉDIA	27,5	26,7	26,2	26,0	26,0	26,1	26,8	27,5	28,1	28,3	28,4	28,5

Fonte: INMET (2018)



**Figura 3.21 - Temperaturas Médias Máximas, Mínimas e Compensadas.**

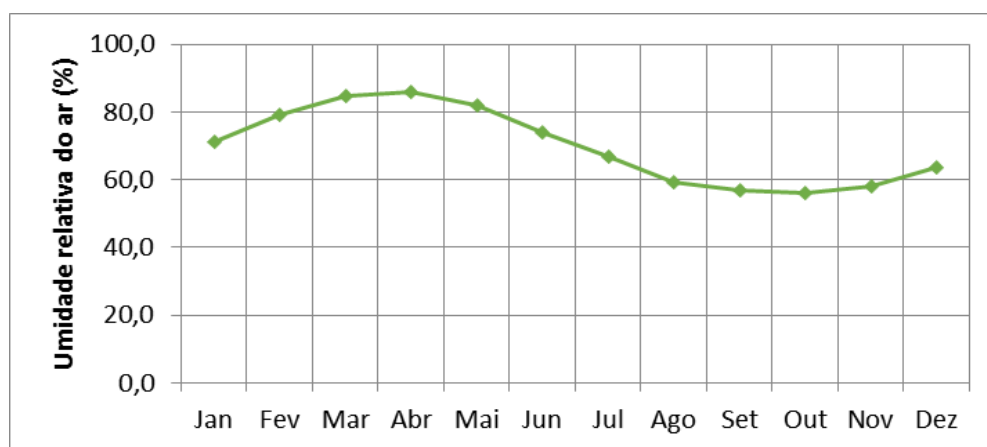
### 3.5.3.2 - Umidade Relativa

A umidade relativa média possui uma variação máxima de 30% ocorrida entre os meses de Abril (85,9%) e Outubro (56,2%), como pode ser verificado no **Quadro 3.34** e na **Figura 3.22**.

**Quadro 3.34 - Umidade Relativa Média**

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
(%)	71,3	79,0	84,9	85,9	82,0	73,9	67,0	59,3	56,8	56,2	58,0	63,7

Fonte: INMET (2018)



**Figura 3.22 - Umidade Relativa Média.**

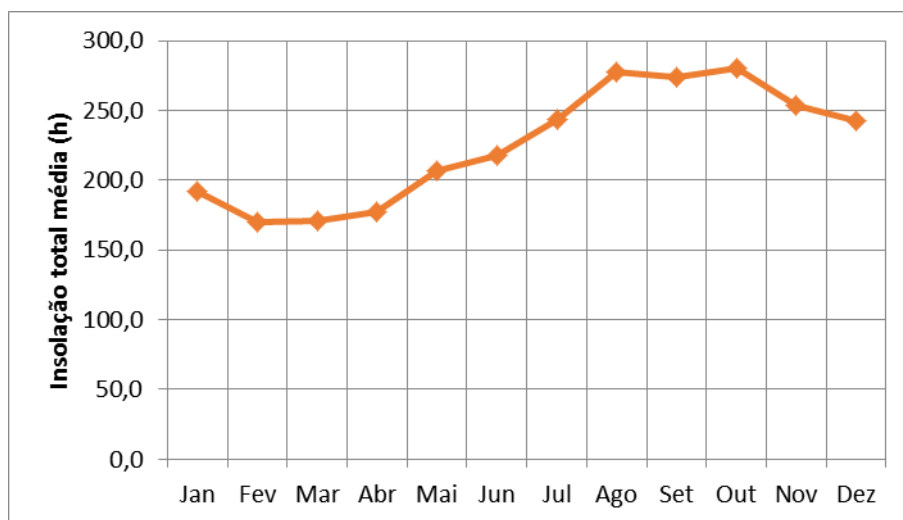
### 3.5.3.3 - Insolação Média

O **Quadro 3.35** e a **Figura 3.23** mostram, respectivamente, o número de horas médio de exposição solar e sua distribuição mensal. Em termos médios anuais têm-se 2707,40 horas de exposição, podendo-se concluir que cerca de 61,81% dos dias do ano possuem incidência solar direta (admitindo-se que o dia está composto por 12 horas de luz diurna e 12 horas de luz noturna). Durante o trimestre agosto/setembro/outubro ocorrem os maiores valores de horas de insolação, ao passo que os menores valores ocorrem no trimestre fevereiro/março/abril. O mês de outubro apresenta o maior índice de insolação (280,7 horas) e o mês de fevereiro o menor (169,8 horas).

**Quadro 3.35 - Insolação Média.**

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Horas	191,9	169,8	171,3	177,6	206,8	218,1	243,8	277,8	273,5	280,7	253,7	242,4

Fonte: INMET (2018)



**Figura 3.23 - Insolação total média.**

### 3.5.3.4 - Nebulosidade

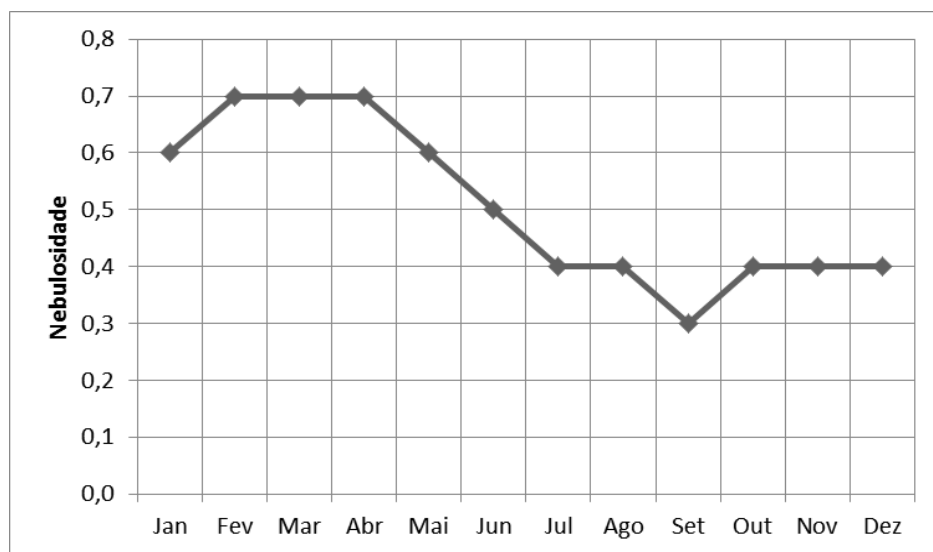
Segundo os dados utilizados, entre os meses de fevereiro e abril ocorre o maior índice de nebulosidade (0,7) e o de menor em setembro (0,30). O **Quadro 3.36** e a **Figura 3.24** permitem observar a variação temporal desta variável.



**Quadro 3.36 - Nebulosidade.**

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Décimos	0,60	0,70	0,70	0,70	0,60	0,50	0,40	0,40	0,30	0,40	0,40	0,40

Fonte: INMET (2018)



**Figura 3.24 - Nebulosidade.**

### 3.5.3.5 - Evaporação Total Média

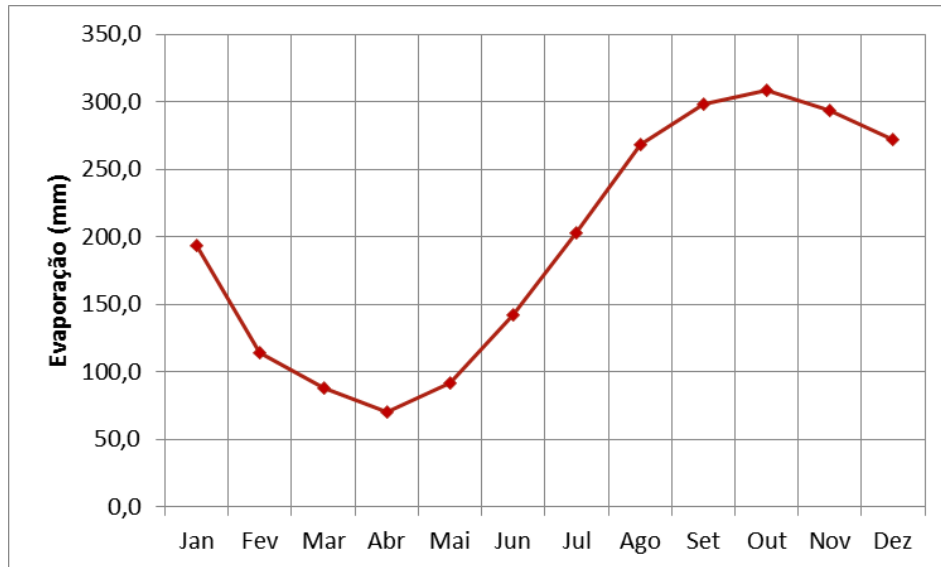
A evaporação média anual na estação, medida pelo Evaporímetro de Piché foi superior a 2343,7 mm distribuída ao longo dos meses conforme demonstram o **Quadro 3.37** e a **Figura 3.25**. A utilização do método de Piché foi motivado pela não existência de medição recente em tanque classe A, sendo utilizado o fator de correção 1,0 assim como é utilizado pela ANA (2017).

**Quadro 3.37 - Evaporação total média.**

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	193,3	114,4	87,7	69,9	91,5	142,5	203,2	268,5	297,9	309,0	293,8	272,0

FONTE: INMET (2018)

O trimestre que apresenta os maiores valores de evaporação corresponde a setembro/outubro/novembro, ocorrendo o máximo em outubro (309,0 mm).



**Figura 3.25 - Evaporação total média.**

### 3.5.3.6 - Evapotranspiração Potencial

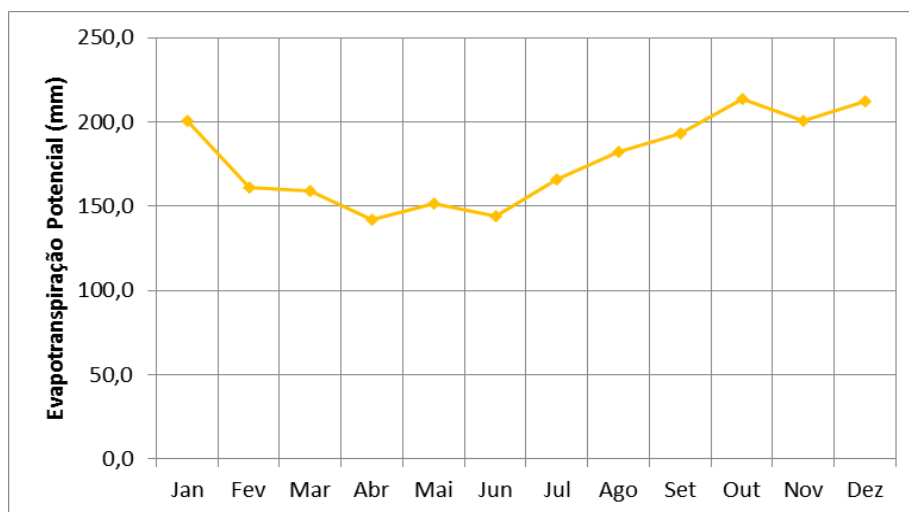
A evaporação potencial disponibilizada nas normais climatológicas pelo INMET (2018) foi calculada pelo método de Thornthwaite (1948). Os valores mensais da estação de Sobral estão apresentados no **Quadro 3.38** e na **Figura 3.26**.

**Quadro 3.38 - Evapotranspiração potencial mensal**

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	200,9	161,2	158,9	142,4	151,7	144,3	165,8	182,4	192,9	213,6	200,6	212,3

FONTE: INMET (2018)

Os maiores valores são observados para os meses de outubro a janeiro, variando entre 200,60 a 213,60 mm. O menor valor é relativo ao mês de abril (142,4 mm).



**Figura 3.26 - Evapotranspiração potencial mensal – Normais climatológicas**

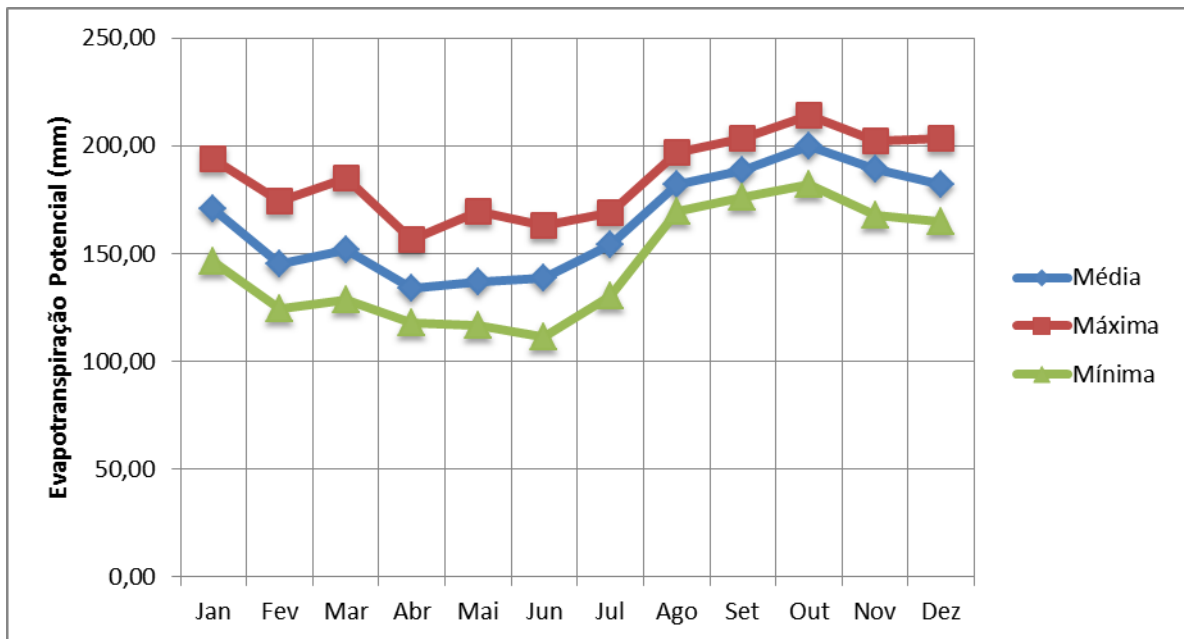
A evapotranspiração potencial pela equação de Hargreaves-Samani (1985) é recomendada pela FAO na ausência de dados das variáveis necessárias para o cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith,

Os resultados diários foram agregados em mensais, desprezando os meses com algum dia de falhas presentes nos dados e, estão apresentados no **Quadro 3.39** e na **Figura 3.27**. O período de 1979 a 1992 foi suprimido devido à ausência dos dados necessários e, conseqüentemente, dos resultados.

**Quadro 3.39 - Evapotranspiração potencial mensal - Hargreaves**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1961	175,01	128,17	143,97	130,96	130,20	136,89	153,56	182,11	185,46	196,75	190,10	184,96
1962	172,42	144,84	152,71	133,51	137,50	143,81	159,98	181,43	188,55	213,99	197,22	203,46
1963	189,01	157,91	165,28	156,57	155,84							
1964	169,68	158,51	165,07	147,63								
1965	184,26	174,46	171,21		143,84	131,25	158,82	188,79			183,73	181,89
1966	180,19	151,91	159,04	139,26	130,56	130,37	141,06	172,11	176,60	192,10	173,13	176,71
1967	172,06	152,00	161,98									178,38
1968								174,46	179,28	189,78		167,24
1969	165,14	142,48	143,07	123,58	118,72	124,37	141,13	169,57			186,89	189,03
1970	174,72	161,75	142,67		149,99	143,61	159,52	174,13	178,89	192,59	167,70	181,44
1971												
1972												
1973	149,42	127,19		118,85	121,77	120,07	140,46	170,57	183,91	198,86	188,64	178,31

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1974	160,00	128,80	128,63	118,76	116,43	111,41	140,77	179,93	181,06	189,80	182,60	167,16
1975	173,98	130,12	137,27	126,48	118,97	121,66	136,38	172,94	183,74	189,68	186,81	164,94
1976	170,48	134,23	142,01	131,35	141,78	138,35	163,05			181,93	174,62	187,33
1977	146,28	131,82	141,52	127,09	128,04							
1978	171,16	146,10		129,19	130,01	138,51	151,16	175,05	176,15	186,38	180,16	
1993												192,88
1994	153,65	130,60	143,24	129,45						198,09	188,24	181,00
1995	167,81	126,49	147,41	118,08	121,18	120,80	143,54	179,32	189,42	195,18	180,51	
1996			135,83	123,62	131,54	136,32	153,78	173,15	184,55	196,16	182,21	192,14
1997		171,41	169,14	125,62	129,89	157,02	164,97	174,18	188,98	199,34	184,41	185,18
1998	155,46	162,32	165,15	154,79	163,38	157,54		183,08	190,24	202,33	189,79	190,53
1999	175,89	141,81	141,55	133,44	124,34	140,19	162,94	185,79	188,38	201,64	185,69	178,08
2000	149,76	143,38	145,54	130,31	129,76	134,31						
2001											188,11	
2002					135,22	133,56	159,85		189,53		191,12	189,12
2003	176,67	124,43	140,05	128,34	134,49	142,00	166,88	186,21	195,25	203,24	190,21	178,43
2004	154,83	133,25		141,46	147,46	132,28	142,60		195,92	203,01	183,74	192,83
2005	181,71	155,86	159,27	147,26	138,05	134,29	169,10	183,97	191,63	204,91	196,22	181,47
2006	188,71		147,29	130,23	127,17	128,33	159,38	188,05	191,83	208,64	195,95	
2007	193,63	137,61	151,72	132,21	142,90	149,14	160,32	185,03	195,36	206,18	195,81	171,50
2008	158,01	151,95	142,49	127,80	127,23	132,93	149,65	178,63	185,80	208,50	197,51	
2009	172,43	136,03	135,78	124,72	119,57	119,75	130,07	173,94	194,40		198,60	183,42
2010	177,86	161,67	185,06	143,45	158,61	155,37	164,71	189,96	201,06	205,45	198,93	172,28
2011	148,15	135,35	146,10	131,22	123,99	129,92	135,60	179,71	187,58	194,29	193,68	190,05
2012	180,94	161,42	163,48	152,69	169,54	159,59	162,28	187,60	183,74		192,67	183,91
2013	176,51	162,02	177,91	146,88	140,98	139,48	147,78	184,01	191,23	206,35	187,70	185,28
2014	179,24	155,88	161,90		141,05	151,56	167,19	192,61	190,30	203,21	188,18	180,45
2015	190,85	156,05	148,87	139,07	154,87	157,10	152,09	191,92	192,51	207,79	202,25	188,63
2016	150,44	150,87	165,86	139,99	159,88	163,22	168,93	196,96	186,60	210,76	197,02	179,53
2017	173,68	139,46	140,47	134,85	136,42	141,66	156,06	190,47	194,94	203,98	195,69	183,01
2018	184,00	136,03	152,94	135,42	135,08	151,40	160,21	192,72	203,70		197,06	166,21
2019	175,95	131,47	144,83	128,60								
<b>Média</b>	<b>170,81</b>	<b>145,29</b>	<b>151,84</b>	<b>133,79</b>	<b>136,56</b>	<b>138,47</b>	<b>153,87</b>	<b>181,88</b>	<b>188,60</b>	<b>199,69</b>	<b>188,94</b>	<b>182,02</b>
<b>Máxima</b>	<b>193,63</b>	<b>174,46</b>	<b>185,06</b>	<b>156,57</b>	<b>169,54</b>	<b>163,22</b>	<b>169,10</b>	<b>196,96</b>	<b>203,70</b>	<b>213,99</b>	<b>202,25</b>	<b>203,46</b>
<b>Mínima</b>	<b>146,28</b>	<b>124,43</b>	<b>128,63</b>	<b>118,08</b>	<b>116,43</b>	<b>111,41</b>	<b>130,07</b>	<b>169,57</b>	<b>176,15</b>	<b>181,93</b>	<b>167,70</b>	<b>164,94</b>



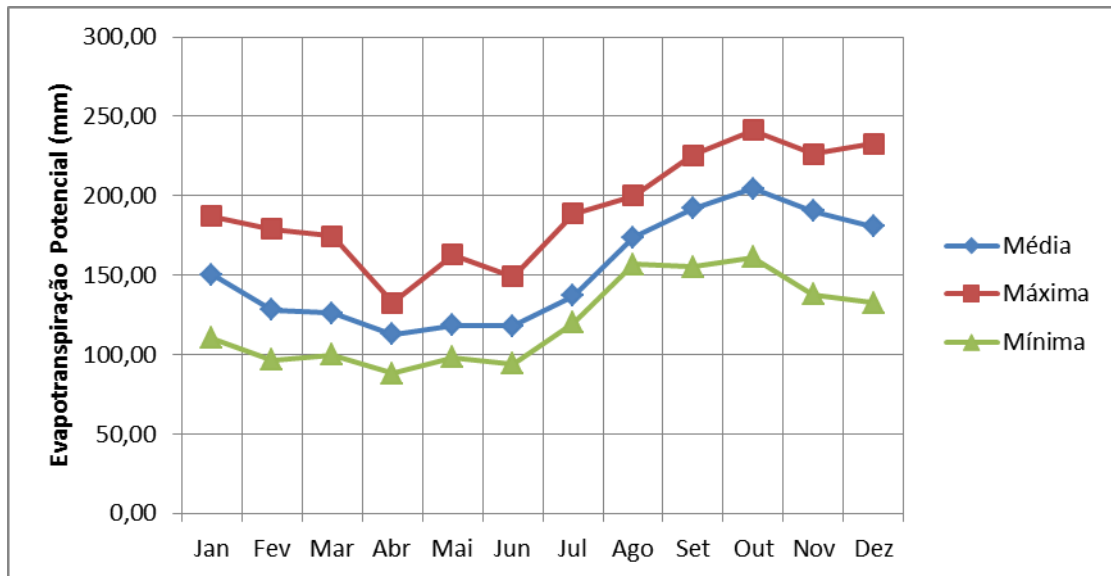
**Figura 3.27 - Evapotranspiração potencial mensal (máxima, mínima e média) – Hargreaves**

O cálculo da ETP diária pelo método de Penman-Monteith FAO-56 (ALLEN *et al.* 1998) necessita de dados das variáveis: insolação, temperatura máxima e mínima, velocidade do vento média e umidade relativa máxima e mínima.

Analogamente aos resultados por Hargreaves-Samani, os resultados diários foram agregados em mensais, desprezando os meses com algum dia de falhas presentes nos dados, e estão apresentados no **Quadro 3.40** e na **Figura 3.28**. O período de 1979 a 1993 foi suprimido devido à ausência dos dados necessários e, conseqüentemente, dos resultados.

**Quadro 3.40 - Evapotranspiração potencial mensal - Penman-Monteith**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1961	129,62	96,47	119,22	105,96	104,51	108,73	125,89	157,70	170,91	185,80	163,42	158,30
1962	142,54	122,51	118,15	104,05	108,20	118,49	123,55	157,01	155,07	161,45	137,69	146,03
1963	131,01	105,89		106,61	105,15							
1964	110,20		102,41	88,30								
1965	129,02	140,95			109,00	94,04					185,93	153,63
1966	154,77	128,84	140,81	122,80					159,98	171,18	148,58	145,76
1967	135,57		99,94									
1968								167,40		208,06		158,07
1969	158,41		124,71	110,42		113,49	125,72	163,03			201,65	206,36
1970	181,29	179,03	124,27		146,80	141,54	163,50	200,03	225,73	227,00	189,78	214,96
1971												
1972												
1973	147,13	122,38		101,97	110,19	109,47	122,70	174,70	194,28	215,36	205,61	193,83
1974	146,95	105,38	100,85	98,68	98,16	97,90	132,13	182,22	198,02	216,11	205,52	183,94
1975	181,09	113,32			99,06	109,14	122,57	177,72	203,33	220,59	226,37	
1976	184,74	117,18	127,17	116,16	135,92	143,22	188,85			203,91	204,64	232,85
1977	138,83	122,88	127,62	114,27	122,44							
1978	179,36	153,11		112,13	119,44	132,29	148,24	192,02	212,81	232,48	209,02	
1994										241,39	222,48	191,60
1995											189,81	
1996				106,13		134,17	160,18				210,54	222,96
1997		177,82	155,84	116,66	116,28				219,51			215,72
1998	133,62	165,70										
1999					104,30		139,52	181,75	197,26	206,58	192,72	173,78
2000	134,02	118,33	119,71	117,44	113,87	111,18						
2001												
2002					119,80	110,77	125,40		178,15		174,66	184,91
2003	147,83	97,37	116,98	113,33	111,79	111,47	135,83	169,63	195,39	193,52	181,89	
2004	124,47	114,56		120,28		105,94	121,01		189,04	196,17	187,63	185,94
2005	156,39	131,16	131,93	122,75	115,91	105,46	149,27	173,61	187,78	214,52	204,97	196,99
2006	183,90			113,35	111,32	105,80	125,78	174,07	191,62	208,55	192,94	
2007	187,22	114,01	125,85	112,96	127,00	126,04	138,72	182,17	197,87	211,36	191,98	166,78
2008	129,28	129,92	113,78	108,15		103,54	119,87	170,04	205,25	214,95	202,04	
2009	156,06		110,07	104,76	98,82	106,47		156,74	194,38			188,63
2010	157,50	151,85	174,67	125,80	147,16	145,93	143,71	181,63	209,34	204,82	213,98	170,33
2011	125,00	117,09	124,73	112,71		111,43		174,15	193,52	187,40	187,17	
2012	170,57	148,19			162,76	149,31	144,06	195,59	201,81			185,79
2013	152,83	152,30	162,28	132,48	122,85	119,85		174,73	192,84	202,36	169,88	
2014	149,87	119,47	133,20			121,70		171,44	185,18	199,06		
2015	177,98	128,60	123,84	117,00	130,45	136,01		171,35	174,77	195,54	182,13	179,71
2016	125,09	122,97	138,61	117,47	125,59	124,25		168,30	176,18	191,77	181,98	149,47
2017		112,48	111,32	118,02	117,20	115,21	124,38	164,72	185,28	201,60	171,64	
2018	153,37	108,24	129,12		109,73	112,26		167,82	191,47		178,44	132,46
2019	135,10	106,60	118,47	105,35								
<b>Média</b>	<b>150,49</b>	<b>128,21</b>	<b>126,28</b>	<b>112,62</b>	<b>118,29</b>	<b>118,11</b>	<b>137,19</b>	<b>173,98</b>	<b>192,10</b>	<b>204,46</b>	<b>190,17</b>	<b>180,78</b>
<b>Máxima</b>	<b>187,22</b>	<b>179,03</b>	<b>174,67</b>	<b>132,48</b>	<b>162,76</b>	<b>149,31</b>	<b>188,85</b>	<b>200,03</b>	<b>225,73</b>	<b>241,39</b>	<b>226,37</b>	<b>232,85</b>
<b>Mínima</b>	<b>110,20</b>	<b>96,47</b>	<b>99,94</b>	<b>88,30</b>	<b>98,16</b>	<b>94,04</b>	<b>119,87</b>	<b>156,74</b>	<b>155,07</b>	<b>161,45</b>	<b>137,69</b>	<b>132,46</b>



**Figura 3.28 - Evapotranspiração potencial mensal (máxima, mínima e média) – Penman-Monteith**

### 3.5.3.7 - Intensidade dos Ventos

As normais climatológicas do INMET (2018), forneceu ainda os resultados de intensidade e direção dos ventos, sendo apresentadas no quadro e figura que seguem.

Observa-se a maior intensidade média dos ventos (a 10,00 m de altura). Nos meses de setembro a dezembro, onde dezembro apresentou o maior valor (3,30 m/s). Os menores valores ocorrem entre os meses de março a julho, onde o mês de abril apresenta uma intensidade em torno de 36% da intensidade máxima observada em dezembro.

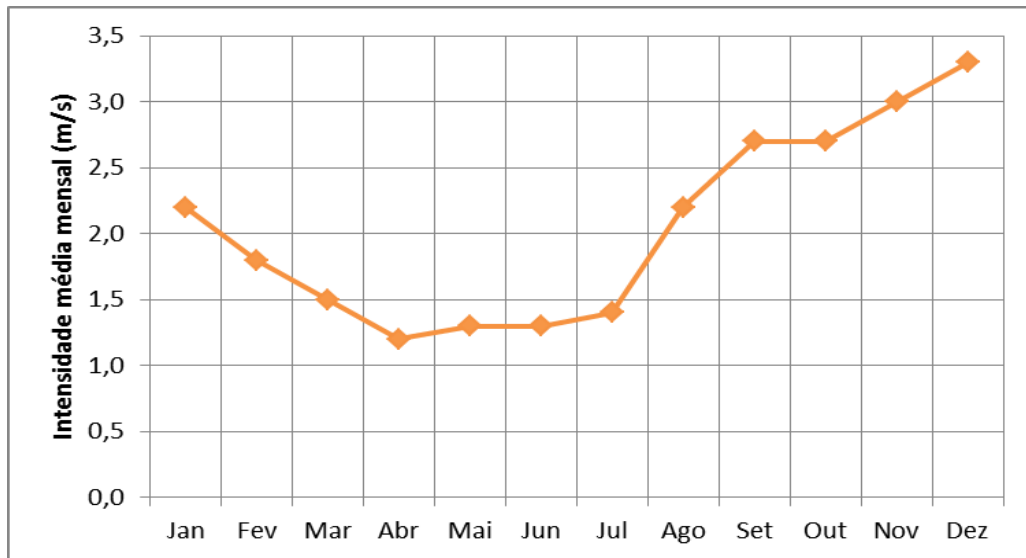
A direção dos ventos é classificada predominantemente como Nordeste, exceto para os meses abril e maio, cujas normais classificam como “Calmo”, e para os meses julho e agosto, com direção leste.

O **Quadro 3.41** e a **Figura 3.29** mostram, respectivamente a intensidade e direção dos ventos

**Quadro 3.41 - Intensidade e direção média mensal dos ventos**

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Intensidade (m/s)	2,2	1,8	1,5	1,2	1,3	1,3	1,4	2,2	2,7	2,7	3,0	3,3
Direção (Cardeal)	NE	NE	NE	Calmo	Calmo	NE	E	E	NE	NE	NE	NE

Fonte: INMET (2018)



**Figura 3.29 - Intensidade média mensal dos ventos (m/s)**

### 3.5.4 - HIDROLOGIA DA ÁREA EM ESTUDO

Os Estudos Hidrológicos objetivam fornecer os elementos para o dimensionamento do reservatório e das estruturas hidráulicas da referida obra. Os estudos contemplaram a caracterização da área, com coleta e análise de informações de estações climáticas próximas. Também é importante ressaltar que o uso do solo na bacia hidrográfica foi objeto de avaliação.

Nos estudos pluviométricos, foram coletadas e analisadas as informações das estações próximas à região e elaborados dois estudos a partir dos dados de chuvas a saber: Estudo de caracterização do regime pluviométrico e Estudo de chuvas intensas.

Para a caracterização do escoamento afluente à barragem, base para os estudos de regularização, foram realizados os estudos de vazões mensais utilizando um método chuva-deflúvio, calibrado para o posto fluviométrico imediatamente à montante do eixo barrável.

Em linhas gerais, os resultados obtidos dos estudos hidrológicos são os que se seguem.

#### 3.5.4.1 - Simulação do Reservatório

O reservatório foi simulado para cada uma das séries geradas considerando o volume inicial de 100,00 hm<sup>3</sup> e retiradas operacionais fixas determinadas pelo nível de garantia. As retiradas operacionais médias, resultantes deste procedimento, com garantias de 85 a 99%



estão apresentadas no **Quadro 3.42**. O estudo aqui apresentado leva em consideração a interferência da Barragem Carmina.

Com os novos valores de média e desvio padrão das séries anuais, foram geradas as 100 séries sintéticas para o reservatório Poço Comprido. As séries sintéticas do reservatório Carmina são determinadas, considerando a sua participação na área total, a partir das séries sintéticas do reservatório Poço Comprido.

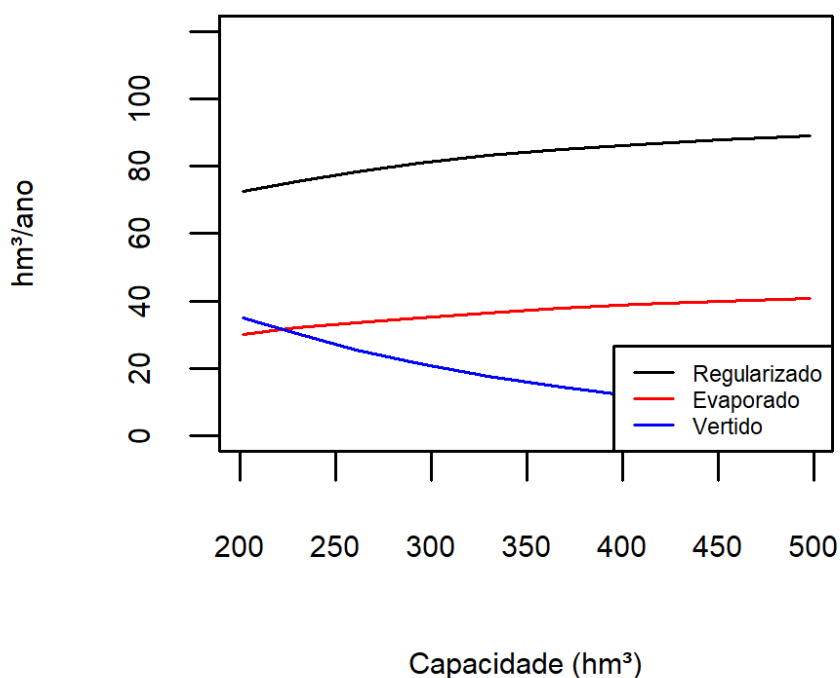
Para cada uma das séries sintéticas do reservatório Carmina há uma simulação e os resultados dos vertimentos obtidos são acrescentados às respectivas séries sintéticas do reservatório Poço Comprido, o que configura uma operação tipo em série dos reservatórios. As novas séries sintéticas do reservatório Poço Comprido, com os vertimentos do Carmina, são simuladas e então são verificadas as vazões regularizadas para diferentes garantias e configurações do reservatório. Os resultados das simulações estão apresentados nos **Quadros 3.42 e Quadro 3.43** e na **Figura 3.30**.

**Quadro 3.42 - Vazões Regularizadas para diferentes garantias considerando o reservatório a montante (Carmina)**

Cota (m)	Capacidade (hm <sup>3</sup> )	Q85 (hm <sup>3</sup> /mês)	Q90 (hm <sup>3</sup> /mês)	Q95 (hm <sup>3</sup> /mês)	Q99 (hm <sup>3</sup> /mês)
178	201.19	7.30	6.39	5.13	3.40
179	229.66	7.73	6.72	5.40	3.61
180	260.61	8.07	7.11	5.75	4.05
181	293.95	8.61	7.50	6.00	4.24
182	329.59	8.93	7.89	6.30	4.64
183	367.67	9.13	8.01	6.67	5.03
184	408.36	9.33	8.25	6.93	5.29
185	451.81	9.52	8.50	7.08	5.46
186	498.18	9.72	8.62	7.24	5.71

**Quadro 3.43 - Cálculo do volume anual regularizado para uma garantia de 90% considerando o reservatório a montante (Carmina)**

Cota (m)	Capacidade (hm <sup>3</sup> )	Percentual Regularizado	Percentual Evaporado	Percentual Vertido	Volume Regularizado (hm <sup>3</sup> /ano)	Volume Regularizado (m <sup>3</sup> /s)	Volume Evaporado (hm <sup>3</sup> /ano)	Volume Vertido (hm <sup>3</sup> /ano)
<b>Com reservatório de montante</b>								
178	201.19	52.63	21.90	25.46	72.55	2,33	30.19	35.10
179	229.66	54.83	23.22	21.95	75.50	2,43	31.98	30.22
180	260.61	57.02	24.40	18.58	78.43	2,52	33.56	25.56
181	293.95	58.95	25.53	15.52	81.00	2,60	35.08	21.32
182	329.59	60.61	26.56	12.83	83.19	2,67	36.46	17.61
183	367.67	62.00	27.52	10.48	85.01	2,73	37.73	14.37
184	408.36	63.20	28.41	8.39	86.57	2,78	38.91	11.49
185	451.81	64.23	29.21	6.56	87.89	2,83	39.98	8.98
186	498.18	65.12	29.86	5.02	89.05	2,86	40.83	6.87



**Figura 3.30 - Volume anual regularizado para uma garantia de 90% considerando o reservatório a montante.**

#### 3.5.4.2 - Estudo de Cheias

A cheia de projeto, muitas vezes denominada de cheia sintética, é frequentemente utilizada na análise, planejamento e dimensionamento de obras hidráulicas. As cheias de projeto com período de retorno de 1.000 e 10.000 anos são utilizadas na análise do comportamento hidráulico do sangradouro da Barragem Poço Comprido, no sentido de verificação da capacidade atual de regularização da estrutura vertente. O programa utilizado é o HEC-

HMS, desenvolvido pelo Hydrologic Engineer Center, do U.S. Army Corps of Engineers (EUA).

Dos padrões definidos pelo U.S. Army Corps of Engineers - e disponíveis no programa, são três os diferentes métodos para a determinação das cheias sintéticas:

- 1) A cheia de projeto padrão (standard project storm);
- 2) A cheia máxima provável e,
- 3) A cheia de projeto de diferentes durações derivadas de dados área-altura de chuva.

O método da cheia de projeto de diferentes durações foi desenvolvido pelas agências americanas National Weather Service (NWS) e National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). O método também é conhecido como cheia balanceada, porque suas alturas incrementais acumuladas podem ser organizadas em relações consistentes frequência x duração para cada intervalo de duração da chuva total. Isso significa que intervalos de chuvas de diferentes durações - 1h, 2h, 4h, 8h - produzem totais de chuva com a mesma frequência de excedência (ou período de retorno). Em concordância com os princípios do NWS, para o presente estudo, foi adotada uma cheia de projeto balanceada usando-se os parâmetros do clima local.

Para o desenvolvimento da cheia de projeto, dois parâmetros devem ser inicialmente estimados: a duração da chuva e o intervalo de tempo para cada incremento de chuva. A duração da chuva foi considerada igual ao tempo de concentração da bacia.

Por sua vez, o intervalo de cálculo deve ser suficientemente curto para definir com precisão o hidrograma de cheia. Dentro destas premissas, adotou-se neste estudo um intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) igual a 10 minutos.

#### *3.5.4.3 - Dimensionamento do Reservatório – Amortecimento das cheias milenar e decamilenar*

Foi adotado um cenário de cheia do reservatório para os períodos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, considerando três opções para a largura do vertedouro tipo Creager – 150 m, 200 m e 250 m para três tamanhos de reservatório – 201,19 hm<sup>3</sup>, 260,61 hm<sup>3</sup> e 329,59 hm<sup>3</sup>

(cotas 178 m, 180 m e 182 m respectivamente), os resultados da simulação da propagação do modelo esquematizado consideraram o reservatório à montante denominado Carnina.

Foram obtidos os seguintes resultados, apresentados nos **Quadros 3.44 e 3.45**, para lâmina de sangria, vazões afluentes e efluentes.

**Quadro 3.44 - Resultados dos estudos de cheia Tr=1.000 anos (com a barragem Carnina)**

Tr = 1.000 anos	V = 201,19 hm <sup>3</sup> H = 178m			V = 260,61 hm <sup>3</sup> H = 180m		
	L=150m	L=200m	L=250m	L=150m	L=200m	L=250m
Cheia Afluente	2475 m <sup>3</sup> /s					
Cheia Efluente	1561 m <sup>3</sup> /s	1754 m <sup>3</sup> /s	1888 m <sup>3</sup> /s	1435 m <sup>3</sup> /s	1628 m <sup>3</sup> /s	1765 m <sup>3</sup> /s
Cota Operacional	180.8 m	180.5 m	180.3 m	182.6 m	182.4 m	182.2 m
Lâmina	2.8 m	2.5 m	2.3 m	2.6 m	2.4 m	2.2 m
Amortecimento	36.93%	29.13%	23.72%	42.02%	34.22%	28.69%
Tr = 1.000 anos	V = 329,59 hm <sup>3</sup> H = 182m					
	L=150m		L=200m		L=250m	
Cheia Afluente	2475 m <sup>3</sup> /s					
Cheia Efluente	1314 m <sup>3</sup> /s		1504 m <sup>3</sup> /s		1640 m <sup>3</sup> /s	
Cota Operacional	184.5 m		184.2 m		184.1 m	
Lâmina	2.5 m		2.2 m		2.1 m	
Amortecimento	46.91%		39.23%		33.74%	

**Quadro 3.45 - Resultados dos estudos de cheia Tr=10.000 anos (Com a barragem Carnina)**

Tr = 10.000 anos	V = 201,19 hm <sup>3</sup> H = 178m			V = 260,61 hm <sup>3</sup> H = 180m		
	L=150m	L=200m	L=250m	L=150m	L=200m	L=250m
Cheia Afluente	3284 m <sup>3</sup> /s					
Cheia Efluente	2147 m <sup>3</sup> /s	2386 m <sup>3</sup> /s	2562 m <sup>3</sup> /s	1982 m <sup>3</sup> /s	2228 m <sup>3</sup> /s	2421 m <sup>3</sup> /s
Cota Operacional	181.4 m	181.1 m	180.8 m	183.3 m	182.9 m	182.7 m
Lâmina	3.4 m	3.1 m	2.8 m	3.3 m	2.9 m	2.7 m
Amortecimento	34.62%	27.34%	21.99%	39.65%	32.16%	26.28%
Tr = 10.000 anos	V = 329,59 hm <sup>3</sup> H = 182m					
	L=150m		L=200m		L=250m	
Cheia Afluente	3284 m <sup>3</sup> /s					
Cheia Efluente	1819 m <sup>3</sup> /s		2077 m <sup>3</sup> /s		2277 m <sup>3</sup> /s	
Cota Operacional	185.1 m		184.8 m		184.5 m	
Lâmina	3.1 m		2.8 m		2.5 m	
Amortecimento	44.61%		36.75%		30.66%	

Este estudo do amortecimento de cheias para várias seções de vertedouro norteou a escolha da dimensão econômica do vertedouro.

#### 3.5.4.4 - Estudos Adicionais

Os estudos complementares tiveram o objetivo de analisar e indicar a intensidade de problemas inerentes à construção da barragem. Dentre estes problemas se encontram: a viabilidade hidrológica e o assoreamento do reservatório.

A viabilidade hidrológica, ou seja, se o regime de vazões naturais é suficiente para abastecer o reservatório com a dimensão e a retirada determinada, foi verificada por meio de um estudo de probabilidade de enchimento.

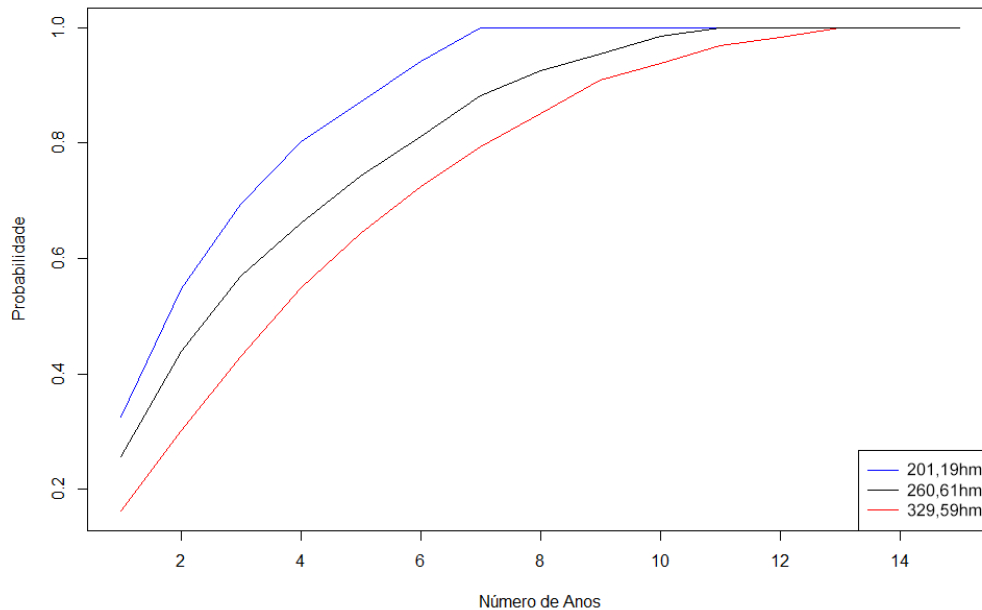
Em suma, os resultados apresentaram por meio da simulação do conjunto de anos da série histórica de vazões afluentes, as probabilidades de o reservatório partir da situação de volume zero para a de volume completo, em função do número de anos seguintes, o que equivale também à probabilidade do reservatório encher nos primeiros anos após a construção.

Quanto ao assoreamento, foi observado que a formação de um reservatório por meio da construção de uma barragem altera as condições naturais do curso d'água; o que resulta na redução das velocidades da corrente provocando a deposição dos sedimentos conduzidos pelo curso d'água. O assoreamento diminui gradativamente a capacidade de armazenamento e de regularização do reservatório e limita a sua vida útil.

Desta forma, foi realizado um estudo de análise da possibilidade de assoreamento que buscou determinar a taxa de assoreamento do reservatório projetado, com a utilização do método simplificado proposto para os reservatórios cearenses por Negreiros e Lima Neto (2014).

O estudo de probabilidade de enchimento foi realizado por meio da simulação mensal da variação de volume do reservatório para conjuntos de anos da série pseudo histórica de vazões afluentes.

As referidas probabilidades de enchimento estão apresentadas na **Figura 3.31**.



**Figura 3.31 - Curva de Probabilidade de Enchimento**

A figura acima mostra que o reservatório possui baixa probabilidade de enchimento para 1.º ano (cerca de 25% em média para os três tamanhos) e já apresenta probabilidade considerável para os conjuntos de 5 anos (75% em média para as três capacidades).

Também se verifica que a partir de 7, 11 e 13 anos, respectivamente para as capacidades 201,19 hm³, 260,61 hm³ e 329,59 hm³, a probabilidade de enchimento do reservatório se torna 100%. Esta probabilidade de 100% significa que o reservatório encheu para todas as sequências desse número de anos ou mais da série histórica.

Com relação ao assoreamento, os estudos revelaram que a taxa de assoreamento ( $\varphi$ ) encontrada de 0,05% ao ano ou de 1% a cada 20 anos mostra a redução percentual da capacidade de armazenamento em relação à capacidade inicial e indica que seriam necessários pelo menos 2000 anos para que o reservatório, após a construção, assoreasse completamente.

### 3.6 - FUNDAÇÕES

Em função dos resultados das sondagens e dos ensaios de perda de água realizados no maciço rochoso da fundação, foi prevista a execução de um *cut-off* parcial complementado por uma cortina de injeção ao longo da barragem na região delimitada pelo *cut-off* (já

explanado anteriormente) ao longo do seu eixo, e que serão detalhadas durante o desenvolvimento do projeto executivo.

Os furos localizados no eixo do cut-off da barragem terão uma profundidade média de 5,00 a 8,00 m.

A sequência executiva será conforme a seguir descrito:

- Serão executados inicialmente os furos primários denominados de exploratórios, espaçados a cada 8,00 m;
- Em seguida serão executados os furos secundários espaçados a cada 4,00 m e
- Na sequência, caso os resultados dos ensaios de perda d'água específica *in situ* indiquem, serão injetados os furos terciários, espaçados a cada 2,00 m.

### 3.7 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS

O **Quadro 3.46** apresentado a seguir, faz um resumo das principais características técnicas relativas aos três eixos.

**Quadro 3.46 - Comparação das Fichas Técnicas dos Eixos**

Características Gerais	Eixo I	Eixo II	Eixo III
Rio Barrado	Riacho dos Macacos	Riacho dos Macacos	Riacho dos Macacos
Capacidade de Acumulação: (cota da soleira)	186,083hm <sup>3</sup>	188,120hm <sup>3</sup>	239,32hm <sup>3</sup>
Volume de Regularização	54,4 hm <sup>3</sup> /ano	47,5 hm <sup>3</sup> /ano	45,9 hm <sup>3</sup> /ano
Área da Bacia Hidráulica	25.470.564 m <sup>2</sup>	20.640.904m <sup>2</sup>	30.141.923m <sup>2</sup>
Área da Bacia Hidrográfica	1469,27Km <sup>2</sup>	1283,11Km <sup>2</sup>	1235,69Km <sup>2</sup>
Características do Maciço			
Tipo	solo	solo	solo
Cota do coroamento (m)	187	192	216
Cota da sangria (m)	181	187	211
Largura do coroamento (m)	8	8	8
Altura máxima (m)	31	28	35

<b>Características Gerais</b>	<b>Eixo I</b>	<b>Eixo II</b>	<b>Eixo III</b>
Talude de Montante	3(H):1 (V)	3(H):1 (V)	3(H):1 (V)
Talude de Jusante	2,5(H):1 (V)	2,5(H):1 (V)	2,5(H):1 (V)
<b>Características do Vertedouro</b>			
Tipo	Creager	Creager	Creager
Localização	Central, entre as estacas 230 a 242	Central, entre as estacas 88 a 100	Central, entre as estacas 293 a 305
Comprimento (m)	240	240	240
Descarga Total de Projeto (Milenar):	1.200m <sup>3</sup> /s	1.200m <sup>3</sup> /s	1.200m <sup>3</sup> /s
Lâmina Máxima Adotada hidraulicamente (m)	1,84m	1,84m	1,84m
Cota da soleira do vertedouro (m)	181	187	211
Tipo de canal de restituição	Rápido em degraus em concreto estrutural	Rápido em degraus em concreto estrutural	Rápido em degraus em concreto estrutural
Tipo de dissipação	Bacia de dissipação	Bacia de dissipação	Bacia de dissipação
<b>Características da Tomada d'Água</b>			
Tipo	galeria	galeria	galeria
Diâmetro	2*1500mm	2*1500mm	2*1500mm
Comprimento (m)	185	179	202
Descarga regularização média:	9,20m <sup>3</sup> /s	9,20m <sup>3</sup> /s	9,20m <sup>3</sup> /s
Cota de assentamento (m)	164m	169m	189m
<b>Quantidades da Obra</b>			
Volume de terra compactada(m <sup>3</sup> )	4.661.759,07	2.182.295,89	5.947.476,14



Características Gerais	Eixo I	Eixo II	Eixo III
Volume de escavação vetedouro(m <sup>3</sup> )	1.164.000,00	582.000,00	1.047.600,00

Fonte: COGERH, Elaboração do Estudo de Viabilidade e do Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido. Fase A – Estudos de Viabilidade. Volume 1 – Relatório de Identificação de Obras – RIO e Estudos de Viabilidade Ambiental - EVA. TOMO 1 – Estudos de Alternativas de Localização da Barragem. Fortaleza, IBI/TPF, 2019.

Os custos de implantação das três alternativas se apresentam similares, com variações não maiores do que 10%, com referência ao custo do volume d'água represado e do volume afluyente da regularização (**Quadro 3.47**).

#### Quadro 3.47 – Comparação dos Custos

Discriminação	Eixo I	Eixo II	Eixo III
Custo Total da Barragem (R\$)	205.431.741,94	193.135.479,03	268.253.108,46
Volume de Acumulação (m <sup>3</sup> )	186.083.000	188.120.000	239.320.000
Custo do m <sup>3</sup> de água armazenada (R\$)	1,10	1,03	1,12
Custo da Regularização (R\$/m <sup>3</sup> /ano)	3,78	4,07	5,84

Fonte: COGERH, Elaboração do Estudo de Viabilidade e do Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido. Fase A – Estudos de Viabilidade. Volume 1 – Relatório de Identificação de Obras – RIO e Estudos de Viabilidade Ambiental - EVA. TOMO 1 – Estudos de Alternativas de Localização da Barragem. Fortaleza, IBI/TPF, 2019.

## **4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONCEPÇÃO DO PROJETO**

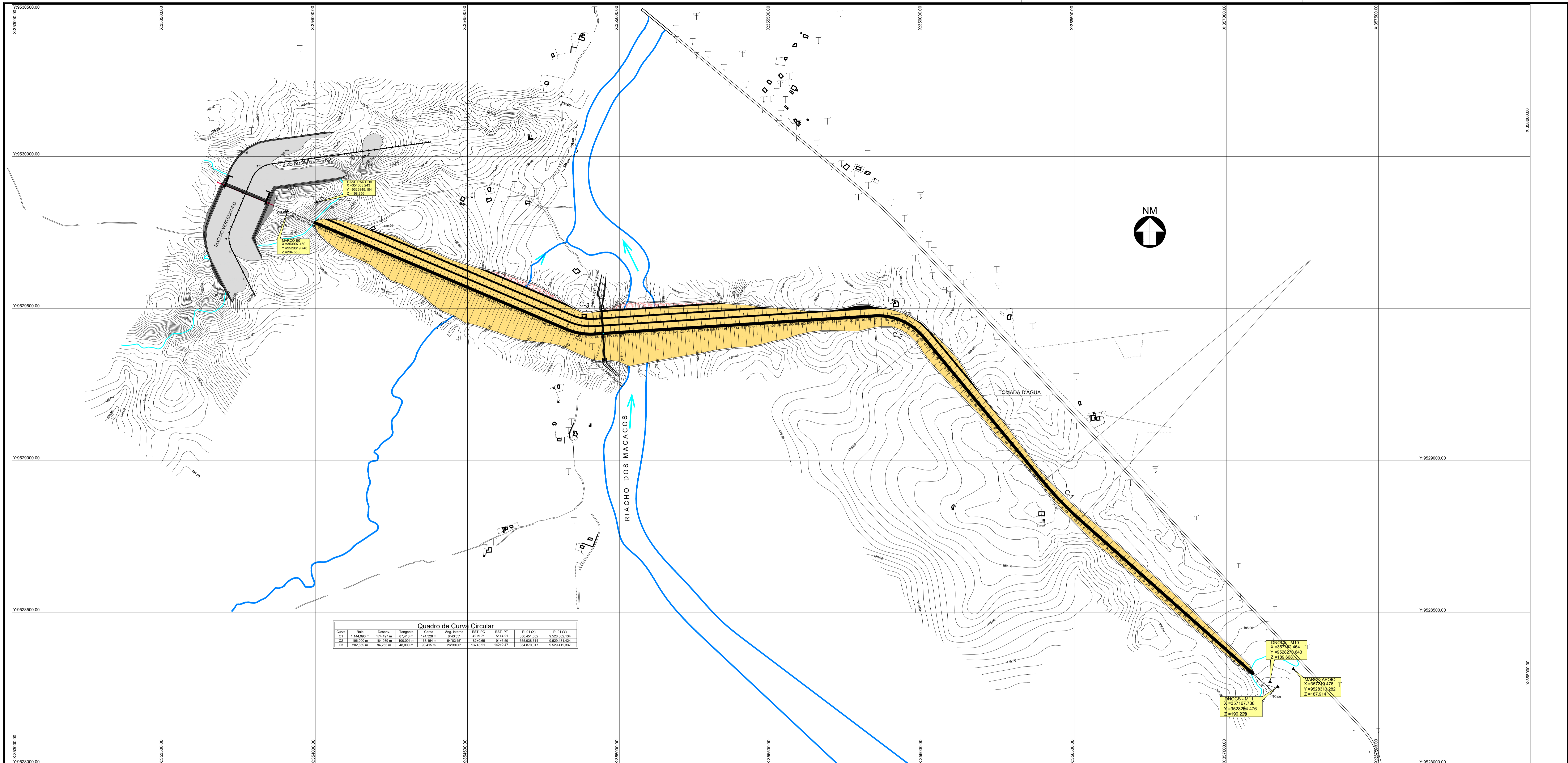
#### 4 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONCEPÇÃO DO PROJETO

A Alternativa 01 (eixo 1) da Barragem Poço Comprido, se mostrou ser a mais vantajosa, de acordo com o que ficou detalhado no estudo de alternativas e nos capítulos anteriores deste Relatório. Esta decisão foi baseada também nos estudos hidrológicos, na cartografia, na morfologia dos boqueirões, topografia das bacias e nas investigações geológicas e geotécnicas realizadas em campo e nos ensaios de laboratório e, principalmente, nos estudos socioeconômico e ambientais.

O arranjo geral final da Barragem Poço Comprido (**Figura 4.1**) consta de um maciço em terra zoneada, a ser constituída de material do tipo SM/SC (segundo classificação USC) no espaldar de montante e jusante, com pseudo-núcleo do mesmo material, diferindo somente a procedência das jazidas. Os materiais provindos das escavações obrigatórias das fundações poderão ser utilizados, desde que devidamente selecionados e avaliados em laboratório. A barragem será assentada diretamente sobre solo residual, com uma trincheira parcial tipo cut-off complementada por um sistema de tratamento por injeção de cimento

As principais características técnicas das obras e das estruturas que compõem o Anteprojeto da Barragem Poço Comprido são apresentadas a seguir:

- Barragem Principal;
- Vertedouro;
- Tomada D'Água.



**Quadro de Curva Circular**

Curva	Raio	Desenv.	Tangente	Corda	Ang. Interno	EST. PC	EST. PT	P1,01 (X)	P1,01 (Y)
C1	1.144.990 m	174.497 m	87.418 m	174.328 m	8°43'59"	42+9.71	51+4.21	356.451.652	9.529.862.134
C2	196.000 m	146.939 m	100.001 m	178.194 m	34°53'42"	82+9.65	91+3.99	355.938.614	9.529.881.424
C3	202.659 m	94.263 m	48.000 m	93.415 m	28°39'00"	137+8.21	142+2.47	354.870.017	9.529.412.337

LEGENDA :

NOTAS :

DESENHOS DE REFERÊNCIA :

REVISÕES			
Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO
00	EMISSION INICIAL	AGO./2020	

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH - CE**  
**COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Desenho:	Escala: 1:25.000
Coordenação Técnica:	Data: AGOSTO./2020
Coordenação Geral:	

**FIGURA 4.1: ARRANJO GERAL DAS OBRAS**

#### 4.1 - BARRAGEM PRINCIPAL

A Barragem Poço Comprido consta de um maciço em terra homogênea, a ser constituída de material do tipo SM/SC (segundo classificação USC) no espaldar de montante e jusante, com pseudo-núcleo do mesmo material, diferindo somente a procedência das jazidas. Os materiais provindos das escavações obrigatórias das fundações poderão ser utilizados, desde que devidamente selecionados e avaliados em laboratório. A barragem será assentada diretamente sobre solo residual, com uma trincheira parcial tipo cut-off complementada por um sistema de tratamento por injeção de cimento.

A capacidade da Barragem Poço Comprido foi definida em 329,59 hm<sup>3</sup>. A soleira do sangradouro foi fixada na cota 182,00m e a solução adotada para o desenvolvimento do projeto será de vertedouro do tipo soleira delgada. Com todos os cálculos elaborados adotou-se para o projeto a cota 187,00m para o coroamento da barragem e por conseguinte, a altura máxima da barragem ficou limitada em 38,00m, com largura de crista de 8,00 metros.

Para a fundação da barragem foi previsto um cut-off com taludes de 1,5(H) :1(V), a partir do encontro do filtro inclinado com o tapete horizontal. A largura da base do cut-off foi determinada em 7,00m de acordo com cálculos referentes à esta estrutura, não podendo, no entanto, ser inferior a 4,00m, permitindo área mínima de trabalho para os equipamentos para compactação.

Complementando a função do cut-off, está previsto tratamento superficial em toda área de implantação da barragem, consistindo na remoção de todo o solo de recobrimento com espessura média de 3,00 a 6,00 metros, desde que se atinja camadas com SPT médio de 15 golpes, e um tratamento mais intenso em profundidade através de injeção de calda de cimento.

Foi previsto tratamento profundo das fundações através de uma linha de injeções de impermeabilização, com furos primários, secundários e se necessário for, terciários. Este tratamento deverá ser aferido em campo, uma vez que o comportamento do maciço desenhará quando do avanço do tratamento através dos boletins de campo.

Sendo a barragem homogênea, os taludes de montante e de jusante deverão receber proteção contra erosão causada pela ação das ondas que se formarão no lago e pelas águas pluviais. Adotou-se, portanto, para proteção do talude de montante, uma camada de enrocamento (rip-rap) de 0,40m de espessura e outra camada de transição produzida em obra de 0,30 m, resultando uma espessura total de 0,70m.

O talude de jusante será protegido da ação das águas de chuva por uma camada de brita tipo bica corrida, com uma espessura de 30,0 cm, cujo talude interno será de 2,0(H): 1(V). Na proteção do talude de jusante com material granular, deverá ser usado material resistente à percolação de água de chuva, com granulometria de cascalho ou brita, em camada única executada diretamente sobre o talude compactado.

O sistema de drenagem interna da barragem será constituído por um dreno de pé situado na extremidade do talude de jusante, ligado a um filtro inclinado para montante face à altura da barragem, reduzindo assim, as tensões nesta área. O dreno-de-pé ou rock-fill, em configuração trapezoidal com pedras compactadas com topo na cota 153,00m tem a finalidade de facilitar a drenagem das águas freática e pluviais, além de aumentar a estabilidade do talude de jusante.

Entre o dreno-de-pé e o maciço compactado está previsto um filtro de transição composto de duas camadas, sendo uma com 0,50 m de espessura horizontal de brita com granulometria variável (tamanhos 1 a 3) e a outra de 0,50 m de espessura horizontal de areia com granulometria para filtro. Esta camada de areia é prolongada no tapete drenante, com espessura de 1,00 m, até atingir o filtro inclinado, projetado com a mesma espessura, garantindo uma distância vertical ao talude, suficiente para evitar surgências na região do talude de jusante, devidas à capilaridade, além de infiltrações de águas pluviais diretamente no filtro, fissuras indesejáveis que comprometam a estabilidade.

O filtro inclinado tem a função de ser um dispositivo de proteção contra o carreamento do material fino do maciço argiloso, pela água em percolação, completando a função de coletar eventuais fluxos pela fundação, após o cut-off, com um tapete drenante que deságua num enrocamento de pé.

## 4.2 - VERTEDOURO

O vertedouro da barragem Poço Comprido ficará localizado em uma sela topográfica na ombreira esquerda do Riacho dos Macacos. O mesmo será composto por um canal de aproximação, uma soleira e um canal de restituição.

O estudo hidrológico, realizado na fase de estudos básicos, apresentou simulações de três alternativas de volume do reservatório e mais três alternativas de largura do vertedouro. Conforme definição da fiscalização, sustentada pela avaliação do Consórcio sobre as alternativas de volumes da barragem, foi definida a cota 182,00 m como a cota de vertimento da soleira do vertedouro, o que limitou o volume máximo de acumulação em 329,59 hm<sup>3</sup>.

Neste estudo de avaliação das alternativas de vertedouro, foram simuladas e avaliadas as alternativas de largura do vertedouro e do tipo de soleira a ser adotada, e realizada uma verificação hidráulica e de custo. Destas simulações, a largura do vertedouro (segundo consta no volume de memorial de cálculo) corresponde a escolha de 200,00 metros.

## 4.3 - TOMADA D'ÁGUA E EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICO

A tomada d'água será implantada na ombreira direita, locada na estaca E136+0m, sendo composta por duas tubulações em aço com diâmetro de 1.500 mm e 173 m de comprimento envelopadas em concreto armado. Será posicionada formando um ângulo de 90° com o eixo da barragem, tendo os eixos de entrada e saída à cota 158,50m.

Será composta por uma obra de controle de montante, corpo da tomada e uma caixa de jusante de controle e equipamentos. Cada tubulação possuirá em sua entrada, uma grade de proteção, seguida mais para jusante de uma comporta acionada por meio de dispositivo hidromecânico.

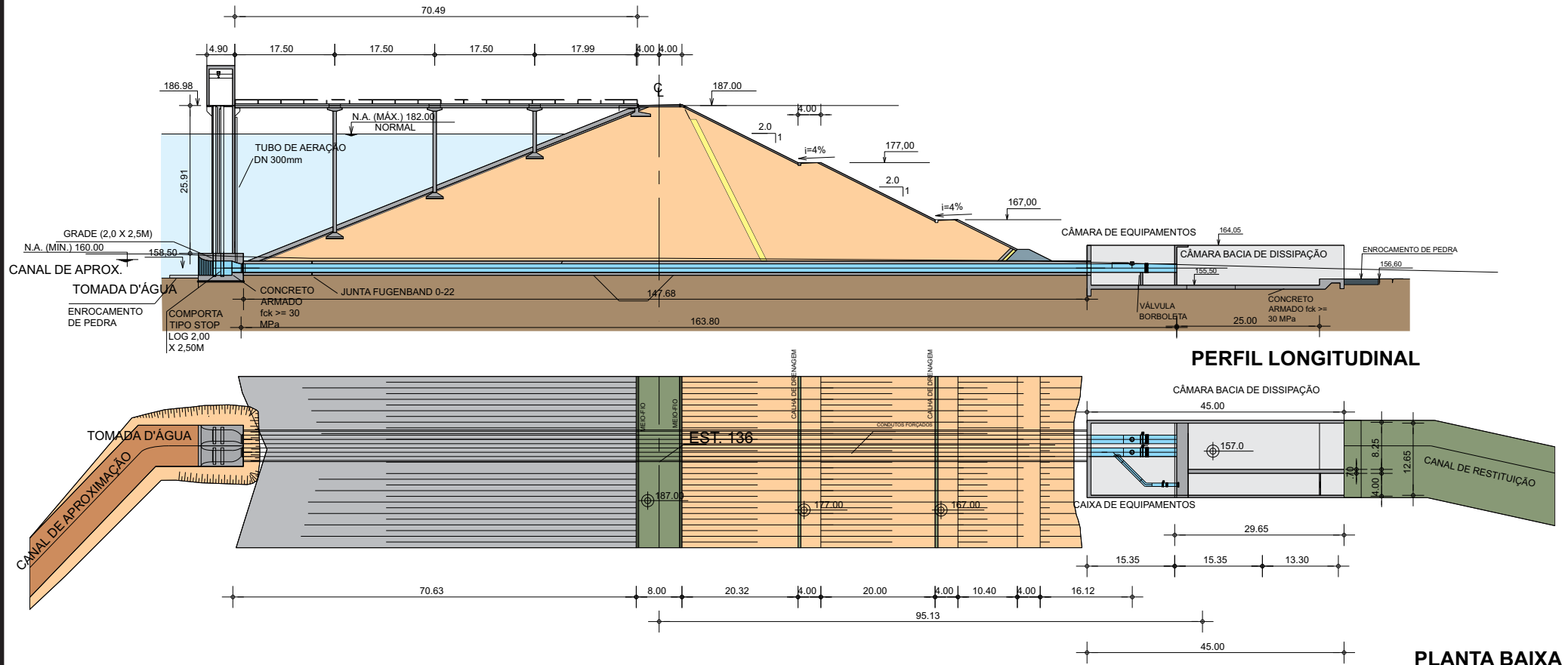
O controle das vazões é feito através de uma válvula dispersora do tipo Howell-Bunger, colocada na extremidade de jusante, a fim de permitir uma descarga dissipada na área a jusante do maciço da barragem. Uma casa de comando abrigará o dispositivo de acionamento da válvula.

A obra de controle de montante será composta por uma caixa na entrada da tomada, que deverá ser assente em rocha e uma torre de operação dos equipamentos, em seu topo será instalado um sistema de elevação para a comporta e a grade. A caixa de montante será construída em concreto armado onde será instalada uma grade de limpeza (2,00 x 2,50m) e uma comporta tipo vagão com dimensão de 2,0 x 2,5m, cuja elevação será feita por uma talha de 15 toneladas a ser instalada na laje da torre. Acima da caixa de montante será elevada uma torre de controle de equipamento, o que permitirá a operação dos equipamentos a serem instalados na caixa de montante e servirá de acesso ao interior da galeria da tomada d'água, e em seu topo será instalado um sistema de elevação para a comporta e grade.

Na **Figura 4.2**, pode ser observado a planta baixa da Tomada D`Água.



# TOMADA D'ÁGUA (ESTACA - 136)



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

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA-RIMA),  
LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA  
BARRAGEM POÇO COMPRIDO NO MUNICÍPIO DE SANTA QUIITÉRIA, NO ESTADO DO CEARÁ

COGERH

FIGURA 4.2  
PLANTA BAIXA DATOMADA D'ÁGUA

Y&I  
PROJETOS  
INTEGRADOS

EPF  
ENGENHARIA

#### 4.4 - INTERFERÊNCIAS COM INFRAESTRUTURAS EXISTENTES

Com a formação do reservatório proposto algumas infraestruturas de uso público serão submersas fazendo-se necessário suas relocações, estando estas representadas principalmente, por estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais da região, rede elétrica de baixa tensão, linhas de alta tensão da ENEL e trechos de estradas estaduais.

Foi identificada a presença de duas linhas de alta tensão da ENEL bordejando a área da bacia hidráulica do futuro reservatório, com uma destas se desenvolvendo paralela ao traçado da rodovia CE-366 e a outra tangenciando a área da bacia hidráulica do reservatório a oeste, totalizando 2,7 km de extensão de linha de transmissão a ser relocada. Além disto, faz-se necessária a relocação de dois trechos rodovias estaduais, cerca de 1,9 km da rodovia CE-366 e 3,3 km da rodovia CE-257, além da construção de uma ponte de 150 m de extensão sobre o riacho dos Macacos, também na CE-257.

#### 4.5 - ORÇAMENTO E CRONOGRAMA

As obras pertinentes à construção da Barragem Poço Comprido foram orçadas em R\$ 250.460.442,95 (Duzentos e cinquenta milhões, quatrocentos e sessenta mil, quatrocentos e quarenta e dois reais e noventa e cinco centavos), conforme pode ser visualizado no **Quadro 4.1**.

**Quadro 4.1 - Custos das Obras do Reservatório**

Discriminação	Valor (R\$) (*)
Serviços Preliminares	22.937.972,38
Rede Viária Interna	3.253.735,95
Barragem em Solo	128.621.658,46
Instrumentação	297.511,24
Vertedouro	29.406.668,80

<b>Discriminação</b>	<b>Valor (R\$) (*)</b>
Tomada d'Água	12.717.366,53
Instalação Elétrica	156.325,87
Plano Básico de Ações Ambientais	37.383.086,84
Interferências com o Lago Formado	15.686.116,88
<b>Total</b>	<b>250.460.442,95</b>

Fonte: COGERH, Elaboração do Estudo de Viabilidade e do Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido. Fase A – Estudos de Viabilidade. Etapa A2 – Estudos Básicos e Anteprojeto da Barragem. Volume 2 – Anteprojeto da Barragem. TOMO 1 – Relatório do Anteprojeto da Barragem, IBI/TPF, 2020.

(\*) Tabelas de preço SICRO/JAN/2020, SINAPI/FEV/2020.

O cronograma físico-financeiro de construção das obras da Barragem Poço Comprido foi elaborado com o objetivo de orientar a empreiteira quanto à sequência de execução de cada serviço, tendo sido previsto um prazo de 36 meses para a sua implantação, conforme pode ser visualizado na Figura 4.3.



#### 4.6 - ORGANIZAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO

A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, órgão da administração direta do Estado, foi criada pela Lei nº 11.306, de 01 de abril de 1987, tendo como função formular, promover e supervisionar a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, de forma integrada, descentralizada e participativa, visando o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida da população do Estado do Ceará. Tem como competências as seguintes atividades:

- Formular políticas, planos e programas estaduais de recursos hídricos, além de supervisionar a sua execução;
- Elaborar e manter atualizados os manuais de procedimentos de licenciamento, gestão, fiscalização e uso dos recursos hídricos e demais bens ambientais do Estado;
- Desenvolver estudos, pesquisas e projetos socioeconômicos relacionados com o aproveitamento e preservação dos recursos hídricos estaduais;
- Elaborar e manter atualizados os manuais de operação e manutenção da infraestrutura hídrica do Estado;
- Promover medidas para exploração e preservação dos recursos hídricos do Estado, mediante uma atuação administrativa coordenada que permita o acesso múltiplo a tais recursos ambientais;
- Planejar ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos das secas e enchentes, em articulação com os componentes do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC);
- Representar o Estado no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, previsto no Art. 21, XIX da Constituição Federal;
- Relacionar-se com Órgãos e Entes públicos e privados, nacionais ou internacionais, que apresentem afinidade com sua área de atuação;

- Projetar, licitar, executar, fiscalizar, receber, direta ou indiretamente, e gerenciar as obras e serviços de engenharia afetos à esta Secretaria (SRH) e de suas vinculadas.

No âmbito da sua competência, a SRH preside o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e representa o Estado no Conselho Nacional de Recursos Hídricos, através do qual integra o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos exercendo a gestão do Fundo Estadual de Recursos Hídricos. São órgãos vinculados à SRH, a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME.

As funções desempenhadas pela SRH no setor hídrico estão associadas ao Sistema de Gestão, na função planejamento (com as atribuições de planejamento de ações relativas aos recursos hídricos); na função administração (com as atribuições de pesquisar, experimentar e fomentar informações técnicas e científicas nas suas áreas de atuação monitoramento/acompanhamento) e na função regulamentação (com a concessão de outorgas e licenciamentos de obras que visam o uso dos recursos hídricos). Dentro dos sistemas afins, na função oferta (com a construção de barragens e sistemas adutores).

No contexto do Projeto da Barragem Poço Comprido ora em análise, a COGERH vem desenvolvendo no âmbito da função de planejamento a elaboração dos estudos pertinentes ao projeto executivo de engenharia deste empreendimento, bem como os estudos ambientais, levantamento cadastral das propriedades atingidas, projeto de reassentamento da população a ser desalojada, projeto de desmatamento racional da área da bacia hidráulica deste reservatório e o relatório para obtenção do CERTOH – Certificado de Avaliação da Sustentabilidade de Obras Hídricas. Tais estudos e projetos estão sendo elaborados pela IBI/TPF sob a fiscalização da COGERH.

De posse dos produtos acima elencados caberá a SRH dar encaminhamento aos seguintes processos:

- Licenciamento ambiental do empreendimento junto a SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente, visando a obtenção das licenças Prévia e de Instalação das obras de engenharia;

- Pagamento da Compensação Ambiental exigida pelo órgão licenciador, no caso a SEMACE, para empreendimentos de significativo impacto ambiental (Lei 9.985/2000) cuja negociação deverá ficar a cargo do NUCAM – Núcleo de Controle Ambiental, integrante da COINF - Coordenadoria de Infraestrutura de Recursos Hídricos da SRH;
- Obtenção dos Alvarás das prefeituras dos municípios que terão partes dos seus territórios atingidos pela formação do futuro reservatório (Santa Quitéria e Hidrolândia), atestando que o empreendimento está compatível com a legislação municipal de uso e ocupação do solo;
- Licenciamento ambiental do empreendimento junto ao IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional em atendimento a Instrução Normativa no 001/2015, fazendo-se necessário para tanto a elaboração da Ficha de Caracterização Ambiental – FCA do empreendimento, fornecendo subsídios ao IPHAN para a determinação dos estudos a serem requeridos por este órgão para obtenção das licenças prévias, de instalação e de operação do empreendimento junto a este órgão;
- Processo desapropriatório visando o pagamento das indenizações das propriedades atingidas pela formação do futuro reservatório a ser executado pelo NUREA - Núcleo de Desapropriação e Reassentamento, integrante da COINF - Coordenadoria de Infraestrutura de Recursos Hídricos da SRH;
- Reassentamento da população a ser desalojada pela formação do futuro reservatório a ser implementado pelo NUREA/COINF/SRH;
- Processo para obtenção do CERTOH – Certificado de Avaliação da Sustentabilidade de Obras Hídricas junto a ANA – Agência Nacional de Águas, de modo a sinalizar que a obra de reservação de água bruta a ser financiada com recursos da União é sustentável sob os pontos de vista operacional, institucional e hídrico;
- Licenciamento das áreas das jazidas de empréstimo a serem utilizadas nas obras de implantação do empreendimento junto a ANM – Agência Nacional de Mineração e ao órgão ambiental competente, no caso a SEMACE, através da elaboração do

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas pela atividade mineraria, bem como da operação da central de britagem;

- Obtenção de autorização de supressão da vegetação das áreas de implantação das obras, junto ao órgão ambiental competente, no caso a SEMACE, através da apresentação do Projeto de Desmatamento Racional/Manejo da Fauna elaborado no âmbito do projeto executivo;
- Obtenção das anuências das concessionárias de serviços públicos que tiverem infraestruturas atingidas pela formação do reservatório – linhas de transmissão/rede elétrica, estradas municipais, etc.

A Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA, vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, caberá executar a supervisão da implantação das obras do empreendimento proposto. Por fim, ficará sob a alçada da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, outra vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, o gerenciamento dos recursos hídricos ofertados pelo futuro reservatório, compreendendo os aspectos de monitoramento, manutenção e operação desta obra hídrica e organização de seus usuários.



---

## 5. VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA

---

## 5 - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA

### 5.1 - VIABILIDADE FINANCEIRA

#### 5.1.1 - Considerações Iniciais

A metodologia de avaliação financeira de projetos de Obras Hidráulicas tem por objetivo investigar a sustentabilidade financeira dos investimentos, tendo por base a valoração dos custos e benefícios a preços de mercado, os quais incluem impostos e subsídios.

A avaliação financeira objetiva, portanto, avaliar se os recursos serão aplicados de forma eficaz e se os ganhos privados e públicos são suficientes para remunerarem os investimentos propostos. Vista pela ótica da alocação dos recursos a avaliação financeira busca mensurar o impacto direto provocado pelo aumento da oferta d'água no fluxo de caixa atual dos financiadores do projeto através da ótica incremental. Assim, como o objetivo é de mensurar o retorno aos investimentos do projeto, será formado um fluxo de caixa incremental, cuja elaboração exigirá a quantificação de várias variáveis para as situações "sem projeto" e "com projeto".

Todos os valores dos custos e benefícios são expressos em reais de janeiro de 2021.

#### 5.1.2 - Projeção da População e Demanda Atual e Futura

As projeções populacionais para as sedes municipais de Santa Quitéria e Hidrolândia, bem como as demandas, podem ser observadas nos **Quadro 5.1 a Quadro 5.3**.

Para cálculo da demanda com projeto, adotou-se o consumo de água per capita residencial e comercial (q) de 150 L/hab/dia por se tratar de valor usualmente utilizando em projetos similares. Foi admitido que este consumo per capita permanecerá constante ao longo do alcance do projeto.

Para a situação sem projeto, os consumos per capita foram obtidos com base nas informações da CAGECE, as quais indicam um consumo médio atual de 84,2 L/hab/dia para Hidrolândia e 88,4 L/Hab/dia para Santa Quitéria. Os níveis atuais de atendimento para as duas localidades correspondem a 99,7% e 98,36%, respectivamente, para Hidrolândia e Santa Quitéria.

### QUADRO 5.1 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO BENEFICIÁRIA DO PROJETO

POPULAÇÃO ATENDIDA															
SEDE	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
<i>Hidrolândia</i>	13.475	13.744	14.019	14.299	14.585	14.877	15.174	15.478	15.787	16.103	16.425	16.753	17.088	17.430	17.778
<i>Santa Quitéria</i>	27.135	27.678	28.231	28.796	29.372	29.959	30.558	31.169	31.793	32.428	33.077	33.738	34.413	35.101	35.803
<b>POPULAÇÃO ATENDIDA</b>	<b>40.610</b>	<b>41.422</b>	<b>42.250</b>	<b>43.095</b>	<b>43.957</b>	<b>44.836</b>	<b>45.733</b>	<b>46.647</b>	<b>47.580</b>	<b>48.531</b>	<b>49.502</b>	<b>50.492</b>	<b>51.502</b>	<b>52.531</b>	<b>53.582</b>

### QUADRO 5.1 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO BENEFICIÁRIA DO PROJETO

POPULAÇÃO ATENDIDA																
SEDE	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
<i>Hidrolândia</i>	18.135	18.498	18.867	19.245	19.629	20.023	20.423	20.832	21.248	21.673	22.107	22.549	23.000	23.460	23.929	24.408
<i>Santa Quitéria</i>	36.520	37.250	37.995	38.755	39.530	40.321	41.127	41.950	42.789	43.644	44.518	45.408	46.316	47.243	48.187	49.151
<b>POPULAÇÃO ATENDIDA</b>	<b>54.655</b>	<b>55.748</b>	<b>56.863</b>	<b>58.000</b>	<b>59.160</b>	<b>60.344</b>	<b>61.551</b>	<b>62.781</b>	<b>64.037</b>	<b>65.317</b>	<b>66.625</b>	<b>67.957</b>	<b>69.316</b>	<b>70.702</b>	<b>72.116</b>	<b>73.559</b>

**QUADRO 5.2 - ESTIMATIVA DA DEMANDA SEM PROJETO em m3/ano**

<b>SEM PROJETO</b>															
<b>CIDADE</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>
<i>Hidrolândia</i>															
Comunidades (ligados à Rede)	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973
Demanda SEM (m3/ano)	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973
<i>Santa Quitéria</i>															
Comunidades (ligados à Rede)	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889
Demanda SEM (m3/ano)	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889
<b>DEMANDA TOTAL (SEM)</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>

**QUADRO 5.2 - ESTIMATIVA DA DEMANDA SEM PROJETO em m3/ano**

<b>SEM PROJETO</b>																
<b>CIDADE</b>	<b>2035</b>	<b>2036</b>	<b>2037</b>	<b>2038</b>	<b>2039</b>	<b>2040</b>	<b>2041</b>	<b>2042</b>	<b>2043</b>	<b>2044</b>	<b>2045</b>	<b>2046</b>	<b>2047</b>	<b>2048</b>	<b>2049</b>	<b>2050</b>
<i>Hidrolândia</i>																
Comunidades (ligados à Rede)	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973
Demanda SEM (m3/ano)	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973	412.973
<i>Santa Quitéria</i>																
Comunidades (ligados à Rede)	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889
Demanda SEM (m3/ano)	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889	860.889
<b>DEMANDA TOTAL (SEM)</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>	<b>1.273.861</b>

### QUADRO 5.3 - ESTIMATIVA DA DEMANDA COM PROJETO em m3/ano

COM PROJETO										
CIDADE	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
<i>Hidrolândia</i>										
Comunidades (ligados à Rede)	0	752.506	767.552	782.897	798.550	814.516	830.801	847.411	864.354	881.635
Demanda COM(m3/ano)	0	752.506	767.552	782.897	798.550	814.516	830.801	847.411	864.354	881.635
<i>Santa Quitéria</i>										
Comunidades (ligados à Rede)	0	1.515.352	1.545.656	1.576.567	1.608.096	1.640.255	1.673.058	1.706.516	1.740.644	1.775.454
Demanda COM(m3/ano)	0	1.515.352	1.545.656	1.576.567	1.608.096	1.640.255	1.673.058	1.706.516	1.740.644	1.775.454
<b>DEMANDA TOTAL (COM)</b>	<b>0</b>	<b>2.267.858</b>	<b>2.313.208</b>	<b>2.359.464</b>	<b>2.406.646</b>	<b>2.454.771</b>	<b>2.503.858</b>	<b>2.553.927</b>	<b>2.604.997</b>	<b>2.657.089</b>

### QUADRO 5.3 - ESTIMATIVA DA DEMANDA COM PROJETO em m3/ano

COM PROJETO											
CIDADE	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	
<i>Hidrolândia</i>											
Comunidades (ligados à Rede)	899.269	917.248	935.587	954.292	973.372	992.891	1.012.742	1.032.990	1.053.643	1.074.709	
Demanda COM(m3/ano)	899.269	917.248	935.587	954.292	973.372	992.891	1.012.742	1.032.990	1.053.643	1.074.709	
<i>Santa Quitéria</i>											
Comunidades (ligados à Rede)	1.810.966	1.847.182	1.884.123	1.921.802	1.960.235	1.999.470	2.039.456	2.080.242	2.121.844	2.164.277	
Demanda COM(m3/ano)	1.810.966	1.847.182	1.884.123	1.921.802	1.960.235	1.999.470	2.039.456	2.080.242	2.121.844	2.164.277	
<b>DEMANDA TOTAL (COM)</b>	<b>2.710.235</b>	<b>2.764.430</b>	<b>2.819.710</b>	<b>2.876.095</b>	<b>2.933.607</b>	<b>2.992.361</b>	<b>3.052.199</b>	<b>3.113.233</b>	<b>3.175.487</b>	<b>3.238.986</b>	



### QUADRO 5.3 - ESTIMATIVA DA DEMANDA COM PROJETO em m3/ano

COM PROJETO											
CIDADE	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
<i>Hidrolândia</i>											
Comunidades (ligados à Rede)	1.096.259	1.118.177	1.140.533	1.163.336	1.186.595	1.210.358	1.234.557	1.259.240	1.284.417	1.310.096	1.336.338
Demanda COM(m3/ano)	1.096.259	1.118.177	1.140.533	1.163.336	1.186.595	1.210.358	1.234.557	1.259.240	1.284.417	1.310.096	1.336.338
<i>Santa Quitéria</i>											
Comunidades (ligados à Rede)	2.207.575	2.251.723	2.296.754	2.342.685	2.389.535	2.437.361	2.486.104	2.535.822	2.586.534	2.638.261	2.691.017
Demanda COM(m3/ano)	2.207.575	2.251.723	2.296.754	2.342.685	2.389.535	2.437.361	2.486.104	2.535.822	2.586.534	2.638.261	2.691.017
<b>DEMANDA TOTAL (COM)</b>	<b>3.303.834</b>	<b>3.369.900</b>	<b>3.437.287</b>	<b>3.506.021</b>	<b>3.576.130</b>	<b>3.647.719</b>	<b>3.720.661</b>	<b>3.795.062</b>	<b>3.870.951</b>	<b>3.948.357</b>	<b>4.027.355</b>

### 5.1.3 - Projeções de Oferta

A oferta para a situação com projeto foi calculada considerando-se a demanda com projeto, adicionando-se as perdas do sistema. De acordo com as informações da companhia operadora do sistema, o nível de perdas atuais é de 37,5% para Hidrolândia e 42,8% para Santa Quitéria. Foi admitido a redução das perdas de 1% ao ano.

Para a situação sem projeto, a oferta foi calculada considerando-se as populações ligadas e não ligadas à rede. Para a população ligada, a oferta é igual à demanda adicionando-se as perdas físicas da situação atual, mantida constante durante todo o horizonte de análise. Para os não ligados, considerou-se a oferta igual à demanda.

O **Quadro 5.4** apresenta os valores de oferta para as situações sem e com projeto.

### 5.1.4 - Tarifas Médias

A tarifa foi calculada a partir das informações acerca do sistema atualmente em operação pela CAGECE. O valor da tarifa média atual é de R\$ 3,81/m<sup>3</sup>, com base na estrutura tarifária definida para o mês de janeiro de 2021.

### 5.1.5 - Receitas

#### a) Situação Sem Projeto

Para a situação sem projeto o cálculo das receitas é obtido multiplicando a demanda anual sem projeto da população ligada à rede pela tarifa média atualmente praticada, que é de R\$ 3,81/m<sup>3</sup>, deduzido o percentual de perdas financeiras, estimado em 20,6% em Hidrolândia e 15,8% em Santa Quitéria (**Quadro 5.5**).

#### b) Situação Com Projeto

As receitas para a situação com projeto foram estimadas multiplicando-se os valores das demandas anuais de água pela tarifa média (R\$ 3,81/ m<sup>3</sup>) (**Quadro 5.5**).

### 5.1.6 - Custos

Os custos de implantação da barragem e da adutora podem ser observados no **Quadro 5.6**. Além disso, a **Figura 5.1**. mostra a localização da barragem e suas prováveis adutoras.

### QUADRO 5.4 - ESTIMATIVA DA OFERTA em m3/ano

COM PROJETO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
<i>Hidrolândia</i>	0	1.185.823	1.190.767	1.196.020	1.201.576	1.207.431	1.213.582	1.220.024	1.226.755	1.233.771
<i>Santa Quitéria</i>	0	2.603.539	2.610.750	2.618.728	2.627.456	2.636.916	2.647.095	2.657.978	2.669.554	2.681.811
<b>OFERTA TOTAL (COM)</b>	<b>0</b>	<b>3.789.362</b>	<b>3.801.517</b>	<b>3.814.748</b>	<b>3.829.032</b>	<b>3.844.348</b>	<b>3.860.677</b>	<b>3.878.002</b>	<b>3.896.309</b>	<b>3.915.582</b>

SEM PROJETO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
<i>Hidrolândia</i>										
ligados à Rede	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195
<i>Santa Quitéria</i>										
ligados à Rede	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957
<b>OFERTA TOTAL (SEM)</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>

#### QUADRO 5.4 - ESTIMATIVA DA OFERTA em m3/ano

COM PROJETO	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
<i>Hidrolândia</i>	1.241.080	1.248.661	1.256.520	1.264.658	1.273.071	1.281.835	1.290.799	1.300.037	1.326.029	1.352.540	1.379.662
<i>Santa Quitéria</i>	2.694.748	2.708.338	2.722.582	2.737.472	2.753.003	2.769.213	2.786.008	2.803.427	2.821.468	2.840.127	2.859.422
<b>OFERTA TOTAL (COM)</b>	<b>3.935.828</b>	<b>3.956.998</b>	<b>3.979.102</b>	<b>4.002.130</b>	<b>4.026.074</b>	<b>4.051.049</b>	<b>4.076.807</b>	<b>4.103.464</b>	<b>4.147.497</b>	<b>4.192.667</b>	<b>4.239.083</b>

SEM PROJETO	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
<i>Hidrolândia</i>											
ligados à Rede	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195
<i>Santa Quitéria</i>											
ligados à Rede	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957
<b>OFERTA TOTAL (SEM)</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>

### QUADRO 5.4 - ESTIMATIVA DA OFERTA em m3/ano

COM PROJETO	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
<i>Hidrolândia</i>	1.407.246	1.435.381	1.464.079	1.493.351	1.523.257	1.553.712	1.584.776	1.616.461	1.648.779	1.648.779
<i>Santa Quitéria</i>	2.879.311	2.899.812	2.957.804	3.016.955	3.077.338	3.138.880	3.201.652	3.265.680	3.330.989	3.397.597
<b>OFERTA TOTAL (COM)</b>	<b>4.286.556</b>	<b>4.335.193</b>	<b>4.421.883</b>	<b>4.510.306</b>	<b>4.600.595</b>	<b>4.692.592</b>	<b>4.786.428</b>	<b>4.882.141</b>	<b>4.979.768</b>	<b>5.046.376</b>

SEM PROJETO	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
<i>Hidrolândia</i>										
ligados à Rede	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195	661.195
<i>Santa Quitéria</i>										
ligados à Rede	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957	1.504.957
<b>OFERTA TOTAL (SEM)</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>	<b>2.166.152</b>

**QUADRO 5.5 - PROJEÇÃO DAS RECEITAS ANUAIS (R\$)**

<b>COM PROJETO</b>														
Tarifa média COM projeto: 3,81 R\$/m <sup>3</sup>														
<b>RECEITAS EM REAIS</b>														
<b>RECEITAS COM (2)</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
<i>Hidrolândia</i>		2.867.050	2.924.371	2.982.839	3.042.476	3.103.305	3.165.350	3.228.636	3.293.187	3.359.029	3.426.214	3.494.715	3.564.586	3.635.854
<i>Santa Quitéria</i>		5.773.490	5.888.951	6.006.720	6.126.845	6.249.373	6.374.350	6.501.827	6.631.853	6.764.480	6.899.780	7.037.764	7.178.508	7.322.067
<b>RECEITAS TOTAIS COM</b>	0	8.640.540	8.813.322	8.989.560	9.169.321	9.352.678	9.539.700	9.730.463	9.925.040	10.123.509	10.325.993	10.532.479	10.743.094	10.957.921

(2) Receitas COM projeto = Demanda TOTAL COM Projeto X Tarifa Média.

<b>SEM PROJETO</b>														
Tarifa média atual: 3,81 R\$/m <sup>3</sup>														
<b>RECEITAS EM REAIS</b>														
<b>RECEITAS SEM (4)</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
<i>Hidrolândia</i>	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300
<i>Santa Quitéria</i>	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748
<b>RECEITA TOTAL SEM</b>	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048

(4) Receitas SEM projeto = Demanda da pop. ligada à Rede(na Sede) X Tarifa Média.

QUADRO 5.5 - PROJEÇÃO DAS RECEITAS ANUAIS (R\$)

COM PROJETO																	
Tarifa média COM projeto: 3,81 R\$/m3																	
	RECEITAS EM REAIS																
RECEITAS COM (2)	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
<i>Hidrolândia</i>	3.708.547	3.782.916	3.858.549	3.935.694	4.014.381	4.094.642	4.176.748	4.260.255	4.345.431	4.432.311	4.520.927	4.611.465	4.703.663	4.797.705	4.893.627	4.991.467	4.991.467
<i>Santa Quitéria</i>	7.468.497	7.617.981	7.770.328	7.925.723	8.084.224	8.245.896	8.410.860	8.579.064	8.750.631	8.925.630	9.104.129	9.286.344	9.472.056	9.661.482	9.854.696	10.051.774	10.252.776
<b>RECEITAS TOTAIS COM</b>	<b>11.177.044</b>	<b>11.400.896</b>	<b>11.628.877</b>	<b>11.861.416</b>	<b>12.098.606</b>	<b>12.340.538</b>	<b>12.587.608</b>	<b>12.839.318</b>	<b>13.096.063</b>	<b>13.357.941</b>	<b>13.625.056</b>	<b>13.897.808</b>	<b>14.175.719</b>	<b>14.459.187</b>	<b>14.748.323</b>	<b>15.043.241</b>	<b>15.244.243</b>

(2) Receitas COM projeto = Demanda TOTAL COM Projeto X Tarifa Média.

**SEM PROJETO**

Tarifa média atual:																	
	RECEITAS EM REAIS																
RECEITAS SEM (4)	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
<i>Hidrolândia</i>	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300	1.249.300
<i>Santa Quitéria</i>	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748	2.761.748
<b>RECEITA TOTAL SEM</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>	<b>4.011.048</b>

(4) Receitas SEM projeto = Demanda da pop. ligada à Rede(na Sede) X Tarifa Média.

**QUADRO 5.6 - CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO E DA ADUTORA**



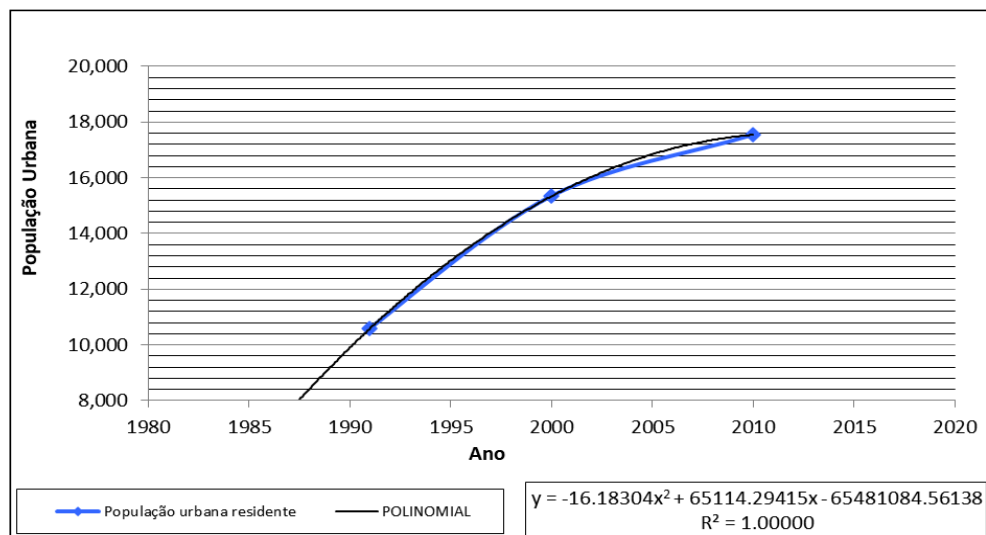
Item	Discriminação	Investimentos R\$1,00
	<b>1. ADUTORA</b>	
1.1	FLUTUANTE	1.012.804,12
1.2	ETA	5.909.414,74
1.3	EEAT - Santa Quitéria	2.473.972,57
1.4	EEAT - Hidrolândia	1.261.784,67
1.5	AAT - Santa Quitéria (250mm)	11.678.375,17
1.6	AAT - Hidrolândia (200mm)	24.028.203,22
1.7	REL - Santa Quitéria (200m <sup>3</sup> )	540.530,48
1.8	REL - Hidrolândia (200m <sup>3</sup> )	540.530,48
	<b>TOTAL ADUTORA (1)</b>	<b>47.445.615,45</b>
	<b>2. BARRAGEM</b>	
2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	31.031.333,30
2.2	REDE VIÁRIA INTERNA	4.455.678,07
2.3	BARRAGEM EM SOLO	103.613.828,69
2.4	INSTRUMENTAÇÃO	296.644,24
2.5	VERTEDOURO	57.838.098,59
2.6	TOMADA D'ÁGUA	12.832.195,50
2.7	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	158.083,27
2.8	PLANO BÁSICO DE AÇÕES AMBIENTAIS	25.992.227,84
2.9	INTERFERÊNCIAS COM O LAGO DE INUNDAÇÃO	15.862.992,83
	<b>TOTAL BARRAGEM (2)</b>	<b>252.081.082,33</b>
	<b>TOTAL GERAL (3) = (1) + (2)</b>	<b>299.526.697,78</b>



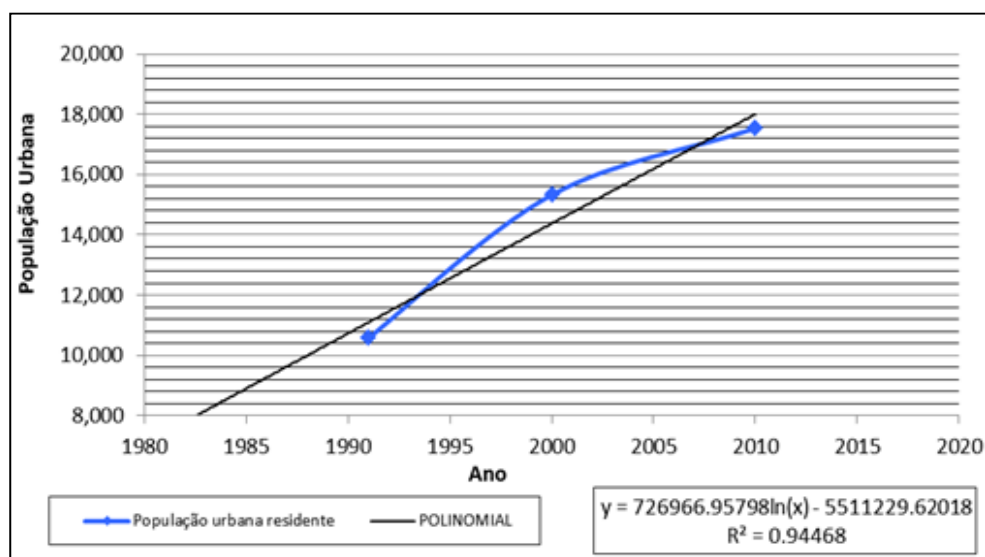
Para o cálculo estimativo do custo das adutoras que poderão beneficiar com um incremento substancial na oferta de água para os SAA's de Santa Quitéria e Hidrolândia, fez-se primeiramente um pré-dimensionamento das demandas populacionais e vazões e tendo como referência os inúmeros projetos de sistemas adutores elaborados pela TPF nos últimos anos, chegou-se a custo estimado desses projetos.

No quadro acima podemos observar os custos determinados em função do estudo populacional elaborado, e apresentado no **Gráfico 5.1 a 5.4** e **Quadro 5.7 a 5.11** a seguir:

**Gráfico 5.1 - População da Sede de Santa Quitéria – Método Polinomial**



**Gráfico 5.2 - População da Sede de Santa Quitéria – Método Logarítmico**



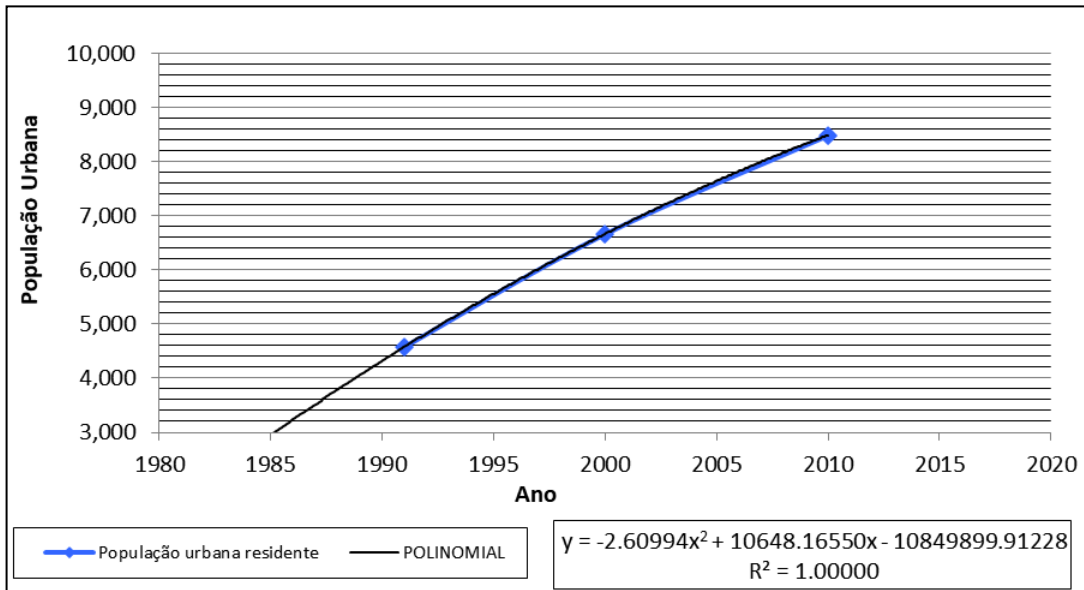
**Quadro 5.7 – Taxa de Crescimento Pop. da Sede Municipal de Santa Quitéria**

TAXA DE CRESCIMENTO	
P <sub>f</sub> = População final (2010)	17,543
P <sub>i</sub> = População inicial (1991)	10,590
n = número de anos	19
<b>Taxa de crescimento calculado</b>	<b>2.69%</b>
<b>Taxa de crescimento adotado</b>	<b>2.69%</b>

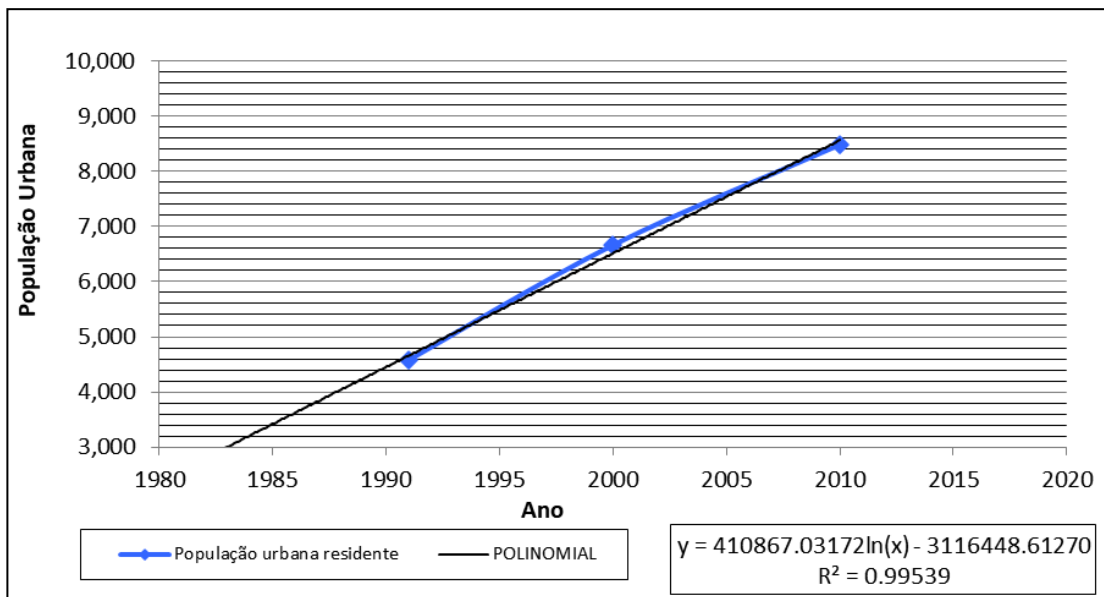
**Quadro 5.8 – Projeção Pop. da Sede Municipal de Santa Quitéria**

PROJEÇÃO POPULACIONAL	
População inicial	4,578
Ano	População (hab)
2011	10,305
2012	10,582
2013	10,867
2014	11,160
2015	11,460
2016	11,769
2017	12,086
2018	12,411
2019	12,745
2020	13,088
<b>2021</b>	<b>13,441</b>
2022	13,802
2023	14,174
2024	14,556
2025	14,947
2026	15,350
2027	15,763
2028	16,187
2029	16,623
2030	17,071
2031	17,530
2032	18,002
2033	18,487
2034	18,985
2035	19,496
2036	20,021
2037	20,559
2038	21,113
2039	21,681
<b>2040</b>	<b>22,265</b>

**Gráfico 5.3 - População da Sede de Hidrolândia – Método Polinomial**



**Gráfico 5.4 - População da Sede de Hidrolândia – Método Logarítmico**



**Quadro 5.9 – Taxa de Crescimento Pop. da Sede Municipal de Hidrolândia**

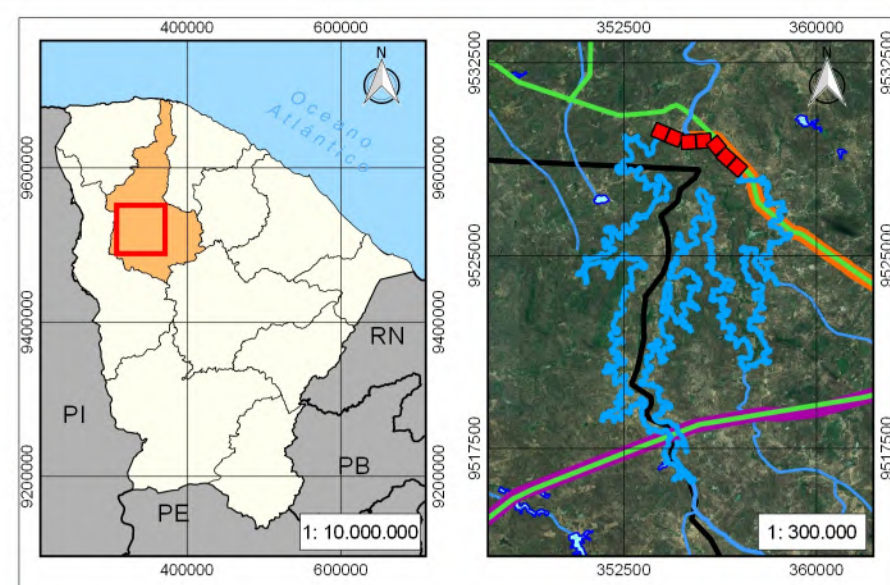
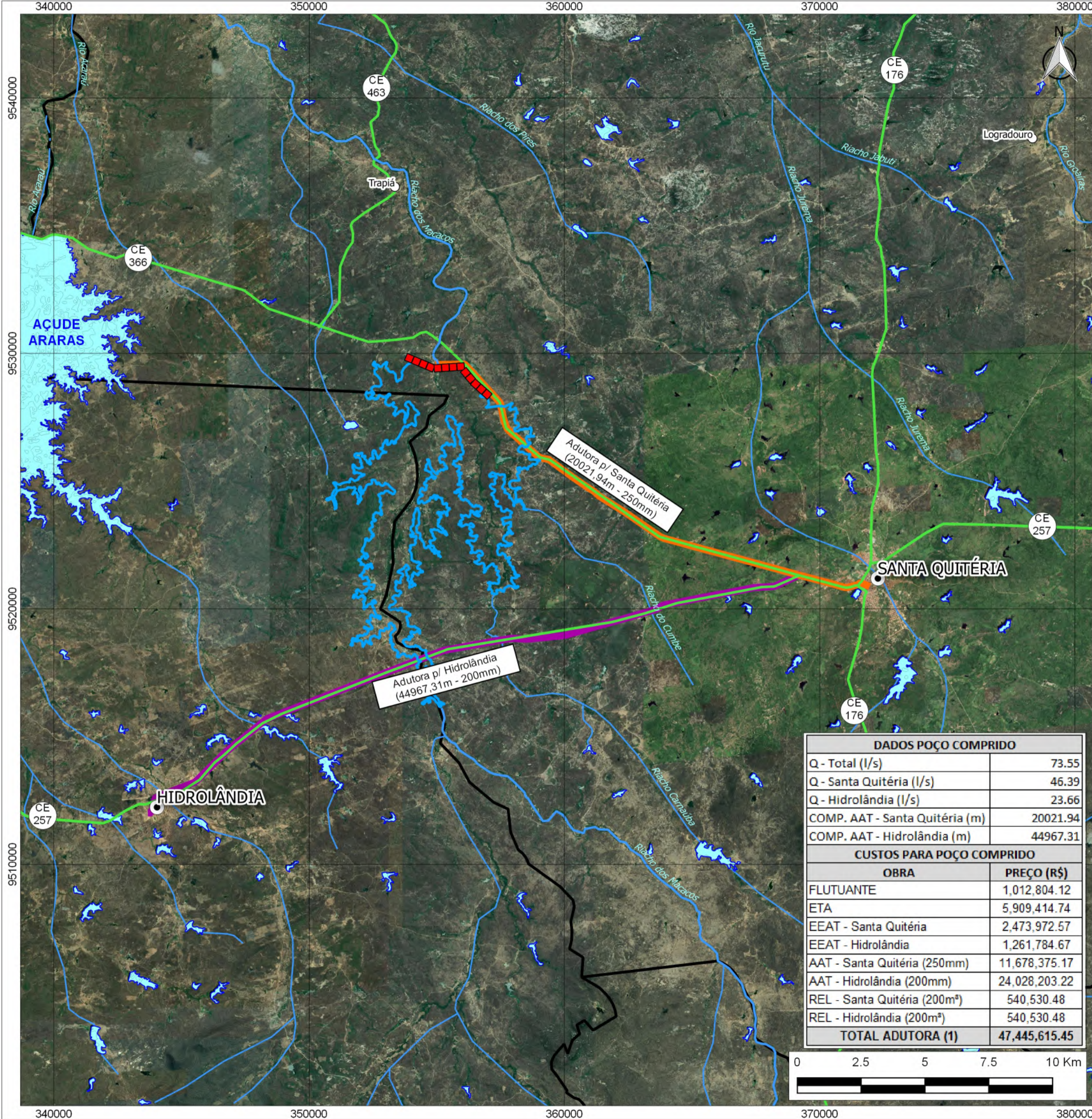
TAXA DE CRESCIMENTO	
P <sub>f</sub> = População final (2010)	8,488
P <sub>i</sub> = População inicial (1991)	4,578
n = número de anos	19
<b>Taxa de crescimento calculado</b>	<b>3.30%</b>
<b>Taxa de crescimento adotado</b>	<b>3.30%</b>

**Quadro 5.10 – Projeção Pop. da Sede Municipal de Hidrolândia**

PROJEÇÃO POPULACIONAL	
<b>População inicial</b>	<b>4,578</b>
<b>Ano</b>	<b>População (hab)</b>
2011	4,427
2012	4,573
2013	4,724
2014	4,880
2015	5,041
2016	5,208
2017	5,380
2018	5,557
2019	5,741
2020	5,931
<b>2021</b>	<b>6,126</b>
2022	6,329
2023	6,538
2024	6,754
2025	6,977
2026	7,207
2027	7,445
2028	7,691
2029	7,945
2030	8,208
2031	8,479
2032	8,759
2033	9,048
2034	9,347
2035	9,656
2036	9,975
2037	10,304
2038	10,644
2039	10,996
<b>2040</b>	<b>11,359</b>

**Quadro 5.11 – Vazões do Projeto**

Ano	População de Santa Quitéria (hab)	População de Hidrolândia (hab)	Vazão de Captação (L/s)	Vazão Distribuição (L/s)			Reservação Necessária (m³)
				Média	Máxima Diária	Máxima Horária	
<b>2021</b>	<b>13,441</b>	<b>6,126</b>	<b>42.80</b>	<b>33.97</b>	<b>40.76</b>	<b>61.15</b>	<b>1174</b>
2022	13,802	6,329	44.04	34.95	41.94	62.91	1208
2023	14,174	6,538	45.31	35.96	43.15	64.72	1243
2024	14,556	6,754	46.61	37.00	44.39	66.59	1278
2025	14,947	6,977	47.96	38.06	45.68	68.51	1316
2026	15,350	7,207	49.34	39.16	46.99	70.49	1353
2027	15,763	7,445	50.77	40.29	48.35	72.53	1392
2028	16,187	7,691	52.23	41.46	49.75	74.62	1433
2029	16,623	7,945	53.74	42.65	51.18	76.78	1474
2030	17,071	8,208	55.30	43.89	52.66	78.99	1517
2031	17,530	8,479	56.89	45.15	54.19	81.28	1561
2032	18,002	8,759	58.54	46.46	55.75	83.63	1606
2033	18,487	9,048	60.23	47.80	57.36	86.05	1652
2034	18,985	9,347	61.98	49.19	59.02	88.54	1700
2035	19,496	9,656	63.77	50.61	60.73	91.10	1749
2036	20,021	9,975	65.61	52.07	62.49	93.73	1800
2037	20,559	10,304	67.51	53.58	64.30	96.45	1852
2038	21,113	10,644	69.47	55.13	66.16	99.24	1905
2039	21,681	10,996	71.48	56.73	68.08	102.12	1961
<b>2040</b>	<b>22,265</b>	<b>11,359</b>	<b>73.55</b>	<b>58.38</b>	<b>70.05</b>	<b>105.08</b>	<b>2017</b>



**LEGENDA**

- BARRAMENTO
- BACIA HIDRAULICA DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO

**ADUTORAS**

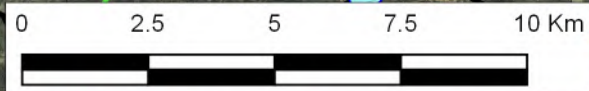
- POÇO COMPRIDO - SANTA QUITÉRIA (20021,94m)
- POÇO COMPRIDO - HIDROLÂNDIA (44967,31m) (\*)

Nota: (\*) - A adutora planejada para distribuir água a cidade de Hidrolândia, tem seu traçado paralelo à adutora de Santa Quitéria até a bifurcação das rodovias estaduais CE-257 e CE-366, onde posteriormente percorre a CE-257 no sentido de Hidrolândia.

**CONVENÇÕES**

- SEDES DISTRITAIS
- SEDES MUNICIPAIS
- RODOVIA ESTADUAL
- CURSOS D'ÁGUA
- CORPOS HÍDRICOS
- LIMITE MUNICIPAL

DADOS POÇO COMPRIDO	
Q - Total (l/s)	73.55
Q - Santa Quitéria (l/s)	46.39
Q - Hidrolândia (l/s)	23.66
COMP. AAT - Santa Quitéria (m)	20021.94
COMP. AAT - Hidrolândia (m)	44967.31
CUSTOS PARA POÇO COMPRIDO	
OBRA	PREÇO (R\$)
FLUTUANTE	1,012,804.12
ETA	5,909,414.74
EEAT - Santa Quitéria	2,473,972.57
EEAT - Hidrolândia	1,261,784.67
AAT - Santa Quitéria (250mm)	11,678,375.17
AAT - Hidrolândia (200mm)	24,028,203.22
REL - Santa Quitéria (200m³)	540,530.48
REL - Hidrolândia (200m³)	540,530.48
<b>TOTAL ADUTORA (1)</b>	<b>47,445,615.45</b>



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH - CE  
COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido  
Etapa A3 – Relatório Final Viabilidade Técnica, Socioeconômica e Ambiental  
Volume 1 – Relatório Final de Viabilidade

Figura 5.1 - Mapa de Localização das Prováveis Adutoras

Contrato	009/2019/COGERH/CE	Escala:	1:150.000
Sistema Coordenadas:	SIRGAS 2000 UTM Zona 24S	Data:	Junho/ 2021
Projeção:	Transverse Mercator	Fonte:	IPECE . 2015
DATUM:	SIRGAS 2000		

Empresa:

Os custos operacionais da situação sem projeto foram estabelecidos com base no valor de R\$ 3,54/m<sup>3</sup>, sendo estimados proporcionalmente aos níveis de produção, com base em uma estimativa dos custos médios atuais com mão-de-obra, produtos químicos, energia elétrica e manutenção da rede de distribuição. Para cálculo desses custos operacionais da situação sem projeto foram considerados os valores das despesas com manutenção da rede de distribuição e despesas de energia por m<sup>3</sup>, obtidos a partir dos dados do sistema atual fornecidos pela CAGECE, disponíveis nos **Quadros 5.12 e 5.13**, sendo estimados, respectivamente, em R\$ 1,19/m<sup>3</sup>, e R\$ 0,46/m<sup>3</sup> para Hidrolândia e R\$ 1,43/m<sup>3</sup>, e R\$ 0,46/m<sup>3</sup> para Santa Quitéria. Com base no valor médio dos sistemas das duas cidades, chegou-se ao valor de R\$ 1,77/ m<sup>3</sup>, admitindo o mesmo valor para as despesas com mão-de-obra e produtos químicos, resultando um valor médio de R\$ 3,54/m<sup>3</sup>.

Para a situação com projeto, os custos operacionais foram estabelecidos a partir da evolução do número de economias, da vazão do sistema, a potência das bombas e os custos de energia de consumo - R\$0,63882/kWh e energia de demanda - R\$ 63,88/kW. Os detalhes do cálculo dos custos operacionais da situação com projeto são apresentados no Anexo 1. O **Quadro 5.14** discrimina os valores dos custos para a situação com projeto.

### **5.1.7 - Fluxos de Receitas e Custos e Resultados da Avaliação Financeira**

O **Quadro 5.15** apresenta os fluxos financeiros do projeto, constando dos valores relativos às receitas, aos investimentos, aos custos operacionais e aos benefícios líquidos incrementais, resultantes das situações com e sem projeto. O Quadro 5.15 resume ainda os resultados da avaliação financeira, onde se verifica uma TIR financeira de 1,48%, que pode ser considerada baixa, mas situa-se dentro dos parâmetros aceitos pela metodologia desenvolvida pelo PROÁGUA/Semiárido, para estudos dessa natureza, que admite uma TIR financeira de até – 5%. O Quadro 5.15 demonstra ainda que deveria ser necessário cobrar uma tarifa média de R\$ 20,81/m<sup>3</sup> para que a TIR financeira fosse igual a 12%. Sem a cobrança deste nível tarifário, o volume de subsídio líquido é de R\$ 17,00/m<sup>3</sup>.

QUADRO 5.12 - DADOS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS EXISTENTES - HIDROLÂNDIA



Cidade:  
Hidrolândia

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	MÊS 01/20	MÊS 02/20	MÊS 03/20	MÊS 04/20	MÊS 05/20	MÊS 06/20	MÊS 07/20	MÊS 08/20	MÊS 09/20	MÊS 10/20	MÊS 11/20	MÊS 12/20	MÉDIA	
1	Nível de cobertura	%	99,90%	99,90%	99,90%	99,90%	99,90%	99,90%	99,90%	99,90%	99,90%	99,90%	99,90%	98,72%	98,72%	99,70%
2	Vol. produzido	m3	50525	47121	52103	48509	53312	53487	52966	56464	56867	61731	60581	59173	54.403,25	
3	Vol. consumido - residencial	m3	32099,31	27900,33	28477,26	32237,44	32160,57	31498,34	32459,06	36004,44	37717,22	39419,62	39450,55	39103,37	34.043,96	
	<i>baixo consumo - &lt;10m3/mês</i>	%														
	<i>médio consumo - 10&lt;C&lt;30m3/mês</i>	%														
	<i>alto consumo - &gt;30m3/mês</i>	%														
4	Vol. consumido - comercial	m3														
5	Vol. consumido - industrial	m3														
6	Vol. consumido - público	m3														
7	Ligações totais ativas	un.	4065	4018	4046	4087	4098	4114	4135	4154	4171	4171	4171	4171	4.116,75	
8	Ligações medidas	un.	4065	4018	4046	4087	4098	4114	4135	4154	4171	4171	4171	4171	4.116,75	
	Índice de hidrometração	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,0%	
9	Consumo medido	m3	32.099	27.900	28.477	32.237	32.161	31.498	32.459	36.004	37.717	39.420	39.451	39.103	34.043,96	
10	Consumo estimado	m3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
	Perdas Físicas [ 1 - (10+9)/2 ]	%	36%	41%	45%	34%	40%	41%	39%	36%	34%	36%	35%	34%	37,5%	
	Consumo per capita	l/hab/dia	79,40	69,02	70,44	79,75	79,56	77,92	80,29	89,06	93,30	97,51	97,59	96,73	84,22	
	Faturamento	R\$	164.268,51	157.559,49	160.650,24	158.152,63	165.442,40	156.620,58	166.146,88	179.773,97	200.602,35	192.797,18	201.049,63	188.702,87	174.313,89	
	Recebimento	R\$	150.665,34	156.616,40	161.035,67	128.669,15	125.980,54	129.821,49	127.490,67	125.297,73	125.210,35	132.440,05	112.801,41	164.939,17	136.747,33	
	Índice de arrecadação	%	91,72%	99,40%	100,24%	81,36%	76,15%	82,89%	76,73%	69,70%	62,42%	68,69%	56,11%	87,41%	79,4%	
11	Receita c/cons. medido	R\$	164.268,51	157.559,49	160.650,24	158.152,63	165.442,40	156.620,58	166.146,88	179.773,97	200.602,35	192.797,18	201.049,63	188.702,87	174.313,89	
12	Receita c/cons. estimado	R\$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
13	Despesa c/ M.O. (sist. atual)	R\$														
	Despesa c/ M.O. por metro cúbico	R\$/m3														
14	Consumo Cloro Gasoso	kg														
15	Consumo Polímero Catiónico Líquido	kg														
16	Consumo Cloreto de Polialumínio (PAC23 - Gav)	kg														
	Custo do Cloro	R\$/m3														
	Custo do Sulfato	R\$/m3														
	Custo do Cal	R\$/m3														
17	Desp. c/ energia elétrica (atual)	R\$	28.524,00	22.079,81	25.364,88	25.570,69	17.685,06	22.777,79	47.447,23	15.617,70	20.249,86	23.861,90	23.958,64	25.181,78	24.859,95	
	Desp. Energia por m3	R\$/m3	0,56	0,47	0,49	0,53	0,33	0,43	0,90	0,28	0,36	0,39	0,40	0,43	0,46	
18	Desp. c/manut. da rede de distrib.	R\$	66.675,21	57.363,89	59.050,03	66.648,53	55.293,50	51.867,67	58.041,18	69.518,09	84.564,66	65.998,57	74.498,08	70.277,53	64.983,08	
19	Perdas de faturamento	%	8%	1%	0%	19%	24%	17%	23%	30%	38%	31%	44%	13%	20,6%	

nd = Dado não disponível.



QUADRO 5.13 - DADOS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS EXISTENTES - SANTA QUITÉRIA



Cidade: A| SANTA QUITÉRIA

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	MÊS 01/20	MÊS 02/20	MÊS 03/20	MÊS 04/20	MÊS 05/20	MÊS 06/20	MÊS 07/20	MÊS 08/20	MÊS 09/20	MÊS 10/20	MÊS 11/20	MÊS 12/20	MÉDIA
1	Nível de cobertura	%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%	98,36%
2	Vol. produzido	m3	128379,6	124011,4	120581,6	118464,2	133631,8	124609,2	137068,2	136621	127016,8	124331,6	120257,4	118657,4	126.135,85
3	Vol. consumido - residencial	m3	64050,66	56868,93	57510,34	55794,47	57952,38	62592,36	64285,42	68864,48	74561,22	77571,91	74834,22	75711,92	65.883,19
	<i>baixo consumo - &lt;10m3/mês</i>	%													-
	<i>médio consumo - 10&lt;C&lt;30m3/mês</i>	%													-
	<i>alto consumo - &gt;30m3/mês</i>	%													-
4	Vol. consumido - comercial	m3													-
5	Vol. consumido - industrial	m3													-
6	Vol. consumido - público	m3													-
7	Ligações totais ativas	un.	7066	7127	7035	7090	7134	7160	7201	7246	7289	7289	7289	7289	7.184,58
8	Ligações medidas	un.	7066	7127	7035	7090	7134	7160	7201	7246	7289	7289	7289	7289	7.184,58
	Índice de hidrometração	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100,00%
9	Consumo medido	m3	64.051	56.869	57.510	55.794	57.952	62.592	64.285	68.864	74.561	77.572	74.834	75.712	65.883,19
10	Consumo estimado	m3	0	5.687	5.751	5.579	5.795	6.259	6.429	6.886	7.456	7.757	7.483	7.571	6.054,56
	Perdas Físicas [ 1 - (10+9)/2 ]	%	50%	50%	48%	48%	52%	45%	48%	45%	35%	31%	32%	30%	42,80%
	Consumo per capita	l/hab/dia	78,68	76,85	77,71	75,39	78,31	84,58	86,87	93,05	100,75	104,82	101,12	102,31	88,37
	Faturamento	R\$	387.667,84	388.251,98	375.467,54	381.609,67	379.312,06	386.858,36	355.940,26	438.630,36	476.099,41	498.625,02	463.872,50	425.004,59	413.111,63
	Recebimento	R\$	370.032,68	283.488,00	357.787,93	300.345,47	299.697,51	314.983,59	324.504,54	346.028,87	324.874,66	381.035,54	413.312,09	439.947,95	346.336,57
	Índice de arrecadação	%	95,45%	73,02%	95,29%	78,70%	79,01%	81,42%	91,17%	78,89%	68,24%	76,42%	89,10%	103,52%	84,2%
11	Receita c/cons. medido	R\$	387.667,84	388.251,98	375.467,54	381.609,67	379.312,06	386.858,36	355.940,26	438.630,36	476.099,41	498.625,02	463.872,50	425.004,59	413.111,63
12	Receita c/cons. estimado	R\$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
13	Despesa c/ M.O. (sist. atual)	R\$													-
	Despesa c/ M.O. por metro cúbico	R\$/m3													-
14	Consumo Cloro Gasoso	kg													-
15	Consumo Polímero Catiônico Líquido	kg													-
16	Consumo Cloreto de Polialumínio (PAC23 - Gav)	kg													-
	Custo do Cloro	R\$/m3													-
	Custo do Sulfato	R\$/m3													-
	Custo do Cal	R\$/m3													-
17	Desp. c/ energia elétrica (atual)	R\$	67.105,78	45.457,00	62.334,73	47.192,56	23.494,91	124.917,65	71.704,84	16.182,25	55.030,69	59.108,46	56.000,94	62.280,60	57.567,53
	Desp. Energia por m3	R\$/m3	0,52	0,37	0,52	0,40	0,18	1,00	0,52	0,12	0,43	0,48	0,47	0,52	0,46
18	Desp. c/manut. da rede de distrib.	R\$	161.697,71	145.690,54	185.449,27	179.749,50	124.978,66	227.326,27	163.836,25	171.160,74	230.537,20	171.454,99	177.711,47	221.219,35	180.067,66
19	Perdas de faturamento	%	5%	27%	5%	21%	21%	19%	9%	21%	32%	24%	11%	-4%	15,8%

nd = Dado não disponível.

**QUADRO 5.14 - CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (R\$)**

<b>COM PROJETO</b>															
	<b>Custo Unit.</b>														
<b>Despesa</b>	<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
REDE	2,487		2.273.773	2.430.628	2.496.170	2.561.712	2.627.254	2.692.797	2.758.339	2.823.881	2.889.423	2.954.965	3.020.507	3.086.049	3.151.592
CARRO-PIPA															
<b>TOTAL COM (3)</b>		0	2.273.773	2.430.628	2.496.170	2.561.712	2.627.254	2.692.797	2.758.339	2.823.881	2.889.423	2.954.965	3.020.507	3.086.049	3.151.592

**SEM PROJETO**

	<b>Custo Unit.</b>														
<b>Despesa (4)</b>	<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
REDE	3,54	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006
CARROS-PIPA (5)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL SEM (6)</b>		7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006

(4) Despesa SEM projeto = Demanda da população ligada à rede X Custo Unitário.

**QUADRO 5.14 - CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (R\$)**

**COM PROJETO**

Despesa	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
REDE	3.217.134	3.282.676	3.348.218	3.413.760	3.479.302	3.544.844	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091
CARRO-PIPA																	
<b>TOTAL COM (3)</b>	<b>3.217.134</b>	<b>3.282.676</b>	<b>3.348.218</b>	<b>3.413.760</b>	<b>3.479.302</b>	<b>3.544.844</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>	<b>4.054.091</b>

**SEM PROJETO**

Despesa (4)	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
REDE	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006
CARROS-PIPA (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL SEM (6)</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>	<b>7.677.006</b>

(4) Despesa SEM projeto = Demanda da população ligada à rede X Custo Unitário.

**QUADRO 5.15 - FLUXO DE CAIXA (R\$)**

Valores em R\$ de Janeiro de 2021

Custo Op. Capital: 12%

COM PROJETO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
<b>INVESTIMENTOS</b>	313.199.846									
Receitas Financeiras	0	8.640.540	8.813.322	8.989.560	9.169.321	9.352.678	9.539.700	9.730.463	9.925.040	10.123.509
Custos de O&M	0	2.273.773	2.430.628	2.496.170	2.561.712	2.627.254	2.692.797	2.758.339	2.823.881	2.889.423
Resultado Financeiro	0	6.366.766	6.382.694	6.493.389	6.607.609	6.725.423	6.846.904	6.972.124	7.101.160	7.234.086
<b>FLUXO DE CAIXA:</b>	<b>-313.199.846</b>	<b>6.366.766</b>	<b>6.382.694</b>	<b>6.493.389</b>	<b>6.607.609</b>	<b>6.725.423</b>	<b>6.846.904</b>	<b>6.972.124</b>	<b>7.101.160</b>	<b>7.234.086</b>

SEM PROJETO										
<b>INVESTIMENTOS</b>	0									
Receitas Financeiras	1.249.300	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048
Custos de O&M	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006
Resultado Financeiro	-6.427.706	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957
<b>FLUXO DE CAIXA:</b>	<b>-6.427.706</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>

INCREMENTO	ANO -1	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8
<b>INVESTIMENTOS</b>	313.199.846	0								
Receitas COM projeto		8.640.540	8.813.322	8.989.560	9.169.321	9.352.678	9.539.700	9.730.463	9.925.040	10.123.509
Receitas SEM projeto	1.249.300	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048
Receitas incrementais	-1.249.300	4.629.491	4.802.274	4.978.511	5.158.273	5.341.629	5.528.652	5.719.415	5.913.992	6.112.460
Custos COM projeto	0	2.273.773	2.430.628	2.496.170	2.561.712	2.627.254	2.692.797	2.758.339	2.823.881	2.889.423
Custos SEM projeto	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006
Custos incrementais	-7.677.006	-5.403.233	-5.246.378	-5.180.836	-5.115.293	-5.049.751	-4.984.209	-4.918.667	-4.853.125	-4.787.583

<b>FC INCREMENTAL</b>	<b>-306.772.140</b>	<b>10.032.724</b>	<b>10.048.651</b>	<b>10.159.347</b>	<b>10.273.566</b>	<b>10.391.380</b>	<b>10.512.861</b>	<b>10.638.082</b>	<b>10.767.117</b>	<b>10.900.043</b>
Taxa Interna de Retorno (TIR)	1,41%									
Valor Presente Líquido (VPL)	-218.179.513									
Investimento por Habitante	5.845,26									
Vol. Água/Unidade de Investimento	0,6	l/s)/R\$MM								
<b>SUBSÍDIO</b>										
Tarifa necessária p/TIR=12%	20,81									
Tarifa média início de Plano (R\$/m3)	3,81									
Subsídio tarifário (R\$/m3)	17,00									
(A) VPL do Subsídio	362.221.473	0	38.553.589	39.324.534	40.110.896	40.912.982	41.731.107	42.565.592	43.416.764	44.284.957
(B) VPL do Impacto Fiscal	75.975.663									
Subsídio Líquido = (A) - (B)	286.245.809									
Subsídio por Habitante (R\$)	5.342,21									
Subsídio/Investimento	115,65%									

QUADRO 5.15 - FLUXO DE CAIXA (R\$)



Valores em R\$ de Janeiro de 2021

Custo Op. Capital: 12%

COM PROJETO	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

INVESTIMENTOS	0											
Receitas Financeiras	10.325.993	10.532.479	10.743.094	10.957.921	11.177.044	11.400.896	11.628.877	11.861.416	12.098.606	12.340.538	12.587.608	12.839.318
Custos de O&M	2.954.965	3.020.507	3.086.049	3.151.592	3.217.134	3.282.676	3.348.218	3.413.760	3.479.302	3.544.844	4.054.091	4.054.091
Resultado Financeiro	7.371.028	7.511.972	7.657.045	7.806.330	7.959.910	8.118.221	8.280.659	8.447.656	8.619.303	8.795.694	8.533.517	8.785.228
<b>FLUXO DE CAIXA:</b>	7.371.028	7.511.972	7.657.045	7.806.330	7.959.910	8.118.221	8.280.659	8.447.656	8.619.303	8.795.694	8.533.517	8.785.228

**SEM PROJETO**

INVESTIMENTOS	0											
Receitas Financeiras	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048
Custos de O&M	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006
Resultado Financeiro	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957
<b>FLUXO DE CAIXA:</b>	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957

INCREMENTO	ANO 9	ANO 10	ANO 11	ANO 12	ANO 13	ANO 14	ANO 15	ANO 16	ANO 17	ANO 18	ANO 19	ANO 20
------------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

INVESTIMENTOS	0											
Receitas COM projeto	10.325.993	10.532.479	10.743.094	10.957.921	11.177.044	11.400.896	11.628.877	11.861.416	12.098.606	12.340.538	12.587.608	12.839.318
Receitas SEM projeto	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048
Receitas incrementais	6.314.945	6.521.431	6.732.046	6.946.873	7.165.995	7.389.848	7.617.828	7.850.368	8.087.557	8.329.490	8.576.559	8.828.270
Custos COM projeto	2.954.965	3.020.507	3.086.049	3.151.592	3.217.134	3.282.676	3.348.218	3.413.760	3.479.302	3.544.844	4.054.091	4.054.091
Custos SEM projeto	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006
Custos incrementais	-4.722.041	-4.656.498	-4.590.956	-4.525.414	-4.459.872	-4.394.330	-4.328.788	-4.263.246	-4.197.703	-4.132.161	-3.622.915	-3.622.915

FC INCREMENTAL	11.036.986	11.177.929	11.323.002	11.472.287	11.625.867	11.784.178	11.946.616	12.113.613	12.285.261	12.461.651	12.199.474	12.451.185
Taxa Interna de Retorno (TIR)												
Valor Presente Líquido (VPL)												
Investimento por Habitante												
Vol. Água/Unidade de Investimento												
SUBSÍDIO												
Tarifa necessária p/TIR=12%												
Tarifa média início de Plano (R\$/m3)												
Subsídio tarifário (R\$/m3)	SUBSÍDIO POR ANO = Demanda anual COM projeto X Subsídio por m3											
(A) VPL do Subsídio	45.170.511	46.073.987	46.995.315	47.935.067	48.893.611	49.871.323	50.870.141	51.887.377	52.924.954	53.983.280	55.062.768	56.165.178
(B) VPL do Impacto Fiscal												
Subsídio Líquido = (A) - (B)												
Subsídio por Habitante (R\$)												
Subsídio/Investimento												

QUADRO 5.15 - FLUXO DE CAIXA (R\$)



Valores em R\$ de Janeiro de 2021

Custo Op. Capital: 12%

COM PROJETO	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
<b>INVESTIMENTOS</b>	0										
Receitas Financeiras	13.096.063	13.357.941	13.625.056	13.897.808	14.175.719	14.459.187	14.748.323	15.043.241	15.244.243	15.244.243	15.244.243
Custos de O&M	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091
Resultado Financeiro	9.041.972	9.303.850	9.570.965	9.843.718	10.121.628	10.405.096	10.694.232	10.989.150	11.190.152	11.190.152	11.190.152
<b>FLUXO DE CAIXA:</b>	<b>9.041.972</b>	<b>9.303.850</b>	<b>9.570.965</b>	<b>9.843.718</b>	<b>10.121.628</b>	<b>10.405.096</b>	<b>10.694.232</b>	<b>10.989.150</b>	<b>11.190.152</b>	<b>11.190.152</b>	<b>11.190.152</b>

**SEM PROJETO**

INVESTIMENTOS											
Receitas Financeiras	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048
Custos de O&M	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006
Resultado Financeiro	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957	-3.665.957
<b>FLUXO DE CAIXA:</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>	<b>-3.665.957</b>

**INCREMENTO**

INVESTIMENTOS	ANO 21	ANO 22	ANO 23	ANO 24	ANO 25	ANO 26	ANO 27	ANO 28	ANO 29	ANO 30	ANO 31
Receitas COM projeto	13.096.063	13.357.941	13.625.056	13.897.808	14.175.719	14.459.187	14.748.323	15.043.241	15.244.243	15.244.243	15.244.243
Receitas SEM projeto	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048	4.011.048
Receitas incrementais	9.085.014	9.346.892	9.614.007	9.886.760	10.164.671	10.448.138	10.737.275	11.032.193	11.233.194	11.233.194	11.233.194
Custos COM projeto	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091
Custos SEM projeto	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006	7.677.006
Custos incrementais	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915	-3.622.915

FC INCREMENTAL	12.707.929	12.969.807	13.236.922	13.509.675	13.787.585	14.071.053	14.360.190	14.655.108	14.856.109	14.856.109	14.856.109
Taxa Interna de Retorno (TIR)											
Valor Presente Líquido (VPL)											
Investimento por Habitante											
Vol. Água/Unidade de Investimento											
<b>SUBSÍDIO</b>											
Tarifa necessária p/TIR=12%											
Tarifa média início de Plano (R\$/m3)											
Subsídio tarifário (R\$/m3)	SUBSÍDIO POR ANO = Demanda anual COM projeto X Subsídio por m3										
(A) VPL do Subsídio	57.288.297	58.433.875	59.602.361	60.794.213	62.011.219	63.251.240	64.516.057	65.806.166	67.122.074	68.465.039	0
(B) VPL do Impacto Fiscal											
Subsídio Líquido = (A) - (B)											
Subsídio por Habitante (R\$)											
Subsídio/Investimento											

### 5.1.8 - Custo da Água

O custo da água disponibilizada se define como sendo:

$$\text{CAD} = \frac{\text{Soma do Valor Presente dos Custos (Investimento. + Oper. e Manut.)}}{\text{Soma do Valor Presente da Água Fornecida.}}$$

A **Quadro 5.16** resume os dados de custo de investimento e de operação e manutenção, e os dados de volumes de água fornecida do projeto (barragem + adutora), para o período de 30 anos. A partir do valor presente destas variáveis, obtiveram-se as respectivas anualidades de custo de capital e O&M, as quais fornecem os seguintes valores: Custos de Capital + O&M = R\$ 10,54/m<sup>3</sup> e Custos de O&M = R\$ 0,72/m<sup>3</sup>.

**QUADRO 5.16 - CUSTO DA ÁGUA**

Custo do Capital	12%
------------------	-----

	Investim. R\$	Período Constr.	Vida do Projeto	Valor Residual	Anuali- dade
Adutora + Reservação + Distribuição	313.199.846	1	30	0,3	38.881.774

Investim. Ano 0	ANUALIDADES			CUSTO R\$/m <sup>3</sup>	O & M R\$/m <sup>3</sup>
	Capital	O&M	Total		
310.063.658	38.492.437	2.832.579	41.325.015	10,54	0,72

PRODUÇÃO (1000m <sup>3</sup> )	VPL ou PGT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Água disponibilizada		3.789	3.802	3.815	3.829	3.844	3.861	3.878	3.896	3.916	3.936	3.957	3.979
Total de Água Fornecida (VPL)	31.586												
Média Anual (PGT)	3.921												
CUSTOS (1000R\$)	VPL ou PGT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO</i>													
Custos TOTAIS de O&M (VPL)	22.817	2.274	2.431	2.496	2.562	2.627	2.693	2.758	2.824	2.889	2.955	3.021	3.086
Média Anual (PGT)	2.833												
Fluxo de Caixa	332.881	39.936	40.064	40.203	40.354	40.515	40.687	40.870	41.063	41.266	41.479	41.703	41.935



**QUADRO 5.16 - CUSTO DA ÁGUA**

Custo do Capital	12%
------------------	-----

Adução + Reservação + Distribuição
------------------------------------

PRODUÇÃO (1000m <sup>3</sup> )	VPL ou PGT	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Água disponibilizada		4.002	4.026	4.051	4.077	4.103	4.147	4.193	4.239	4.287	4.335	4.422	4.510	4.601	4.693	4.786	4.882	4.980	5.046
Total de Água Fornecida (VPL)	31.586																		
Média Anual (PGT)	3.921																		
CUSTOS (1000R\$)	VPL ou PGT	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO</i>																			
Custos TOTAIS de O&M (VPL)	22.817	3.152	3.217	3.283	3.348	3.414	3.479	3.545	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054
Média Anual (PGT)	2.833																		
Fluxo de Caixa	332.881	42.178	42.430	42.694	42.965	43.246	43.710	44.186	44.675	45.176	45.688	46.602	47.534	48.485	49.455	50.444	51.453	52.481	53.183

### 5.1.9 - Impacto Fiscal

O impacto fiscal do projeto foi calculado por meio da diferença entre a situação com projeto e a situação sem projeto dos fluxos financeiros de investimentos, custos de operação e manutenção e de receitas, considerando os seguintes percentuais médios de incidência de impostos:

- a) Investimentos: sobre este item incidem dois tipos de tributos - o IPI e o ICMS - estimados, respectivamente, em 10% e 15%;
- b) Operação e Manutenção: 30% sobre a folha de salários e gastos com manutenção;
- c) Receitas: sobre as vendas foram considerados a incidência de tributos, tais como ICMS, imposto de renda, PIS e FINSOCIAL, cujo total foi estimado em 15%.

Os impactos fiscais incrementais gerados pelo projeto de abastecimento d'água, em termos de valor presente, correspondem ao montante de R\$ 75.685.618 (**Quadro 5.17**). Nesse cálculo foi considerada a economia pela redução de despesas com carros-pipa, sendo estimado com base na população não atendida na situação sem projeto e um custo unitário de R\$ 10,00/m<sup>3</sup>.

O montante do impacto fiscal, apesar de representativo em valores de impostos gerados, pode ser considerado como conservador, pois se limita apenas aos gastos de investimentos, de O&M e receitas pela venda de água, de redução com despesas com carros-pipa e, portanto, não considera o impacto fiscal adicional a ser gerado com o incremento das atividades econômicas proporcionadas pelo projeto nas localidades beneficiadas (efeitos "para traz" e "para frente"). Como consequência ainda dos benefícios indiretos pela implantação do projeto, o setor público reduzirá, naturalmente, suas despesas com obras e serviços de assistência social, principalmente para oferecer fontes alternativas de abastecimento humano e pela redução dos atendimentos médicos provocados pela melhoria da qualidade da água. Desta forma, pode-se concluir que o projeto é financeiramente viável, desde que sejam incluídos nos fluxos de benefícios líquidos, como consequência do projeto, todos os impactos fiscais diretos e indiretos.

QUADRO 5.17 - CÁLCULO DO IMPACTO FISCAL PROPORCIONADO PELO PROJETO



A - IMPOSTOS - COM PROJETO	Aliquota(1)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
<b>Despesas</b>																
Operação e Manutenção	30%	0	456.249	467.551	478.854	490.156	501.459	512.761	524.064	535.366	546.668	557.971	569.273	580.576	591.878	603.181
Energia Elétrica	17%	0	88.636	107.815	111.471	115.126	118.782	122.438	126.093	129.749	133.405	137.060	140.716	144.372	148.027	151.683
Produtos Químicos	25%	0	14.060	14.565	15.070	15.575	16.080	16.585	17.090	17.595	18.100	18.605	19.110	19.616	20.121	20.626
Outros	15%	0	26.297	26.949	27.600	28.252	28.903	29.555	30.206	30.858	31.509	32.160	32.812	33.463	34.115	34.766
(A1) TOTAL Impostos S/DESPESAS		0	585.242	616.880	632.994	649.109	665.224	681.338	697.453	713.568	729.682	745.797	761.912	778.027	794.141	810.256
(A2) TOTAL Impostos S/RECEITAS	15%	0	0	1.296.081	1.321.998	1.348.434	1.375.398	1.402.902	1.430.955	1.459.569	1.488.756	1.518.526	1.548.899	1.579.872	1.611.464	1.643.688
(A3) IMPOSTOS S/INVESTIMENTOS		0	15.659.992	15.659.992												
(A) TOTAL COM PROJETO = (A1) + (A2) + (A3)		0	16.245.234	17.572.953	1.954.993	1.997.543	2.040.622	2.084.240	2.128.408	2.173.137	2.218.439	2.264.323	2.310.811	2.357.898	2.405.605	2.453.944
<b>B - IMPOSTOS SEM PROJETO</b>																
<b>Despesas</b>																
Operação e Manutenção	30%	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170
Energia Elétrica	17%	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740
Produtos Químicos	25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	15%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(B1) TOTAL Impostos S/DESPESAS		334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910
(B2) TOTAL Impostos S/RECEITAS	15%	0	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395
(B) TOTAL SEM PROJETO = (B1) + (B2)		334.910	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305
(C) Aum. da Arrecadação = (A) - (B)		-334.910	15.722.929	17.050.648	1.432.687	1.475.238	1.518.317	1.561.935	1.606.103	1.650.832	1.696.133	1.742.018	1.788.506	1.835.593	1.883.300	1.931.639
(D) Redução de Despesas (2)		0	3.395.337	3.545.788	3.699.247	3.855.774	4.015.430	4.178.279	4.344.383	4.513.809	4.686.622	4.862.960	5.042.754	5.226.142	5.413.197	5.603.991
<b>IMPACTO FISCAL= (C) + (D)</b>		-334.910	19.118.266	20.596.436	5.131.934	5.331.012	5.533.747	5.740.214	5.950.486	6.164.641	6.382.755	6.604.979	6.831.259	7.061.735	7.296.497	7.535.630
<b>VPL</b>	12%	75.975.663														

(1) Aliquota média de incidência de impostos.

(2) Para efeito de cálculo da redução de despesas com carros-pipa considerou-se a população não atendida na situação sem projeto e um custo unitário de R\$ 10,00/m<sup>3</sup>.

QUADRO 5.17 - CÁLCULO DO IMPACTO FISCAL PROPORCIONADO PELO PROJETO



A - IMPOSTOS - COM PROJETO	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
<b>Despesas</b>																
Operação e Manutenção	614.483	625.786	637.088	648.391	659.693	784.021	784.021	784.021	784.021	784.021	784.021	784.021	784.021	784.021	784.021	784.021
Energia Elétrica	155.339	158.994	162.650	166.306	169.961	177.272	177.272	177.272	177.272	177.272	177.272	177.272	177.272	177.272	177.272	177.272
Produtos Químicos	21.131	21.636	22.141	22.646	23.151	24.161	24.161	24.161	24.161	24.161	24.161	24.161	24.161	24.161	24.161	24.161
Outros	35.418	36.069	36.721	37.372	38.024	45.190	45.190	45.190	45.190	45.190	45.190	45.190	45.190	45.190	45.190	45.190
(A1) TOTAL Impostos S/DESPESAS	826.371	842.485	858.600	874.715	890.829	1.030.644	1.030.644	1.030.644	1.030.644	1.030.644	1.030.644	1.030.644	1.030.644	1.030.644	1.030.644	1.030.644
(A2) TOTAL Impostos S/RECEITAS	1.676.557	1.710.134	1.744.332	1.779.212	1.814.791	1.851.081	1.888.141	1.925.898	1.964.409	2.003.691	2.043.758	2.084.671	2.126.358	2.168.878	2.212.248	2.256.486
(A3) IMPOSTOS S/INVESTIMENTOS																
(A) TOTAL COM PROJETO = (A1) + (A2) + (A3)	2.502.927	2.552.620	2.602.931	2.653.927	2.705.620	2.881.725	2.918.785	2.956.542	2.995.054	3.034.335	3.074.402	3.115.315	3.157.002	3.199.522	3.242.893	3.287.130
<b>B - IMPOSTOS SEM PROJETO</b>																
<b>Despesas</b>																
Operação e Manutenção	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170	283.170
Energia Elétrica	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740	51.740
Produtos Químicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(B1) TOTAL Impostos S/DESPESAS	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910	334.910
(B2) TOTAL Impostos S/RECEITAS	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395	187.395
(B) TOTAL SEM PROJETO = (B1) + (B2)	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305	522.305
(C) Aum. da Arrecadação = (A) - (B)	1.980.622	2.030.314	2.080.626	2.131.622	2.183.315	2.359.420	2.396.480	2.434.237	2.472.748	2.512.030	2.552.097	2.593.010	2.634.697	2.677.217	2.720.587	2.764.825
(D) Redução de Despesas (2)	5.799.185	5.997.697	6.200.178	6.406.707	6.617.365	6.832.865	7.052.044	7.275.604	7.503.635	7.736.224	7.973.855	8.215.846	8.462.675	8.714.438	8.971.236	9.233.653
<b>IMPACTO FISCAL= (C) + (D)</b>	<b>7.779.807</b>	<b>8.028.012</b>	<b>8.280.804</b>	<b>8.538.328</b>	<b>8.800.680</b>	<b>9.192.285</b>	<b>9.448.524</b>	<b>9.709.841</b>	<b>9.976.383</b>	<b>10.248.254</b>	<b>10.525.953</b>	<b>10.808.856</b>	<b>11.097.371</b>	<b>11.391.655</b>	<b>11.691.823</b>	<b>11.998.478</b>
<b>VPL</b>	<b>12%</b>	<b>75.975.663</b>														

(1) Alíquota média de incidência de impostos.

(2) Para efeito de cálculo da redução de despesas com carros-pipa considerou-se a população não atendida na situação sem projeto e um custo unitário de R\$ 10,00/m<sup>3</sup>.

## 5.2 - VIABILIDADE ECONÔMICA

### 5.2.1 - Considerações Iniciais

A avaliação econômica objetiva averiguar se os recursos serão aplicados de forma eficaz e se os ganhos privados e públicos são suficientes para remunerarem os investimentos propostos. Assim, como o objetivo é mensurar o retorno dos investimentos do projeto, formou-se um fluxo de caixa incremental, cuja elaboração exigiu a quantificação de custos de investimentos e de operação, administração e manutenção, medidas ambientais e dos benefícios incrementais oriundos do projeto de abastecimento humano.

### 5.2.2 - Critérios Básicos Utilizados

#### a) Conversão a Preços de Eficiência

Como se requerem valores a preços econômicos devem-se utilizar fatores de conversão para transformar os custos a preços de mercado para preços sociais. Para isso, sugere-se utilizar os mesmos fatores de conversão já utilizados e recomendados nos estudos anteriores do Pro água e PROGERIH, ou seja:

ITEM	FATORES DE CONVERSÃO (F.C)
Mão de Obra Qualificada	0,81
Mão de Obra Não Qualificada	0,46
Materiais Nacionais e Importados	0,88
Equipamentos Nacionais e Importados	0,80
Produtos Químicos	0,83
Energia Elétrica	0,97
Fator de Conversão Padrão	0,94

#### a) Taxa de Desconto Social e Horizonte de Planejamento.

A taxa social de desconto que convencionalmente se emprega e recomendada pelas instituições financeiras de desenvolvimento (Banco Mundial e BID) para este tipo de projeto para cálculo do valor presente dos custos e receitas é de 12% ao ano. O horizonte de planejamento é de 31 anos, sendo 01 (um) para implantação do projeto, e 30 anos de geração de benefícios (operação).

### 5.2.3 - Custos e Benefícios Econômicos Associados ao Abastecimento Humano

#### a) Introdução

Os benefícios sociais decorrentes da implantação de um projeto de abastecimento de água potável tornam o processo decisório de natureza social, pois, em geral, espera-se que esses projetos possam proporcionar os seguintes benefícios:

- Redução das taxas de morbidade e mortalidade provocada por enfermidades de origem hídrica;

Melhorias dos hábitos e atitudes da população beneficiária, com respeito ao uso da água e disposição final;

- Promoção do desenvolvimento econômico, social e intelectual das comunidades através de melhorias das condições sanitárias.

No entanto, em face ao reconhecido *problema econômico* de escassez de recursos frente às necessidades ilimitadas, a decisão sobre a implantação desses projetos exige a aplicação de critérios econômicos, tendo em vista os objetivos de alocação eficiente dos recursos, de crescimento econômico e de distribuição de renda.

É dentro desse contexto do problema econômico que se insere a avaliação econômica de projetos, com o intuito de demonstrar para a sociedade em quanto a implantação de um projeto aumenta o seu bem-estar. Em um país em desenvolvimento, uma boa medida dessa variação de bem-estar coletivo é o incremento de riqueza gerado pelo projeto por meio do resultado do valor presente líquido (VPL).

A mensuração dessa variação pode ser efetuada por meio de uma análise de custo-benefício (ACB). Uma técnica de estimar monetariamente os custos e benefícios decorrentes de um projeto sobre todos os agentes afetados, em uma mesma medida (reais, dólares, etc) e para diferentes momentos. Em outras palavras, o objetivo da ACB é formar um fluxo de caixa de custos e benefícios que atualizados por uma dada taxa social de desconto resultem em um valor presente líquido (VPL). Se o valor presente desse fluxo for positivo, deve-se aceitar o projeto, pois neste caso ele agregará riqueza à sociedade, mas se VPL for negativo, deve-se rejeitá-lo, mesmo que privadamente represente um bom negócio para os donos do projeto, pois nesta situação, o ganho proporcionado aos

donos será, pelo menos, igual à perda sofrida pelos demais agentes econômicos afetados.

É nesse último ponto que aparece uma primeira diferença entre a avaliação financeira e econômica de projeto, aquela se preocupa apenas com os empreendedores ou financiadores, enquanto esta última envolve todos os agentes econômicos: consumidores, produtores e governos.

#### a) Elasticidade-preço da Demanda

Estudos desenvolvidos pelo Banco do Nordeste em 1997 para estimação de funções de demanda de água no Nordeste calculam os custos econômicos (preço por m<sup>3</sup>) para cada um desses modos de obtenção de água na região.

Identificada à situação base deve-se em seguida proceder à demanda de água na situação com projeto. A diferença entre a situação com e sem o projeto definirá os benefícios do projeto pelo consumo adicional de água.

Para determinar a demanda com o projeto, deve-se valer de funções de demanda de água, estimadas para esse fim. As formas funcionais usualmente empregadas para ajustar as curvas de demanda de água em função do preço são as lineares e hiperbólicas. No caso do modelo SIMOP<sup>1</sup> a função linear se desdobra em dois outros tipos de curva, **tipo I** para as funções de demanda cujo deslocamento ao longo do tempo se processa sem alteração na magnitude da elasticidade, para um dado nível de preço (intercepto constante), e o **tipo II** cujo deslocamento da função se processa paralelamente ao longo do tempo (inclinação constante), porém para um mesmo nível de preço a elasticidade vai diminuindo em magnitude absoluta.

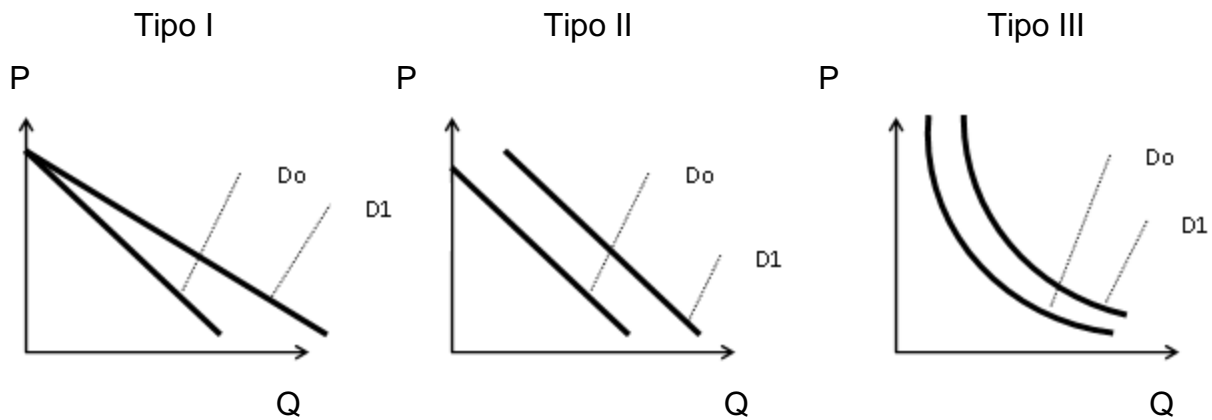
A função hiperbólica, denominado no SIMOP por **tipo III**, é a mais recomendada para o consumo humano, por representar um bem em que sempre há um nível mínimo de consumo, independente do preço cobrado.

Os gráficos I, II e III abaixo ilustram essas formas funcionais, inclusive os deslocamentos dessas curvas ao longo do tempo. Nos casos ilustrados, a curva Do representa a curva de demanda do ano zero do projeto, enquanto a curva D1 mostra a curva de demanda do ano um, cujo deslocamento ocorre tanto em função do crescimento do número de

---

<sup>1</sup> O SIMOP é um modelo computacional desenvolvido pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID para simular custos e benefícios econômicos decorrentes de um projeto de expansão de sistemas de abastecimento de água. A metodologia e operação do modelo encontram-se no *Manual del Usuario* – Publicação Técnica No. 12-75, preparado por Terry A. Powers.

consumidores, como em função do crescimento da renda per capita dos consumidores, que por sua vez eleva os consumos per capita.



As equações que originam essas curvas são mostradas a seguir.

$$Q = a + bP \Rightarrow \text{função linear}$$

$$Q = a P^e \Rightarrow \text{função hiperbólica, que linearizando-a se torna:}$$

$$\ln Q = \ln A + e \ln P$$

Onde:

Q : é quantidade demandada em função do preço,

a: é constante da função,

P: o preço do m<sup>3</sup> da água consumida e

e: a elasticidade preço-consumo

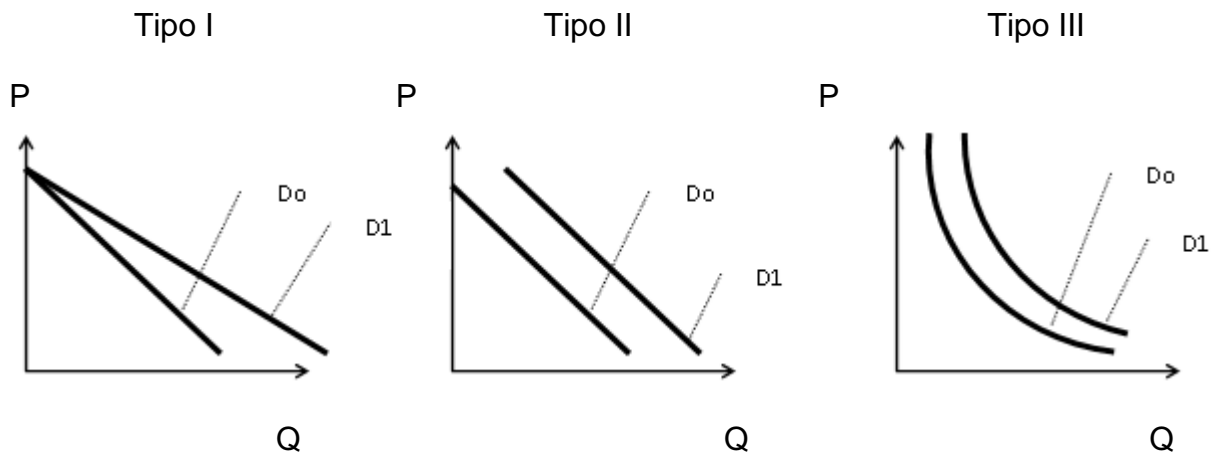
Salientando-se que no caso da função hiperbólica a elasticidade preço é obtida diretamente da função, que é o expoente da variável preço, enquanto para a função linear o valor da elasticidade é dado pela seguinte fórmula.

$$e = (\Delta Q / \Delta P) \cdot (P / Q)$$

Os gráficos I, II e III abaixo ilustram essas formas funcionais, inclusive os deslocamentos dessas curvas ao longo do tempo. Nos casos ilustrados, a curva do representa a curva de demanda do ano zero do projeto, enquanto a curva D1 mostra a curva de demanda do ano um, cujo deslocamento ocorre tanto em função do crescimento do número de



consumidores, como em função do crescimento da renda per capita dos consumidores, que por sua vez eleva os consumos per capita.



As equações que originam essas curvas são mostradas a seguir.

$$Q = a + bP \Rightarrow \text{função linear}$$

$$Q = a P^e \Rightarrow \text{função hiperbólica, que linearizando-a se torna:}$$

$$\ln Q = \ln A + e \ln P$$

Onde:

Q : é quantidade demandada em função do preço,

a: é constante da função,

P: o preço do m<sup>3</sup> da água consumida e

e: a elasticidade preço-consumo

Salientando-se que no caso da função hiperbólica a elasticidade preço é obtida diretamente da função, que é o expoente da variável preço, enquanto para a função linear o valor da elasticidade é dado pela seguinte fórmula.

$$e = (\Delta Q / \Delta P) \cdot (P / Q)$$

Onde:

$(\Delta Q / \Delta P)$ : corresponde à derivada da função de demanda com relação a preço,

(P/Q): razão preço quantidade, que pode ser calculado para um determinado ponto da equação ou para um intervalo de valores, que neste caso deve-se tomar o valor médio da série de preço e da quantidade.

Para o abastecimento humano, considerou-se a elasticidade de  $-0,55$ , de acordo com a função de demanda de água do Nordeste (Banco do Nordeste, 1997)<sup>2</sup>.

#### b) Custo Alternativo da Água

Os consumidores não conectados à rede pública de abastecimento de água suprem suas necessidades através de diversas fontes alternativas, tais como poços particulares, carros-pipa, buscam água em córregos, chafarizes, vizinhos e, não raro, compram água, entre outras.

Esses custos, em geral, são mais elevados, por unidade de volume, do que os cobrados pelos sistemas públicos de abastecimento. Além disso, os sistemas públicos oferecem água de melhor qualidade.

Neste estudo, considerou-se como custo alternativo da água o custo médio de fontes alternativas de água no Nordeste brasileiro, estimado no estudo desenvolvido pela PBLM Consultoria Empresarial S/C Ltda., citado anteriormente. Referido preço médio foi de R\$ 6,72/m<sup>3</sup>, a preços de janeiro de 2021.

#### c) Grupos de Usuários

Na avaliação econômica foi considerada apenas o **GRUPO 1** – Grupo compreendido pelos atuais usuários em Hidrolândia e Santa Quitéria (humano, comercial, industrial e público).

#### d) Custos Econômicos

Para transformar de valores financeiros a econômicos foi utilizada o **Quadro 5.18**, que permitiu desagregar os custos financeiros dos investimentos, enquanto o **Quadro 5.19** apresenta os investimentos do projeto em valores econômicos.

#### e) Parâmetros Utilizados para o Modelo SIMOP, Fluxos dos Benefícios Líquidos Incrementais e Resultados da Avaliação Econômica.

- Horizonte do projeto: 30 anos;

---

<sup>2</sup> Banco do Nordeste/PBLM-Consultoria Empresarial – Agosto, 1997.

QUADRO 5.18- Pesos Utilizados na desagregação dos Investimentos Financeiros



Item	Discriminação	Mão de Obra		Materiais		Equipamentos		TOTAL
		Qualificada	N-Qualificada	Nacionais	Importados	Nacionais	Importados	
1.1	FLUTUANTE	5%	50%	45%	0%	0%	0%	100%
1.2	ETA	10%	45%	10%	0%	35%	0%	100%
1.3	EEAT - Santa Quitéria	5%	35%	50%	0%	10%	0%	100%
1.4	EEAT - Hidrolândia	3%	40%	35%	0%	22%	0%	100%
1.5	AAT - Santa Quitéria (250mm)	1%	29%	45%	0%	25%	0%	100%
1.6	AAT - Hidrolândia (200mm)	5%	25%	45%	0%	25%	0%	100%
1.7	REL - Santa Quitéria (200m³)	2%	28%	45%	0%	25%	0%	100%
1.8	REL - Hidrolândia (200m³)	5%	25%	45%	0%	25%	0%	100%
2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	5%	45%	16%	0%	34%	0%	100%
2.2	REDE VIÁRIA INTERNA	5%	48%	8%	0%	39%	0%	100%
2.3	BARRAGEM EM SOLO	10%	47%	10%	0%	33%	0%	100%
2.4	INSTRUMENTAÇÃO	5%	45%	45%	0%	5%	0%	100%
2.5	VERTEDOURO	4%	46%	40%	0%	10%	0%	100%
2.6	TOMADA D'ÁGUA	5%	35%	45%	0%	15%	0%	100%
2.7	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	5%	35%	45%	0%	15%	0%	100%
2.8	PLANO BÁSICO DE AÇÕES AMBIENTAIS	5%	38%	42%	0%	15%	0%	100%
2.9	INTERFERENCIAS COM O LAGO DE INUNDAÇÃO	2%	39%	44%	0%	15%	0%	100%

QUADRO 5.19 - Determinação dos Custos Econômicos dos Investimentos



Item	Discriminação	Mão de Obra		Materiais		Equipamentos		TOTAL
		Qualificada	N-Qualificada	Nacionais	Importados	Nacionais	Importados	
	<b>1. ADUTORA</b>	<b>919.918</b>	<b>14.216.504</b>	<b>19.279.752</b>	<b>-</b>	<b>11.790.195</b>	<b>-</b>	<b>47.445.615</b>
1.1	FLUTUANTE	50.640	506.402	455.762	0	0	0	1.012.804
1.2	ETA	590.941	2.659.237	590.941	0	2.068.295	0	5.909.415
1.3	EEAT - Santa Quitéria	123.699	865.890	1.236.986	0	247.397	0	2.473.973
1.4	EEAT - Hidrolândia	37.854	504.714	441.625	0	277.593	0	1.261.785
1.5	AAT - Santa Quitéria (250mm)	116.784	3.386.729	5.255.269	0	2.919.594	0	11.678.375
1.6	AAT - Hidrolândia (200mm)	1.201.410	6.007.051	10.812.691	0	6.007.051	0	24.028.203
1.7	REL - Santa Quitéria (200m³)	10.811	151.349	243.239	0	135.133	0	540.530
1.8	REL - Hidrolândia (200m³)	27.027	135.133	243.239	0	135.133	0	540.530
	<b>2. BARRAGEM</b>	<b>18.097.790</b>	<b>118.576.931</b>	<b>64.060.973</b>	<b>0</b>	<b>65.018.537</b>	<b>0</b>	<b>265.754.230</b>
2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	1.551.567	13.964.100	4.965.013	0	10.550.653	0	31.031.333
2.2	REDE VIÁRIA INTERNA	222.784	2.138.725	356.454	0	1.737.714	0	4.455.678
2.3	BARRAGEM EM SOLO	11.728.698	55.124.879	11.728.698	0	38.704.702	0	117.286.977
2.4	INSTRUMENTAÇÃO	14.832	133.490	133.490	0	14.832	0	296.644
2.5	VERTEDOURO	2.313.524	26.605.525	23.135.239	0	5.783.810	0	57.838.099
2.6	TOMADA D'ÁGUA	641.610	4.491.268	5.774.488	0	1.924.829	0	12.832.196
2.7	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	7.904	55.329	71.137	0	23.712	0	158.083
2.8	PLANO BÁSICO DE AÇÕES AMBIENTAIS	1.299.611	9.877.047	10.916.736	0	3.898.834	0	25.992.228
2.9	INTERFERENCIAS COM O LAGO DE INUNDAÇÃO	317.260	6.186.567	6.979.717	0	2.379.449	0	15.862.993
	<b>TOTAL</b>	<b>19.017.707</b>	<b>132.793.435</b>	<b>83.340.725</b>	<b>-</b>	<b>76.808.732</b>	<b>-</b>	<b>313.199.846</b>
	Fator de Conversão	0,81	0,46	0,88	0,88	0,8	0,8	
	<b>Valor Econômico</b>	<b>15.404.343</b>	<b>61.084.980</b>	<b>73.339.838</b>	<b>-</b>	<b>61.446.986</b>	<b>-</b>	<b>211.276.146</b>

- Taxa de desconto: 12%;
- Elasticidade de preço: -0,54731;
- Tarifa média da água: R\$ 3,81/ m<sup>3</sup>;
- Tipo de curva: Tipo III (Consumidores residenciais);
- Taxa de crescimento da demanda: Considerada a taxa de crescimento da população;
- Fator de conversão do consumo: 0,94;
- Custos variáveis: Considerados os custos unitários de ligação ao sistema, ou seja, R\$ 0,22/m<sup>3</sup>. Os valores foram estimados com base nos cálculos apresentados no **Quadro 5.20**.

Com base nestas informações rodou-se o modelo SIMOP (Anexo II), encontrando-se um valor presente líquido positivo, a taxa de desconto de 12% ao ano, de R\$ 93.928.898 e uma taxa interna econômica de retorno de 52,67%, que é bem acima da taxa mínima (12%) exigida pelas instituições internacionais de financiamento. Para efeito de cálculo dos investimentos foram considerados apenas os custos de investimentos com a adutora, visto que o valor dos investimentos da barragem Poço Comprido foi incluído somente no fluxo de caixa econômico dos usos múltiplos do projeto, visto que a fonte hídrica possibilitará também o desenvolvimento da piscicultura e de atividades agrícolas.

O **Quadro 5.21** apresenta, de forma resumida, o valor presente dos benefícios e dos custos (investimentos e OAM) e os indicadores de rentabilidade para os custos e benefícios associados ao projeto de abastecimento humano.

**QUADRO 5.20 - Resumo dos Custos de Operação e Manutenção COM PROJETO**

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
<b>CUSTOS FIXOS</b>																
Pessoal	R\$/ano		1.520.828	1.558.503	1.596.178	1.633.853	1.671.528	1.709.203	1.746.878	1.784.553	1.822.228	1.859.903	1.897.578	1.935.253	1.972.928	2.010.603
Aluguel/Arrendamento	R\$/ano		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energia (Demanda)	R\$/ano		7.046	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091
<b>CUSTOS VARIÁVEIS</b>																
Produtos Químicos	R\$/ano		56.239	58.259	60.280	62.300	64.320	66.341	68.361	70.381	72.401	74.422	76.442	78.462	80.483	82.503
Energia (Consumo)	R\$/ano		514.344	620.115	641.619	663.123	684.627	706.130	727.634	749.138	770.642	792.146	813.650	835.153	856.657	878.161
Outros Serviços/materiais	R\$/ano		175.316	179.659	184.002	188.345	192.688	197.031	201.374	205.717	210.060	214.403	218.746	223.089	227.432	231.775
<b>TOTAL</b>			2.273.773	2.430.628	2.496.170	2.561.712	2.627.254	2.692.797	2.758.339	2.823.881	2.889.423	2.954.965	3.020.507	3.086.049	3.151.592	3.217.134

FATORES DE CONVERSÃO	FC
Pessoal	0,81
Aluguel/Arrendamento	0,94
Energia (Demanda)	0,97
Outros Serviços	0,94
Produtos Químicos	0,83
Energia (Consumo)	0,97

**QUADRO 5.20- Resumo dos Custos de Operação e Manutenção COM PROJETO**

		2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
<b>CUSTOS FIXOS</b>																	
Pessoal	R\$/ano	2.048.278	2.085.953	2.123.628	2.161.303	2.198.978	2.613.403	2.613.403	2.613.403	2.613.403	2.613.403	2.613.403	2.613.403	2.613.403	2.613.403	2.613.403	2.613.403
Aluguel/Arrendamento	R\$/ano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energia (Demanda)	R\$/ano	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091	14.091
<b>CUSTOS VARIÁVEIS</b>																	
Produtos Químicos	R\$/ano	84.523	86.543	88.564	90.584	92.604	96.645	96.645	96.645	96.645	96.645	96.645	96.645	96.645	96.645	96.645	96.645
Energia (Consumo)	R\$/ano	899.665	921.169	942.673	964.177	985.680	1.028.688	1.028.688	1.028.688	1.028.688	1.028.688	1.028.688	1.028.688	1.028.688	1.028.688	1.028.688	1.028.688
Outros Serviços/materiais	R\$/ano	236.118	240.461	244.805	249.148	253.491	301.264	301.264	301.264	301.264	301.264	301.264	301.264	301.264	301.264	301.264	301.264
<b>TOTAL</b>		3.282.676	3.348.218	3.413.760	3.479.302	3.544.844	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091	4.054.091

<b>FATORES DE CONVERSÃO</b>	<b>FC</b>
Pessoal	0,81
Aluguel/Arrendamento	0,94
Energia (Demanda)	0,97
Outros Serviços	0,94
Produtos Químicos	0,83
Energia (Consumo)	0,97

**Quadro 5.21 – Indicadores Da Avaliação Econômica Associados Ao Abastecimento Humano – Modelo SIMOP**

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>RESULTADOS</i>
BENEFÍCIOS (R\$)	<b>157.136.823</b>
CUSTOS (R\$)	<b>63.207.925</b>
Periódicos	26.109.143
Não periódicos	33.683.063
Variáveis	3.415.719
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$)	<b>93.928.898</b>
TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	<b>52,67</b>

O **Quadro 5.22** apresenta os fluxos dos benefícios e custos econômicos associados aos sistemas de abastecimento de água, obtidos pelo modelo SIMOP, os quais isoladamente indicam uma TIR de 52,67%.

Fez-se ainda duas simulações no modelo SIMOP (Anexo III e IV), considerando-se, respectivamente, o valor dos investimentos da barragem em 30% e 70%. Para a primeira simulação (30% do valor dos investimentos da barragem), obteve-se um valor presente líquido positivo, a taxa de desconto de 12% ao ano, de R\$ 40.650.973 e uma taxa interna econômica de retorno de 17,82%. Para a simulação do modelo SIMOP (Anexo IV), no qual foi considerado 70% do valor dos investimentos da barragem Poço Comprido, os indicadores foram os seguintes: valor presente líquido negativo de R\$ 30.386.263 e uma taxa interna de retorno de 9,5%.



**Quadro 5.22 - Benefícios e Custos Econômicos dos Sistemas de Abastecimento de Água**

Anos	Benefícios Brutos	Custos			Total (2)	Benefícios Líquidos (3) = (1) - (2)
		Periódicos	Investimento	V. Produção		
0	-	-	33.683.063	-	33.683.063	<b>(33.683.063)</b>
1	13.943.403	2.894.004	-	292.849	3.186.853	<b>10.756.550</b>
2	14.406.285	2.894.004	-	304.601	3.198.605	<b>11.207.680</b>
3	14.870.551	2.894.004	-	316.353	3.210.357	<b>11.660.194</b>
4	15.336.400	2.894.004	-	328.105	3.222.109	<b>12.114.291</b>
5	15.804.013	2.894.004	-	339.856	3.233.860	<b>12.570.153</b>
6	16.273.554	2.894.004	-	351.608	3.245.612	<b>13.027.942</b>
7	16.745.172	2.894.004	-	363.360	3.257.364	<b>13.487.808</b>
8	17.219.000	2.894.004	-	375.111	3.269.115	<b>13.949.885</b>
9	17.695.157	2.894.004	-	386.863	3.280.867	<b>14.414.290</b>
10	18.173.750	2.894.004	-	398.615	3.292.619	<b>14.881.131</b>
11	18.654.872	2.894.004	-	410.366	3.304.370	<b>15.350.502</b>
12	19.138.603	2.894.004	-	422.118	3.316.122	<b>15.822.481</b>
13	19.625.012	2.894.004	-	433.870	3.327.874	<b>16.297.138</b>
14	20.114.154	2.894.004	-	445.622	3.339.626	<b>16.774.528</b>
15	20.606.076	2.894.004	-	457.373	3.351.377	<b>17.254.699</b>
16	21.100.810	2.894.004	-	469.125	3.363.129	<b>17.737.681</b>
17	21.598.379	2.894.004	-	480.877	3.374.881	<b>18.223.498</b>
18	22.098.794	2.894.004	-	492.628	3.386.632	<b>18.712.162</b>
19	22.602.055	2.894.004	-	504.380	3.398.384	<b>19.203.671</b>
20	23.108.151	2.894.004	-	516.132	3.410.136	<b>19.698.015</b>
21	23.617.060	2.894.004	-	527.883	3.421.887	<b>20.195.173</b>
22	24.128.748	2.894.004	-	539.635	3.433.639	<b>20.695.109</b>
23	24.643.169	2.894.004	-	551.387	3.445.391	<b>21.197.778</b>
24	25.160.269	2.894.004	-	563.139	3.457.143	<b>21.703.126</b>
25	25.679.977	2.894.004	-	574.890	3.468.894	<b>22.211.083</b>
26	26.202.216	2.894.004	-	586.642	3.480.646	<b>22.721.570</b>
27	26.727.300	2.894.004	-	598.394	3.492.398	<b>23.234.902</b>
28	27.268.999	2.894.004	-	610.145	3.504.149	<b>23.764.850</b>
29	27.834.864	2.894.004	-	621.897	3.515.901	<b>24.318.963</b>
30	28.425.997	2.894.004	-	633.649	3.527.653	<b>24.898.344</b>

Os **Quadros 5.23 e 5.24** apresentam, de forma resumida, o valor presente dos benefícios e dos custos (investimentos e OAM) e os indicadores de rentabilidade para os custos e benefícios associados ao projeto de abastecimento humano para as duas simulações.

**Quadro 5.23 – Indicadores Da Avaliação Econômica Associados Ao Abastecimento Humano – Modelo SIMOP – 30% dos Custos da Barragem Poço Comprido**

DISCRIMINAÇÃO	RESULTADOS
BENEFÍCIOS (R\$)	<b>157.136.823</b>
CUSTOS (R\$)	<b>116.485.850</b>
Periódicos	26.109.143
Não periódicos	86.960.988
Variáveis	3.415.719
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$)	<b>40.650.973</b>
TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	<b>17,82</b>

**Quadro 5.24 – Indicadores Da Avaliação Econômica Associados Ao Abastecimento Humano – Modelo SIMOP – 70% dos Custos da Barragem Poço Comprido**

DISCRIMINAÇÃO	RESULTADOS
BENEFÍCIOS (R\$)	157.136.823
CUSTOS (R\$)	187.523.086
Periódicos	26.109.143
Não periódicos	157.998.224
Variáveis	3.415.719
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$)	- 30.386.263
TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	9,50

#### **5.2.4 - Custos e Benefícios Econômicos Associados ao Aproveitamento Agrícola**

##### *5.2.4.1 - Generalidades*

Não se pode excluir, dentro de um plano de realocação de famílias a serem atingidas com o enchimento de uma barragem, o estabelecimento de estratégias que assegurem a subsistência e ascensão social das famílias de agricultores que foram deslocados de suas atividades atuais. Isto se torna mais importante em face da carência de alternativas

econômicas viáveis em áreas que se caracterizam pelas limitações impostas pela escassez de recursos hídricos e pela falta de novas oportunidades de empregos.

Dentro deste contexto, procurou-se, a nível deste estudo, definir um modelo de produção capaz de melhorar as condições de vida da população a ser atingida, bem como de melhor aproveitar a oferta hídrica da barragem, de modo a fortalecer a comunidade e facilitar o processo de emancipação da mesma em um prazo mais curto possível.

Convém ressaltar, ainda, que este plano de produção foi concebido levando em consideração os dados e informações coletadas na área onde deverá ser construída a barragem. Sem um claro conhecimento dessas limitações e potencialidades físicas e econômicas, não seria possível definir um plano de produção de acordo com a realidade da região e das aspirações dos agricultores a serem alocados nas áreas potencialmente viáveis à exploração agropecuária. Outra preocupação que foi levada em consideração durante a concepção do plano de produção se refere ao caráter conservador quanto às inovações a serem introduzidas, buscando não ferir demasiadamente os costumes e hábitos de manejo dos produtores locais.

Assim, na definição do modelo de exploração agrícola proposto para a área de aproveitamento agrícola, levou-se em consideração a aptidão pedológica, os fatores agroclimáticos, os aspectos socioeconômicos e culturais e as potencialidades de mercado.

Além destes aspectos outros fatores de relevante importância foram as informações obtidas tanto na área do futuro reservatório como na área definida para o aproveitamento. Estas informações foram examinadas e confrontadas à luz dos conhecimentos existentes sobre a área e discutidas num processo participativo com a comunidade.

Em suma, o modelo de exploração foi definido levando em conta a situação existente e projetado de forma adaptada à realidade local.

#### *5.2.4.2 - Seleção de Culturas*

Tendo por base os objetivos, o público-meta, as culturas a serem exploradas e os condicionantes físicos e socioeconômicos, procurou-se definir o tipo de unidade de exploração que proporcione as condições mínimas indispensáveis para a obtenção de êxito no desenvolvimento agrícola.

Dentre os principais objetivos a serem alcançados pelo plano proposto estão proporcionar geração de empregos e renda à população atingida pela construção da barragem,

qualificação da mão-de-obra e promoção do desenvolvimento da região por meio de incrementos técnicos agrônômicos e do uso de insumos modernos.

É importante ressaltar que a indicação das culturas e seu afolhamento não apresenta caráter estático, mas deve possuir certo grau de flexibilidade, podendo inclusive ser ajustado no tempo e no espaço, conforme as necessidades e as alterações que venham a ocorrer, tais como variações de demanda, de preços etc.

A linha de produção indicada para o modelo de exploração inclui principalmente culturas que já fazem parte da atividade agrícola local, porém com um sistema produtivo melhorado em termos de tecnologia apropriada e do melhor manejo do solo, maior utilização de insumos e inclusão de culturas com amplas possibilidades perante o mercado.

O modelo consiste na exploração de 2.500,0 ha em regime de sequeiro, cabendo a cada uma das famílias um lote de 5,0ha. Foram selecionadas as seguintes culturas para integrarem o modelo de exploração recomendado para a área do projeto: milho, feijão, melancia e melão. As duas primeiras, além de geradoras de renda, fundamentam a subsistência do assentado e sua família e, as duas últimas, são eminentemente geradoras de renda.

Observa-se que as culturas selecionadas, em função das características edáficas da área, possuem tecnologias disponíveis, não havendo restrições que impeçam seus cultivos. A indicação destas culturas teve como principais motivos:

- Feijão e milho: tradição de cultivo na área do projeto;
- Melancia e melão: por apresentarem alta rentabilidade com relativa facilidade de cultivo, adaptada à área do estudo e a demanda regional insatisfeita.

No **Quadro 5.25** são apresentadas as principais características e especificações agrônômicas das culturas envolvidas.

**Quadro 5.25 – Características e Especificações Agrônômicas das Culturas Propostas**

Culturas	Especificações			
	Variedade/Cultivar	Espaçamento	Ciclo (dias)	Rendimento Médio (t/kg/ha)
Feijão	EPACE – 10	0,8 m/linha	120	1.500

Culturas	Especificações			
	Variedade/Cultivar	Espaçamento	Ciclo (dias)	Rendimento Médio (t/kg/ha)
Milho	Híbrido	1,0 x 0,2m	120	2.000
Melancia	Santa Bárbara, Valência	2,0 x 2,0m	90	10.000
Melão	Valenciano Amarelo	2,0 x 1,5m	120	10.000

Nos **Quadros 5.26 a 5.30** são apresentadas as contas culturais (custos operacionais) para cada cultura indicada, considerando-se os custos para 1,0 ha. Nos cálculos foram empregados os custos unitários dos insumos, apresentados no Quadro 5.30.

**Quadro 5.26 - Conta Cultural de Feijão - 1,0 hectare**

Discriminação	Unid.	Quant.	Custo		Meses						
			Unit.(R\$)	Total (R\$)	J	F	M	A	M	J	
SERVIÇOS											
Aração	h/m	2,00	150,00	300,00	2						
Gradagem	h/m	2,00	150,00	300,00	2						
Plantio	D/h	5,00	50,00	250,00	5						
Desbaste	D/h	4,00	50,00	200,00		4					
Capinas Manuais	D/h	4,00	50,00	200,00		2	2				
Adubação	D/h	2,00	50,00	100,00		2					
Controle Fitossanitário	D/h	3,00	50,00	150,00		3					
Colheita	D/h	9,00	50,00	450,00			7	3			
<b>Custos Serviços (I)</b>	<b>R\$</b>			<b>1.950,00</b>							
	h/m	4			5	0	0	0	0	0	0
	D/h	28			5	11	9	3	0	0	0
INSUMOS											
Sementes	kg	22,00	80,00	1.760,00							
Adubos											
Sulfato de Amônia	kg	45,00	18,00	810,00							
Superfosfato Simples	kg	100,00	6,00	600,00							
Cloreto de Potássio	kg	42,00	9,50	399,00							
Inseticida	l	2,00	14,20	28,40							
Formicida	kg	3,00	6,50	19,50							
<b>Custos Insumos (II)</b>				<b>3.616,90</b>							
<b>Custo Total (I+II)</b>				<b>5.566,90</b>							

Quadro 5.27 - Conta Cultural de Milho - 1,0 hectare

Discriminação	Unid.	Quant.	Custo		Meses						
			Unit.(R\$)	Total(R\$)	J	F	M	A	M	J	
SERVIÇOS											
Aração	h/m	2,00	150,00	300,00	2						
Gradagem	h/m	2,00	150,00	300,00	2						
Plantio	D/h	4,00	50,00	200,00	4						
Desbaste	D/h	2,00	50,00	100,00		2					
Capinas Manuais	D/h	2,00	50,00	100,00		1	1				
Adubação	D/h	2,00	50,00	100,00	1	1					
Controle Fitossanitário	D/h	1,00	50,00	50,00		1					
Colheita	D/h	4,00	50,00	200,00				4			
<b>Custos Serviços (I)</b>	<b>R\$</b>			<b>1.350,00</b>							
	h/m	4			5	0	0	0	0	0	0
	D/h	15			5	5	1	4	0	0	0
INSUMOS											
Sementes	kg	25,00	3,20	80,00							
Adubos											
Sulfato de Amônia	kg	80,00	18,00	1.440,00							
Superfosfato Simples	kg	85,00	6,00	510,00							
Cloreto de Potássio	kg	50,00	9,50	475,00							
Inseticida	l	1,00	14,20	14,20							
Formicida	kg	1,00	6,50	6,50							
<b>Custos Insumos (II)</b>				<b>2.525,70</b>							
<b>Custo Total (I+II)</b>				<b>3.875,70</b>							

Quadro 5.28 - Conta Cultural de Melancia - 1,0 hectar



Discriminação	Unid.	Quant.	Custo		Meses						
			Unit.(R\$)	Total(R\$)	J	F	M	A	M	J	
<b>SERVIÇOS</b>											
Aração	h/m	2,00	150,00	300,00		2					
Gradagem	h/m	2,00	150,00	300,00		2					
Transporte	D/h	5,00	50,00	250,00						5	
Adubação Fundação	D/h	5,00	50,00	250,00		5					
Plantio e Replanteio	D/h	4,00	50,00	200,00		2,5	2,5				
Desbaste	D/h	4,00	50,00	200,00			5				
Capinas Manuais	D/h	9,00	50,00	450,00			5	5			
Adubação em Cobertura	D/h	3,00	50,00	150,00			3				
Controle Fitossanitário	D/h	6,00	50,00	300,00			3	3			
Colheita	D/h	10,00	50,00	500,00						10	
<b>Custos Serviços (I)</b>				<b>R\$</b>	<b>2.900,00</b>						
	h/m	4			0	7	0	0	0	0	0
	D/h	49			0	7,5	18,5	8	15	0	0
<b>INSUMOS</b>											
Sementes	kg	2,00	94,00	188,00							
Adubos											
Sulfato de Amônia	kg	200,00	18,00	3.600,00							
Superfosfato Simples	kg	330,00	6,00	1.980,00							
Sulfato de Potássio	kg	50,00	9,50	475,00							
Calcário Dolomítico	t	1,00	65,00	65,00							
Esterco de Curral	t	5,00	42,00	210,00							
Inseticida	l	2,00	14,20	28,40							
Bactericida	kg	1,50	180,00	270,00							
Formicida	kg	3,00	6,50	19,50							
Fungicida	kg	2,00	33,00	66,00							
Espalhante Adesivo	l	1,00	66,00	66,00							
<b>Custos Insumos (II)</b>					<b>6.967,90</b>						
<b>Custo Total (I+II)</b>					<b>9.867,90</b>						



Quadro 5.29 - Conta Cultural de Melão - 1,0 hectare



Discriminação	Unid.	Quant.	Custo		Meses						
			Unit.(R\$)	Total(R\$)	J	F	M	A	M	J	
SERVIÇOS											
Aração	h/m	2	150,00	300,00		2					
Gradagem	h/m	2	150,00	300,00		2					
Transporte	D/h	7	50,00	350,00						7	
Adubação Fundação	D/h	8	50,00	400,00		8					
Plantio e Replântio	D/h	9	50,00	450,00		5	5				
Desbaste e poda	D/h	7	50,00	350,00		3	3	4			
Capinas Manuais	D/h	11	50,00	550,00		2	4	3	3	3	
Adubação em Cobertura	D/h	8	50,00	400,00			3	5			
Controle Fitossanitário	D/h	9	50,00	450,00		3	3	3			
Colheita	D/h	18	50,00	900,00						10	8
<b>Custos Serviços (I)</b>	<b>R\$</b>			<b>4.450,00</b>							
	h/m	4			0	6	0	0	0	0	0
	D/h	79			0	18	18	15	20	8	
INSUMOS											
Sementes	kg	0,8	150,00	120,00							
Adubos											
Sulfato de Amônia	kg	140	18,00	2.520,00							
Superfosfato Simples	kg	340	6,00	2.040,00							
Sulfato de Potássio	kg	70	9,50	665,00							
Calcário Dolomítico	t	1	65,00	65,00							
Esterco de Curral	t	5	42,00	210,00							
Inseticida	l	2	14,20	28,40							
Bactericida	kg	1,5	180,00	270,00							
Formicida	kg	3	6,50	19,50							
Fungicida	kg	2	33,00	66,00							
Espalhante Adesivo	l	1	66,00	66,00							
<b>Custos Insumos (II)</b>				<b>6.069,90</b>							
<b>Custo Total (I+II)</b>				<b>10.519,90</b>							

**Quadro 5.30 - Preços de Insumos e Produtos Agrícolas (Janeiro/2021)**

Discriminação	Unidade	Preço Unitário (R\$ 1,00)
<b>Fertilizantes/Corretivos</b>		
Sulfato de Amônia	kg	18,00
Superfosfato Simples	kg	6,00
Superfosfato Triplo	kg	0,78
Sulfato de Potássio	kg	9,50
Cloreto de Potássio	kg	9,50
Calcário Dolomítico	t	65,00
Esterco de Curral	t	45,00
<b>Defensivos</b>		
Formicida	kg	6,50
Fungicida	kg	33,00
Bactericida	kg	180,00
Inseticida	kg	14,20
Espalhante Adesivo	l	15,80
Folidol 60 EM	l	27,80
Cupravit	kg	18,50
<b>Sementes</b>		
Feijão	kg	80,00
Milho	kg	3,20
Melancia	kg	94,00
<b>Serviços</b>		
Tração Mecânica	horas/máq.	150,00
Mão-de-obra	homem/dia	50,00
<b>Produtos</b>		
Feijão	t	6.500,00
Milho	t	1.433,33
Melancia	t	1.300,00
Melão	t	2.400,00

#### 5.2.4.3 - Definição do Modelo de Exploração

O modelo de exploração ora proposto foi dimensionado para garantir produção e produtividade suficientes para gerar receitas satisfatórias. As culturas indicadas foram criteriosamente examinadas nos seus aspectos agrotécnicos e na potencialidade de mercado. A concepção do modelo também levou em consideração a implantação de culturas que proporcionassem retorno a curto prazo. A superfície da exploração é de 5,0 ha, tendo-se as seguintes áreas por cultura:

- Feijão: 1,5 ha;
- Milho: 1,5 ha;
- Melancia: 1,0 ha;
- Melão: 1,0 ha.

As culturas serão implantadas em rotação anual, sempre no período das chuvas, uma vez que o modelo de exploração proposto não preconiza a princípio a utilização da irrigação.

No **Quadro 5.31** são apresentadas as necessidades de mão-de-obra previstas para a condução do modelo de exploração. A utilização de mão-de-obra no modelo de exploração proposto encontra-se associado ao plantio, tratos culturais, tratamento fitossanitário, colheita, etc. Também são visualizados neste quadro, os custos de mão-de-obra (familiar e contratada).

#### 5.2.4.4 - Custos Operacionais, Investimentos e Valor da Produção do Modelo de Exploração

Os custos diretos da produção estão representados pelo somatório das despesas incorridas com o pagamento de serviços e com a aquisição de insumos agrícolas necessários à fundação das lavouras, exceto mão-de-obra. Representam os custos relativos ao aluguel de máquinas (aração e gradagem) e a compra de sementes, fertilizantes, inseticidas e fungicidas, entre outros.

Quadro 5.31 - Necessidades e Custos de Mão-de-obra



Cultura	Área (ha)	Meses - Necessidades de Mão-de-obra (Dias/homem/mês)												Total Anual	
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Feijão	1,5	7,5	16,5	13,5	4,5	0,0	0,0								42,0
Milho	1,5	7,5	7,5	1,5	6,0	0,0	0,0								22,5
Melancia	1,0	0,0	7,5	18,5	8,0	15,0	0,0								49,0
Melão	1,0	0,0	18,0	18,0	15,0	20,0	8,0								79,0
															0,0
TOTAL		15,0	49,5	51,50	33,5	35,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	192,5
OFERTA FAMILIAR		50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	600,0
DEFICIT		0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
<b>Mão-de-obra Familiar (Custo Anual em Reais)</b>														<b>9.625,00</b>	
<b>Mão-de-obra Contratada (Custo Anual em Reais)</b>														<b>75,00</b>	

Os preços foram coletados no comércio especializado e considerados aqueles praticados na época (Janeiro/2021), ao nível de produtor. No **Quadro 5.32** constam os preços médios, ao nível de produtor, dos produtos a serem cultivados na área do projeto.

A unidade agrícola, isto é, o lote-tipo deverá realizar investimentos necessários às explorações agrícolas, tais como:

- Equipamentos agrícolas (carroças com arreios; cultivador; pulverizador e implementos leves);
- Aquisição de animais;
- Implantação de cercas.

No **Quadro 5.33** mostra o esquema de inversões parcelares ao longo do período de atividades da exploração. Na sua elaboração foram utilizados os seguintes critérios técnicos:

- As inversões serão efetuadas no primeiro ano de exploração do modelo proposto;
- As reinversões são feitas com base na vida útil dos diversos itens de investimentos, assumindo, exceto para destoca e limpeza, os seguintes valores residuais/sucata: cercas (30%); sulcador/cultivador e pulverizador (30%); implementos agrícolas (40%);
- Reinversões, a cada 5 anos, da ordem de 50,0% do investimento inicial para os animais de trabalho. Os 50,0% restantes correspondem ao valor residual ou de venda dos animais descartados.

### Quadro 5.32 - Custos Diretos de Produção



Culturas	Área (ha)	Anos de Exploração							
		1	2	3	4	5	6	7	8 e +
Feijão	1,50	8.350,35	8.350,35	8.350,35	8.350,35	8.350,35	8.350,35	8.350,35	8.350,35
Milho	1,50	5.813,55	5.813,55	5.813,55	5.813,55	5.813,55	5.813,55	5.813,55	5.813,55
Melancia	1,00	9.867,90	9.867,90	9.867,90	9.867,90	9.867,90	9.867,90	9.867,90	9.867,90
Melão	1,00	10.519,90	10.519,90	10.519,90	10.519,90	10.519,90	10.519,90	10.519,90	10.519,90
<b>Total (1)</b>		<b>34.551,70</b>	<b>34.551,70</b>	<b>34.551,70</b>	<b>34.551,70</b>	<b>34.551,70</b>	<b>34.551,70</b>	<b>34.551,70</b>	<b>34.551,70</b>

(1) Exceto o custo da mão-de-obra familiar

**Quadro 5.33 - Investimentos, Reinvestimentos e Desinvestimentos Parcelares**

Discriminação	Unid.	Custo Unitário (R\$)	Quant.	Vida Útil (anos)	Anos de Exploração					
					Invest.	Reinvestimentos				Desinvest.
					1	5	10	15	20	25
<b>Obras e Serviços</b>					<b>5.440,00</b>	<b>0,00</b>	<b>3.500,00</b>	<b>0,00</b>	<b>3.500,00</b>	<b>2.500,00</b>
. Destoc. e Limpeza	ha	95,00	5	-	475,00					
. Cercas	m	8,00	1.000	10	8.000,00		5.600,00		5.600,00	2.500,00
<b>Equipamentos Agrícolas</b>					<b>1.720,00</b>	<b>0,00</b>	<b>668,00</b>	<b>730,00</b>	<b>668,00</b>	<b>735,90</b>
. Carroça com Arreios	unid	850,00	1	15	850,00			850,00		240,90
. Sulcador/Cultivador	unid	250,00	2	10	500,00		350,00		350,00	220,00
. Pulverizador	unid	189,00	2	10	378,00		264,60		210,00	150,00
. Implementos Agrícolas	vb	380,00		10	380,00		228,00		228,00	125,00
<b>Animais de Trabalho</b>	unid	1.500,00	1	5	<b>1.500,00</b>	<b>750,00</b>	<b>750,00</b>	<b>750,00</b>	<b>750,00</b>	<b>750,00</b>
<b>Total</b>					<b>8.660,00</b>	<b>750,00</b>	<b>4.918,00</b>	<b>1.480,00</b>	<b>4.918,00</b>	<b>3.985,90</b>

No vigésimo quinto ano da unidade de exploração, final do horizonte de análise do projeto, foi efetuado o desinvestimento dos bens de capital, cuja vida útil ultrapassou o horizonte de análise. No cálculo dos desinvestimentos foram considerados a vida útil residual do bem de capital e a depreciação anual, calculada pelo método linear.

Os Custos de Manutenção dos Investimentos apresentados no **Quadro 5.34** foram estimados com base nas despesas previstas para manutenção e conservação dos investimentos. Na determinação desses custos foram considerados os seguintes critérios:

- Carroças com arreios, sulcador, cultivador, pulverizador e equipamentos agrícolas: 20,0% do valor do investimento a cada 5 anos, exceto nos anos de reinvestimentos;
- Cercas: 5,0% do valor do investimento anualmente, exceto nos anos de reinvestimentos.

No **Quadro 5.35** apresenta a produtividade e a produção das culturas selecionadas, desde a implantação até o ano de estabilização. No cálculo da produção consideram-se as áreas plantadas, conforme as culturas e as respectivas produtividades.

O valor bruto da produção foi obtido através da multiplicação dos preços unitários dos produtos pelas respectivas produções das culturas exploradas. O **Quadro 5.36** apresenta o fluxo de receitas, isto é, o valor da produção anual do projeto, conforme as culturas.

#### *5.2.4.5 - Avaliação Financeira do Modelo de Exploração*

A análise financeira ora posta em prática visa além de conhecer e demonstrar a viabilidade financeira do modelo de exploração, avaliar a sensibilidade dos resultados a fatores exógenos, tais como variação nos preços dos produtos e/ou insumos, redução na produção e acréscimos nos investimentos e/ou custos operacionais.

Foi elaborada através da estruturação de um fluxo de entradas e saídas de caixa, onde no fluxo de entradas encontram-se os valores residuais dos investimentos e o valor bruto da produção, e no fluxo de saídas estão as inversões, reinversões e os custos operacionais, sendo os valores desses obtidos da seguinte forma:



**Quadro 5.34 - Manutenção dos Investimentos Parcelares**

Discriminação	Custo Investimento (R\$)	Vida Útil (anos)	Anos de Exploração do Modelo									
			2/4	5	6/9	10	11/14	15	16/19	20	21/24	25
<b>Obras e Serviços</b>			<b>250,00</b>	<b>250,00</b>	<b>250,00</b>	<b>0,00</b>	<b>250,00</b>	<b>250,00</b>	<b>250,00</b>	<b>0,00</b>	<b>250,00</b>	<b>0,00</b>
. Cercas	9.000,00	10	450,00	450,00	450,00	0,00	450,00	0,00	450,00	0,00	450,00	0,00
<b>Equipamentos Agrícolas</b>			<b>0,00</b>	<b>344,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>344,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
. Carroça com Arreios	3.000,00	15		600,00				600,00				0,00
. Sulcador/Cultivador	3.500,00	10		700,00				700,00				0,00
. Pulverizador	600,00	10		120,00				120,00				0,00
. Implementos Agrícolas	500,00	10		100,00				100,00				0,00
<b>Total</b>	<b>6.720,00</b>		<b>250,00</b>	<b>594,00</b>	<b>250,00</b>	<b>0,00</b>	<b>250,00</b>	<b>594,00</b>	<b>250,00</b>	<b>0,00</b>	<b>250,00</b>	<b>0,00</b>

Nota: Nos anos em que há reinvestimentos, não haverá manutenção

**Quadro 5.35- Produtividades e Produções Previstas**



		Produtividade (t/ha)							
Culturas	Área (ha)	Anos de Exploração do Modelo							
		1	2	3	4	5	6	7	8 e +
Feijão	1,50	1,20	1,30	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Milho	1,50	1,80	1,90	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Melancia	1,00	8,00	9,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Melão	1,00	8,00	9,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

		Produções Previstas (toneladas)							
Culturas	Área (ha)	Anos de Exploração do Modelo							
		1	2	3	4	5	6	7	8 e +
Feijão	1,50	1,80	1,95	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Milho	1,50	2,70	2,85	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
Melancia	1,00	8,00	9,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Melão	1,00	8,00	9,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Quadro 5.36 - Valor Bruto da Produção (R\$)



Culturas	Preços (R\$/t)	Anos de Exploração												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Feijão	3.000,00	5.400,00	5.850,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00
Milho	1.000,00	2.700,00	2.850,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00
Melancia	1.400,00	11.200,00	12.600,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00
Melão	2.800,00	22.400,00	25.200,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00
<b>Total</b>		<b>41.700,00</b>	<b>46.500,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>

Culturas	Preços (R\$/t)	Anos de Exploração												
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Feijão	3.000,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00	6.750,00
Milho	1.000,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00
Melancia	1.400,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00	16.800,00
Melão	2.800,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00	28.000,00
<b>Total</b>		<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>

Valor bruto da produção – obtido através da multiplicação dos preços unitários, ao nível de produtor, expressos em reais de janeiro de 2021, pelas produções anuais previstas;

Os custos do modelo de exploração são compostos pelas inversões, reinversões e custos operacionais, a seguir especificados:

- **Inversões** – esses custos estão especificados no Quadro 5.33, apresentado anteriormente;
- **Reinversões** – esses custos também estão especificados no Quadro 5.33;
- **Custos operacionais** – são compostos pelos dos seguintes itens: Custos Diretos de Produção - inclui os gastos com insumos (sementes, fertilizantes e defensivos, etc.) e os relativos a aluguel de maquinário. Não se encontra incluso gastos com pagamento da mão-de-obra que será considerado, separadamente. Foram calculados com base nas contas culturais das culturas que compõem o modelo de exploração e nas respectivas áreas cultivadas; Custo de Manutenção dos Investimentos - estimados com base nas despesas previstas para manutenção dos investimentos; Custos com Mão-de-obra Familiar - estimados com base na utilização do fator e no preço da diária local; Custos com Mão-de-obra Contratada - representados pelo valor do "déficit" de mão-de-obra familiar, evidenciado pelo balanço entre as necessidades e as disponibilidades desse fator no modelo e no preço da diária local; Impostos - para o ICMS foi considerada uma alíquota média de 10,0% sobre o valor da produção comercializada; Taxas - o FUNRURAL foi calculado com base em 2,5% do valor da produção comercializada, 1,5% para assistência técnica e 2,0% para a cooperativa. Para fins de cálculo, adotou-se que a produção comercializada será da ordem de 80,0% do valor da produção.

A avaliação financeira do modelo proposto foi procedida considerando os fluxos anuais de receitas (entradas), custos (saídas) e benefícios líquidos apresentados anteriormente no **Quadro 5.37**. Foram adotados os indicadores de rentabilidade sugeridos pela literatura especializada, ou seja, Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício/Custo (B/C) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), cujos valores são apresentados no **Quadro 5.38**

Quadro 5.37 - Fluxos de Receitas, Custos e Benefícios Líquidos do Modelo Proposto



Especificação	Anos do Projeto												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Receitas</b>	<b>41.700,00</b>	<b>46.500,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>
Valor da Produção	41.700,00	46.500,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00
Valor dos Desinvestimentos													
<b>Custos (1)</b>	<b>58.249,30</b>	<b>50.453,70</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>52.597,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>56.171,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>
Investimentos	8.660,00												
Reinvestimentos					750,00					4.918,00			
Custos Operacionais (1)	49.589,30	50.453,70	51.503,30	51.503,30	51.847,30	51.503,30	51.503,30	51.503,30	51.503,30	51.253,30	51.503,30	51.503,30	51.503,30
.Diretos de Produção	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70
.M.O. Familiar	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00
.M.O. Assalariada	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
.Manutenção dos Investimentos		250,00	250,00	250,00	594,00	250,00	250,00	250,00	250,00	0,00	250,00	250,00	250,00
.Impostos (ICMS)	3.336,00	3.720,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00
.FUNRURAL	834,00	930,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00
.Contr. a Coop./Assoc. Assent.	667,20	744,00	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20
.Assistência Técnica	500,40	558,00	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40
<b>Benefício Líquido (1)</b>	<b>-16.549,30</b>	<b>-3.953,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>2.102,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>-1.471,30</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>
<b>Benefício Líquido (2)</b>	<b>-16.549,30</b>	<b>5.671,30</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>11.727,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>8.153,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>

- (1) Inclusive mão-de-obra familiar  
(2) Exceto mão-de-obra familiar

Especificação	Anos do Projeto												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Receitas</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>	<b>54.700,00</b>
Valor da Produção	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00	54.700,00
Valor dos Desinvestimentos													
<b>Custos (1)</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>53.327,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>56.171,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.503,30</b>	<b>51.253,30</b>
Investimentos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reinvestimentos	0,00	0,00	1.480,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.918,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custos Operacionais (1)	51.503,30	51.503,30	51.847,30	51.503,30	51.503,30	51.503,30	51.503,30	51.253,30	51.503,30	51.503,30	51.503,30	51.503,30	51.253,30
.Diretos de Produção	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70	34.551,70
.M.O. Familiar	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00	9.625,00
.M.O. Assalariada	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
.Manutenção dos Investimentos	250,00	250,00	594,00	250,00	250,00	250,00	250,00	0,00	250,00	250,00	250,00	250,00	0,00
.Impostos (ICMS)	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00	4.376,00
.FUNRURAL	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00	1.094,00
.Contr. a Coop./Assoc. Assent.	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20	875,20
.Assistência Técnica	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40	656,40
<b>Benefício Líquido (1)</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>1.372,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>-1.471,30</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.196,70</b>	<b>3.446,70</b>
<b>Benefício Líquido (2)</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>10.997,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>8.153,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>12.821,70</b>	<b>13.071,70</b>

- (1) Inclusive mão-de-obra familiar  
(2) Exceto mão-de-obra familiar

**Quadro 5.38 - Indicadores de Rentabilidade Relativos à Avaliação Financeira do Modelo Proposto**

<b>Taxa Interna de Retorno</b>	<b>60,36%</b>
--------------------------------	---------------

<b>Valor Presente Líquido</b>						
<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>12%</b>	<b>14%</b>	<b>16%</b>	<b>18%</b>
124.316,82	99.176,61	80.266,00	65.784,68	54.507,13	45.585,83	38.425,45

<b>Relação Benefício/Custo</b>						
<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>12%</b>	<b>14%</b>	<b>16%</b>	<b>18%</b>
1,244	1,236	1,229	1,2208	1,2129	1,2052	1,1975

**Análise de Sensibilidade**

<b>Especificação</b>	<b>VPL (12%)</b>	<b>B/C (12%)</b>	<b>TIR</b>
- Menos 5% Rec + 0% Custos	53.761,80	1,160	78,0%
- Menos 10% Rec + 0% Custos	33.218,02	1,099	46,5%
- Menos 5% Rec + 5% Custos	36.933,30	1,105	49,0%
- Menos 5% Rec + 10% Custos	20.104,80	1,054	29,4%
- Menos 10% Rec + 5% Custos	-438,98	1,046	11,6%

Após a determinação da rentabilidade financeira do modelo de exploração, foi analisado o grau de sensibilidade dos resultados obtidos quanto a fatores exógenos, sendo os resultados da análise de análise de sensibilidade.

Esta última análise visa estabelecer uma melhor precisão e fidedignidade dos elementos utilizados para elaboração dos benefícios, custos e investimentos do projeto. Assim, é importante testar a influência desses fatores sobre os resultados básicos estimados, uma vez que durante o horizonte analisado poderão ocorrer mudanças significativas tais como variações nas produtividades físicas, preços dos insumos e produtos, disponibilidade dos insumos, etc.

Para o modelo de exploração proposto a Taxa Interna de Retorno, estimada em 60,36%, é superior ao custo de oportunidade do capital, considerado como 12,0% ao ano. O Valor Presente Líquido apresenta-se sempre positivo e a Relação Benefício/Custo superior à unidade até quando se atualizou os fluxos de receitas e custos a diferentes taxas de desconto. Tais resultados indicam, portanto, uma boa rentabilidade financeira para o lote analisado.

Verifica-se também que a renda familiar, definida pelo resta (resíduo) da receita bruta menos todos os custos, exceto o custo da mão-de-obra familiar, representada pelo fluxo anual “Benefício Líquido 2”, no **Quadro 5.39**, é, em média, igual a 1 salário-mínimo mensal, superando, portanto, a renda média das famílias residentes na área afetada pela implantação da barragem, conforme os dados da pesquisa socioeconômica.

No Quadro 5.39 são apresentados os valores dos fluxos anuais de receitas (entradas), custos (saídas) e benefícios líquidos apresentados anteriormente no Quadro 5.37, porém de forma agregativa, considerando a área de 2.500 ha, sendo os respectivos valores lançados no fluxo de caixa de uso múltiplo do projeto, juntamente com os custos de implantação da barragem, da adutora e dos benefícios e custos do abastecimento humano e piscicultura.

**Quadro 5.39 - Fluxos de Receitas, Custos e Benefícios Líquidos da Área de 2.500 ha**

Especificação	Anos do Projeto												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Receitas</b>	<b>20.850.000,00</b>	<b>23.250.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>
Valor da Produção	20.850.000,00	23.250.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00
Valor dos Desinvestimentos													
<b>Custos (1)</b>	<b>29.124.650,00</b>	<b>25.226.850,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>26.298.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>28.085.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>
Investimentos	4.330.000,00									2.459.000,00			
Reinvestimentos					375.000,00								
Custos Operacionais (1)	24.794.650,00	25.226.850,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.923.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.626.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00
.Diretos de Produção	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00
.M.O. Familiar	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00
.M.O. Assalariada	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00
.Manutenção dos Investimentos		125.000,00	125.000,00	125.000,00	297.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	0,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00
.Impostos (ICMS)	1.668.000,00	1.860.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00
.FUNRURAL	417.000,00	465.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00
.Contr. a Coop./Assoc. Assent.	333.600,00	372.000,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00
.Assistência Técnica	250.200,00	279.000,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00
<b>Benefício Líquido (1)</b>	<b>-8.274.650,00</b>	<b>-1.976.850,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.051.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>-735.650,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>
<b>Benefício Líquido (2)</b>	<b>-3.462.150,00</b>	<b>2.835.650,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>5.863.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>

(1) Inclusive mão-de-obra familiar

(2) Exceto mão-de-obra familiar

Especificação	Anos do Projeto												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Receitas</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>	<b>27.350.000,00</b>
Valor da Produção	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00	27.350.000,00
Valor dos Desinvestimentos													
<b>Custos (1)</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.925.130,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.631.568,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.751.650,00</b>	<b>25.626.650,00</b>
Investimentos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reinvestimentos	0,00	0,00	1.480,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.918,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Custos Operacionais (1)	25.751.650,00	25.751.650,00	25.923.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.626.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.751.650,00	25.626.650,00
.Diretos de Produção	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00	17.275.850,00
.M.O. Familiar	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00	4.812.500,00
.M.O. Assalariada	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00	37.500,00
.Manutenção dos Investimentos		125.000,00	297.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	0,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	125.000,00	0,00
.Impostos (ICMS)	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00	2.188.000,00
.FUNRURAL	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00	547.000,00
.Contr. a Coop./Assoc. Assent.	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00	437.600,00
.Assistência Técnica	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00	328.200,00
<b>Benefício Líquido (1)</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.424.870,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.718.432,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.598.350,00</b>	<b>1.723.350,00</b>
<b>Benefício Líquido (2)</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.237.370,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.530.932,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.410.850,00</b>	<b>6.535.850,00</b>

(1) Inclusive mão-de-obra familiar

(2) Exceto mão-de-obra familiar



### 5.2.5 - Benefícios Líquidos Econômicos Associados à Piscicultura

O plano de exploração pesqueira da futura Barragem Poço Comprido será centrado apenas no desenvolvimento da piscicultura extensiva através do seu peixamento. Não foi considerada a implementação de ações de incentivo ao desenvolvimento da piscicultura superintensiva (tanques-redes) no lago a ser formado pela barragem a ser construída, dado a sua pequena profundidade, o que inviabiliza tecnicamente a implementação desta atividade.

No povoamento inicial da barragem deverá ser adotada a princípio a adaptação das espécies piscícolas nativas da região às condições lênticas (águas paradas) do reservatório. Dentre as espécies de peixes constatadas nos rios e reservatórios da bacia do rio Coreaú figuram: curimatã comum (*Prochilodus cearaensis*), piaú comum (*Leporinus friderici*), cangati (*Trachycirystes galeatus*), traíra (*Hoplias malabaricus*), piaba (*Astyanax bimaculatus*), bodó (*Hydastomus sp.*), cará (*Geophagus brasiliensis*) e tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*), esta última aclimatizada.

Visando a melhoria do potencial pesqueiro da barragem em termos de exploração econômica deverão ser introduzidas, posteriormente, espécies piscícolas aclimatadas, selecionadas com base em critérios ecológicos (posição na cadeia trófica, potencial reprodutivo, produtividade da biomassa, etc.) e econômicos/culturais (facilidade de manejo, fonte protéica e energética, palatabilidade, boa aceitação comercial, etc.). Dentre as várias espécies propostas para o peixamento da Barragem Poço Comprido figuram:

- Curimatã comum (*Prochilodus cearensis*) - espécie nativa, muito bem adaptada para piscicultura em açude. Desova de março a maio nas cabeceiras dos rios. É iliófaga, consumindo diatomáceas, protozoários, microcrustáceos, etc.;
- Carpa comum (*Cyprinus carpio*) - espécie vegetariana, de origem chinesa, altamente adaptada no Brasil. Excelente para o peixamento de reservatórios;
- Tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) - é uma espécie aclimatizada, planctófaga e rapidamente atinge o peso ideal para a captura, sendo excelente para o peixamento;

- Tambaqui (*Colossoma macropomum*) - espécie originária da região amazônica, omnívora, largamente utilizada nos programas de povoamento de açudes.

No desenvolvimento do plano de peixamento da Barragem Poço Comprido deve ser posto em prática nos dois primeiros anos a formação de estoques de matrizes e reprodutores.

No povoamento inicial da barragem deverão ser adotados alevinos de espécies que se reproduzam naturalmente e de espécies reofílicas, que se reproduzem artificialmente. Foram sugeridas como espécies a serem introduzidas no reservatório, além das espécies citadas anteriormente (curimatã comum, carpa comum, tambaqui e tilápia do Nilo), a curimatã pacu, o apaiari, a pescada do Piauí, a pirapitinga, o piau verdadeiro e a sardinha. Além destes, convém acrescentar exemplares de camarão canela, os quais completarão o povoamento do reservatório.

O repovoamento das espécies piscícolas que não se reproduzem no reservatório deve ser realizado a cada 2 anos, devendo constar da adição de alevinos de carpa comum, curimatã pacu, tambaqui, pirapitinga e piau verdadeiro. O repovoamento das espécies reofílicas dependerá do grau de depleção dos seus estoques. Caso se faça necessário, é recomendável a utilização do mesmo número de alevinos adotado no povoamento inicial.

Quanto ao número de alevinos a serem utilizados recomenda-se no povoamento inicial a adoção de 2.000 alevinos/ha e no repovoamento 1.200 alevinos/ha. Os alevinos a serem utilizados no peixamento poderão ser obtidos em estações de piscicultura do DNOCS, devendo estas ser contatadas com uma antecedência mínima de 30 dias. Os alevinos para o peixamento deverão ter comprimento acima de 60mm. O **Quadro 5.40** apresenta os quantitativos de alevinos a serem utilizados no povoamento inicial e no repovoamento da Barragem Poço Comprido.

**Quadro 5.40 – Número de Alevinos Utilizados no Peixamento do Reservatório**

Espécies	Povoamento Inicial		Repovoamento	
	Alevinos/ha	Nº de Alevinos	Alevinos/ha	Nº de Alevinos
Curimatã Comum	100	550.000	-	-
Curimatã Pacu	125	687.500	125	687.500
Apaiari	50	275.000	0	-
Pescada do Piauí	100	550.000	0	-

Espécies	Povoamento Inicial		Repovoamento	
	Alevinos/ha	Nº de Alevinos	Alevinos/ha	Nº de Alevinos
Tambaqui	125	687.500	125	687.500
Pirapitinga	125	687.500	125	687.500
Carpa Comum	125	687.500	100	550.000
Piau Verdadeiro	125	687.500	125	687.500
Sardinha	50	275.000	0	-
Tilápia do Nilo	50	275.000	0	-
Camarão Canela	25	137.500	0	-
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>5.500.000</b>	<b>600</b>	<b>3.300.000</b>

Na liberação dos alevinos no reservatório deverão ser adotados alguns cuidados de modo a minimizar a ação de predadores (peixes, pássaros, etc.), bem como a variação de temperatura entre a água do reservatório e a água dos recipientes onde os alevinos estão acondicionados. Deve ser também evitada a liberação dos alevinos próximos ao eixo vertedouro da barragem.

Nos açudes administrados pelo DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, a produtividade média da pesca atinge 130kg/ha/ano. Em açudes de grande porte, como é o caso da Barragem Poço Comprido, um programa de alevinagem bem conduzido com adoção de medidas de fomento e de administração da pesca, pode resultar na captura de 45kg/ha/ano de pescado, no oitavo ano após o enchimento do reservatório. Assim sendo, o potencial pesqueiro da Barragem Poço Comprido, no ano de estabilização, será de 247 t de pescado, considerando a área da sua bacia hidráulica (5.500 ha).

A administração dos recursos pesqueiros da Barragem Poço Comprido deverá ficar a cargo da COGERH, devendo ser adotadas a legislação e as normas pertinentes à regulamentação da pesca em águas interiores, visando a proteção da ictiofauna. A pesca na época das cheias, período da piracema, deve ser proibida e, também, deve ser efetuado o controle do tamanho da malha da rede de espera, sendo estas as principais regras disciplinares a serem adotadas.

A COGERH deverá incentivar a população ribeirinha à prática pesqueira, estimulando inclusive a criação de associações de pescadores, que terão como funções desde a comercialização do pescado até a regulamentação e fiscalização da pesca no reservatório, além da promoção de cursos de capacitação e treinamento.

O peixamento da Barragem Poço Comprido deverá ser efetuado logo que se complete o enchimento do reservatório, devendo estar em plena operação em quatro anos. A pesca comercial poderá ser posta em prática um ano após o enchimento do reservatório e de seu peixamento.

Com o desenvolvimento da pesca serão gerados 200 novos empregos diretos para pescadores e mais 300 empregos indiretos. Os empregos indiretos a serem gerados, em geral vinculados as funções de ajudantes de pescaria, fabricação e conserto de redes e artefatos de pesca, fabricação e venda de gelo, sal e outros insumos, preservação e processamento do pescado (evisceração, salga, filetagem, etc.), além do transporte e comercialização da produção.

Os investimentos a serem efetuados para o peixamento do reservatório e para dotação de uma infraestrutura de suporte mínima para o desenvolvimento da pesca no lago da Barragem Poço Comprido, bem como os custos operacionais e a receita a ser gerada por ocasião da estabilização do projeto, deverão ser quantificados através da elaboração de um projeto específico a ser contratado pela COGERH. Apresentam-se no **Quadro 5.41** as estimativas das receitas a serem geradas pelo desenvolvimento da atividade pesqueira no lago da Barragem Poço Comprido, tendo sido considerado um preço unitário médio de R\$ 15,00/kg de pescado.

**Quadro 5.41 – Valor Bruto da Produção da Atividade Pesqueira**

Ano	Estágio de Captura (%)	Produção Total (t)	Valor Bruto da Produção de Pescado (R\$ 1,00) (1)
1	25	61,89	928.312,16
2	30	74,26	1.113.974,59
3	45	111,40	1.670.961,89
4	60	148,53	2.227.949,18
5	80	198,04	2.970.598,91
6	90	222,79	3.341.923,77
7	100	247,55	3.713.248,64
8 e +	100	247,55	3.713.248,64

(1) Valores expressos em reais de janeiro de 2021.

Os investimentos a serem incorridos deverão englobar desde a construção de um entreposto de pesca e a compra de alevinos para o povoamento inicial do reservatório até a aquisição de equipamentos e materiais de pesca. Estes investimentos deverão ser executados nos três primeiros anos após o enchimento do reservatório, sendo o montante a ser investido estimado em R\$ 1.109.820, conforme pode ser visualizado no **Quadro 5.42**.

Quanto aos custos operacionais de produção, estes estão representados pelos gastos anuais a serem dispendidos pelos pescadores com a aquisição de alevinos (50,0% dos alevinos previstos para o repovoamento), gelo e sal, além dos gastos com manutenção dos equipamentos de pesca e do prédio do entreposto. Estimativas destes custos anuais de produção para a Barragem Poço Comprido podem ser visualizadas no **Quadro 5 43**.

A renda líquida anual a ser gerada pela atividade pesqueira na Barragem Poço Comprido foi estimada para o ano de estabilização do projeto em R\$ 3.279.399, tendo sido obtida através da dedução dos custos operacionais do Valor Bruto da Produção anual de pescado. Considerando que estarão engajados aproximadamente 200 pescadores no desenvolvimento da atividade pesqueira no lago da Barragem Poço Comprido, têm-se para o ano de estabilização do projeto uma renda familiar de R\$ 16.396,99 /pescador/ano, o correspondente a uma renda mensal de R\$ 1.366,42.

**Quadro 5.42 – Investimentos na Atividade Pesqueira**

Discriminação	Unidade	Quantidade	Custos (R\$)	
			Unitário	Total
Entrepasto de pesca / beneficiamento	um	2	80.000,00	160.000,00
Balança de Pé (200kg)	uma	2	950,00	1.900,00
Alevinos	um	4.178.000	0,21	877.380,00
Redes de Espera (100m)	uma	8	2.200,00	17.600,00
Redes Sardinheira (100m)	uma	8	1.200,00	9.600,00
Espinhel (100 anzóis)	um	14	60,00	840,00
Covos	um	50	28,00	1.400,00
Tarrafas	uma	12	100,00	1.200,00
Caixa de Isopor (80l)	uma	30	130,00	3.900,00
Canoa à Remo	uma	30	1.200,00	36.000,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>1.109.820,00</b>

**Quadro 5.43 – Custos Operacionais de Produção**

Discriminação	Unidade	Quantidade	Custos (R\$)	
			Unitário	Total
Alevinos	um	1.650.000	0,25	412.500,00
Gelo	t	60	250,00	15.000,00
Sal	t	15	190,00	2.850,00
Manutenção dos equipamentos de pesca/edificações	-	-	-	3.500,00
<b>Total</b>	-	-	-	<b>433.850,00</b>

### 5.2.6 - Fluxo de Benefícios e Custos Econômicos dos Usos Múltiplos da Barragem

De posse dos **Quadros 5.22, 5.39 e 5.44**, os quais fornecem os custos e benefícios dos usos múltiplos da barragem Poço Comprido, ou seja, abastecimento d'água, plano de produção agrícola e piscicultura, foi construída o **Quadro 5.45** com os fluxos econômicos dos benefícios e custos dos usos múltiplos da barragem. Outros benefícios da barragem, tais como, a contenção de cheias e reforço no abastecimento do rio Acaraú, não foram objeto de avaliação monetária de seus custos e benefícios no fluxo econômico do projeto, visto a exigência de estudos mais aprofundados e a complexidade de mensuração quantitativa dos mesmos.

**Quadro 5.44 - Benefícios Econômicos Incrementais do Uso Piscicultura**

<b>Anos</b>	<b>Área Inundada (ha)</b>	<b>Investimentos (R\$)</b>	<b>Custos Operacionais (R\$)</b>	<b>Valor da Produção (R\$/ano)</b>	<b>Benef. Líq. (R\$/ano)</b>
0	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	5.500	1.628.650	433.850	928.312	(1.134.188)
4	5.500	-	433.850	1.113.975	680.125
5	5.500	-	433.850	1.670.962	1.237.112
6	5.500	-	433.850	2.227.949	1.794.099
7	5.500	-	433.850	2.970.599	2.536.749
8	5.500	-	433.850	3.341.924	2.908.074
9	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
10	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
11	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
12	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
13	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
14	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
15	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
16	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
17	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
18	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
19	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
20	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
21	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
22	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
23	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
24	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
25	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
26	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
27	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
28	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
29	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399
30	5.500	-	433.850	3.713.249	3.279.399

Quadro 5.45 - Fluxos Econômicos dos Benefícios e Custos dos Usos Múltiplos da Barragem Poço Comprido



ESPECIFICAÇÃO	Anos do Projeto															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>A. BENEFÍCIOS</b>	-	13.943.403	14.406.285	10.274.213	18.852.175	23.451.975	24.478.503	24.403.121	25.423.949	25.900.106	26.378.699	26.859.821	25.009.552	27.829.961	28.319.103	28.811.025
Abastecimento (Bruto)	-	13.943.403	14.406.285	14.870.551	15.336.400	15.804.013	16.273.554	16.745.172	17.219.000	17.695.157	18.173.750	18.654.872	19.138.603	19.625.012	20.114.154	20.606.076
Produção Agrícola	-	-	-	(3.462.150)	2.835.650	6.410.850	6.410.850	5.863.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	4.076.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850
Piscicultura	-	-	-	(1.134.188)	680.125	1.237.112	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099
Desinvestimento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>B. CUSTOS</b>	211.276.146	3.186.853	3.198.605	3.210.357	3.222.109	3.233.860	3.245.612	3.257.364	3.269.115	3.280.867	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619
INVESTIMENTOS	211.276.146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUSTOS OAM	-	3.186.853	3.198.605	3.210.357	3.222.109	3.233.860	3.245.612	3.257.364	3.269.115	3.280.867	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619
<b>C. BENEFÍCIO LÍQUIDO .</b>	<b>(211.276.146)</b>	<b>10.756.550</b>	<b>11.207.680</b>	<b>7.063.856</b>	<b>15.630.066</b>	<b>20.218.115</b>	<b>21.232.891</b>	<b>21.145.757</b>	<b>22.154.834</b>	<b>22.619.239</b>	<b>23.086.080</b>	<b>23.567.202</b>	<b>21.716.933</b>	<b>24.537.342</b>	<b>25.026.484</b>	<b>25.518.406</b>

ESPECIFICAÇÃO	Anos do Projeto															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<b>A. BENEFÍCIOS</b>	28.811.025	29.305.759	29.803.328	30.303.743	30.807.004	31.313.100	31.822.009	32.333.697	32.848.118	33.365.218	33.884.926	34.407.165	34.932.249	35.473.948	36.039.813	36.630.946
Abastecimento (Bruto)	20.606.076	21.100.810	21.598.379	22.098.794	22.602.055	23.108.151	23.617.060	24.128.748	24.643.169	25.160.269	25.679.977	26.202.216	26.727.300	27.268.999	27.834.864	28.425.997
Produção Agrícola	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850	6.410.850
Piscicultura	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099	1.794.099
Desinvestimento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>B. CUSTOS</b>	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	(56.287.254)
INVESTIMENTOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(59.579.873)
CUSTOS OAM	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619	3.292.619
<b>C. BENEFÍCIO LÍQUIDO .</b>	<b>25.518.406</b>	<b>26.013.140</b>	<b>26.510.709</b>	<b>27.011.124</b>	<b>27.514.385</b>	<b>28.020.481</b>	<b>28.529.390</b>	<b>29.041.078</b>	<b>29.555.499</b>	<b>30.072.599</b>	<b>30.592.307</b>	<b>31.114.546</b>	<b>31.639.630</b>	<b>32.181.329</b>	<b>32.747.194</b>	<b>92.918.200</b>



O **Quadro 5.46** demonstra os resultados da avaliação econômica (valor presente líquido e relação B/C), a uma taxa de desconto de 12%, e a taxa interna de retorno, dos fluxos econômicos dos usos múltiplos da barragem Poço Comprido. Os resultados dizem respeito aos fluxos econômicos dos benefícios e custos dos usos múltiplos da barragem (abastecimento humano, atividade agrícola e piscicultura).

O Quadro 5.40 apresenta os resultados da avaliação econômica atingem indicadores satisfatórios, que é de uma TIR de 9,06%. Vale lembrar que os resultados poderiam ser ainda melhores se fosse incluída no valor presente líquido do projeto uma série de benefícios, tais como contenção de cheias, visto que a regularização do curso de água a partir do reservatório pode reduzir os alagamentos em Sobral, o aumento da oferta hídrica para irrigação no Baixo Acaraú, além de outros benefícios eminentemente sociais, tais como a redução da migração pelo aumento da oferta hídrica, diminuição das doenças vinculadas as baixas condições de qualidade da água, diminuição dos gastos públicos com a distribuição de água potável através de carros-pipa e geração de rendas adicionais pela criação de fontes hídricas superficiais, como as agroindústrias, o turismo, etc.

**Quadro 5.46 – Resultados da Avaliação Econômica e Análise de Sensibilidade dos Fluxos Básicos de Custos e benefícios dos Usos Múltiplos da Barragem Poço Comprido – 100% dos Custos da Barragem**

Discriminação	Relação B/C (*)	Valor Presente Líquido (R\$ 1,00) (*)	TIR (%)
<b>. Fluxos Normais de Benefícios e Custos</b>	<b>0.7623</b>	<b>-56,034,842.38</b>	<b>9.06%</b>
<b>. Análise de Sensibilidade</b>			
- 5% nos Benefícios	0.7242	-65,021,188.37	8.56%
- 10% nos Benefícios	0.6861	-74,007,534.36	8.04%
- 5% nos Benef. e + 5% nos Custos	0.6897	-76,809,276.48	8.09%
- 5% nos Benef. e + 10% nos Custos	0.6584	-88,597,364.58	7.66%
- 10% nos Benef. e + 5% nos Custos	0.6534	-85,795,622.46	7.59%
- 10% nos Benef. e + 10% nos Custos	0.6237	-97,583,710.57	7.17%

Nos **Quadro 5.47** e **5.48** são apresentados os resultados da avaliação econômica (valor presente líquido e relação B/C), a uma taxa de desconto de 12%, e a taxa interna de retorno, dos fluxos econômicos dos usos múltiplos da barragem com as simulações em relação aos custos da barragem (70% e 50%). Essas simulações se justificam visto que que não foram incluídos nos fluxos outros benefícios com a implantação e funcionamento do projeto, além da poupança aos cofres públicos pela redução das despesas com

transferências com as famílias que serão empregadas na fase de implantação e durante a operação do projeto (programas de garantia de renda mínima), gastos com carros-pipa, entre outras reduções de despesas públicas motivadas pela melhoria da qualidade de vida da população, tais como despesas de saúde provocadas por doenças de veiculação hídrica<sup>3</sup>

**Quadro 5.47 – Resultados da Avaliação Econômica e Análise de Sensibilidade dos Fluxos Básicos de Custos e benefícios dos Usos Múltiplos da Barragem Poço Comprido – 70% dos Custos da Barragem**

Discriminação	Relação B/C (*)	Valor Presente Líquido (R\$ 1,00) (*)	TIR (%)
<b>. Fluxos Normais de Benefícios e Custos</b>	<b>0.9825</b>	<b>-3,204,669.56</b>	<b>11.79%</b>
<b>. Análise de Sensibilidade</b>			
- 5% nos Benefícios	0.9334	-12,191,015.54	11.18%
- 10% nos Benefícios	0.8842	-21,177,361.53	10.57%
- 5% nos Benef. e + 5% nos Custos	0.8889	-21,337,595.01	10.63%
- 5% nos Benef. e + 10% nos Custos	0.8485	-30,484,174.47	10.11%
- 10% nos Benef. e + 5% nos Custos	0.8421	-30,323,941.00	10.03%
- 10% nos Benef. e + 10% nos Custos	0.8038	-39,470,520.46	9.53%

**Quadro 5.48 – Resultados da Avaliação Econômica e Análise de Sensibilidade dos Fluxos Básicos de Custos e benefícios dos Usos Múltiplos da Barragem Poço Comprido – 50% dos Custos da Barragem**

Discriminação	Relação B/C (*)	Valor Presente Líquido (R\$ 1,00) (*)	TIR (%)
<b>. Fluxos Normais de Benefícios e Custos</b>	<b>1.2167</b>	<b>32,015,445.66</b>	<b>14.61%</b>
<b>. Análise de Sensibilidade</b>			
- 5% nos Benefícios	1.1559	23,029,099.67	13.90%
- 10% nos Benefícios	1.0951	14,042,753.69	13.17%
- 5% nos Benef. e + 5% nos Custos	1.1009	15,643,525.97	13.24%
- 5% nos Benef. e + 10% nos Custos	1.0508	8,257,952.27	12.63%
- 10% nos Benef. e + 5% nos Custos	1.0429	6,657,179.98	12.53%
- 10% nos Benef. e + 10% nos Custos	0.9955	-728,393.72	11.94%

<sup>3</sup> A correlação entre saneamento básico e saúde foi estudada para os municípios do Estado do Ceará e mensurou-se a influência da operação da CAGECE na melhoria das condições de saúde da população em relação aos municípios não operados pela companhia. Ver o estudo em [http://www2.ipece.ce.gov.br/encontro/artigos\\_2008/2.pdf](http://www2.ipece.ce.gov.br/encontro/artigos_2008/2.pdf)

Os resultados da taxa interna de retorno, que variam de 9,06% (Quadro 5.46), 11,79% (Quadro 5.47) e 14,61% (Quadro 5.48), podem ser considerados como dentro dos padrões normais de aceitabilidade de projetos dessa natureza, visto a magnitude dos custos das obras de infraestrutura hídrica, com longo prazo de maturação, além do valor da tarifa pública bem abaixo do custo marginal de longo prazo.

Vale ressaltar ainda que mesmo no cenário mais pessimista (**Quadro 5.41**), cuja TIR foi de 7,17% (com redução de 10% nos benefícios e aumento de 10% nos custos e 100% dos custos da barragem), a taxa de retorno do projeto é superior ao custo de fundos no Brasil, que se encontra hoje em 4,61% a.a., no caso a TJLP, que é a taxa de juros de longo prazo, operada pelo BNDES<sup>4</sup>.

Por fim, cabe ressaltar que, além dos benefícios diretos destacados nos indicadores de rentabilidade econômica, a construção da barragem Poço Comprido e demais infraestruturas promove efeitos indiretos sobre as comunidades localizadas no entorno do empreendimento, dentre os quais se destacam os seguintes:

- Segurança hídrica para as cidades beneficiadas diretamente com a barragem, além de aumento da oferta hídrica para o Baixo Acaraú;
- Contenção de cheias para evitar alagamentos em Sobral;
- Efeitos multiplicadores sobre a economia;
- Efeitos sobre o meio ambiente (positivos ou negativos);
- Alteração no nível de eficiência da economia;
- Promoção de integração nacional;
- Impactos sobre o desenvolvimento regional;
- Alterações no padrão de concorrência e nos preços finais dos produtos;
- Geração de empregos; e
- Cumprimento de objetivos nacionais estratégicos.

A maioria desses benefícios é de difícil mensuração, pois exige a utilização de metodologias complexas e nem sempre eficazes para se tentar quantificar a proporção desses benefícios que seriam causados especificamente pela inserção do empreendimento na comunidade e, complementarmente, quanto seria causado por fatores exógenos ao empreendimento, tais como políticas públicas. Por isso, geralmente, esses benefícios são abordados apenas de forma qualitativa nas análises de viabilidade dos processos de tomada de decisão.

---

<sup>4</sup> Para detalhes sobre a TJLP consultar no Portal do BNDES  
<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/custos-financeiros/taxa-juros-longo-prazo-tjlp>

## **ANEXO I – CUSTOS DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E ENERGIA DO SISTEMA PROPOSTO**

---

## ANEXO I - CUSTOS DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E ENERGIA DO SISTEMA PROPOSTO

### CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO

VAZÃO TOTAL DO SISTEMA (2021)	42.80 L/s	
VAZÃO TOTAL DO SISTEMA (2040)	73.55 L/s	
POTÊNCIA DO MOTOR (2021)	110.29 kW	
POTÊNCIA DO MOTOR (2040)	220.59 kW	
CUSTO DE ENERGIA ACIMA DE 200 kWh(CONSUMO)	0.63882 R\$/kWh	(ENEL)
CUSTO DE ENERGIA ACIMA 20kW (DEMANDA)	63.88 R\$/kW	(ENEL)

ANO	VAZÃO MÉDIA (m³/d)	FUNCIONAMENTO (h/ano)	CONSUMO DE ENERGIA (KWh)	DEMANDA (kW)	CUSTO TOTAL (R\$)
2021	3,081.6	7,300.0	805,147.06	110.29	521,389.63
2022	3,192.3	4,400.6	970,719.45	220.59	634,206.17
2023	3,303.0	4,553.2	1,004,381.27	220.59	655,710.02
2024	3,413.7	4,705.8	1,038,043.10	220.59	677,213.87
2025	3,524.4	4,858.4	1,071,704.92	220.59	698,717.72
2026	3,635.1	5,011.0	1,105,366.75	220.59	720,221.56
2027	3,745.8	5,163.6	1,139,028.57	220.59	741,725.41
2028	3,856.5	5,316.2	1,172,690.40	220.59	763,229.26
2029	3,967.2	5,468.8	1,206,352.22	220.59	784,733.10
2030	4,077.9	5,621.4	1,240,014.05	220.59	806,236.95
2031	4,188.6	5,774.0	1,273,675.87	220.59	827,740.80
2032	4,299.3	5,926.6	1,307,337.70	220.59	849,244.64
2033	4,410.0	6,079.2	1,340,999.52	220.59	870,748.49
2034	4,520.7	6,231.8	1,374,661.34	220.59	892,252.34
2035	4,631.4	6,384.4	1,408,323.17	220.59	913,756.18
2036	4,742.1	6,537.0	1,441,984.99	220.59	935,260.03
2037	4,852.8	6,689.6	1,475,646.82	220.59	956,763.88
2038	4,963.5	6,842.2	1,509,308.64	220.59	978,267.72
2039	5,074.2	6,994.8	1,542,970.47	220.59	999,771.57
2040	5,295.6	7,300.0	1,610,294.12	220.59	1,042,779.26

**CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO - ALTERNATIVA 1**

<b>ANO</b>	<b>TRATAMENTO</b>	<b>MÃO DE OBRA</b>	<b>ENERGIA</b>	<b>OUTROS SERVIÇOS/ MATERIAIS</b>	<b>TOTAL</b>
2021	R\$ 56.239,20	R\$ 1.520.828,47	R\$ 521.389,63	R\$ 175.315,85	R\$ 2.273.773,15
2022	R\$ 58.259,48	R\$ 1.558.503,45	R\$ 634.206,17	R\$ 179.658,89	R\$ 2.430.627,99
2023	R\$ 60.279,75	R\$ 1.596.178,43	R\$ 655.710,02	R\$ 184.001,94	R\$ 2.496.170,14
2024	R\$ 62.300,03	R\$ 1.633.853,41	R\$ 677.213,87	R\$ 188.344,98	R\$ 2.561.712,28
2025	R\$ 64.320,30	R\$ 1.671.528,39	R\$ 698.717,72	R\$ 192.688,02	R\$ 2.627.254,42
2026	R\$ 66.340,58	R\$ 1.709.203,37	R\$ 720.221,56	R\$ 197.031,06	R\$ 2.692.796,57
2027	R\$ 68.360,85	R\$ 1.746.878,35	R\$ 741.725,41	R\$ 201.374,10	R\$ 2.758.338,71
2028	R\$ 70.381,13	R\$ 1.784.553,32	R\$ 763.229,26	R\$ 205.717,14	R\$ 2.823.880,84
2029	R\$ 72.401,40	R\$ 1.822.228,30	R\$ 784.733,10	R\$ 210.060,18	R\$ 2.889.422,99
2030	R\$ 74.421,68	R\$ 1.859.903,28	R\$ 806.236,95	R\$ 214.403,23	R\$ 2.954.965,13
2031	R\$ 76.441,95	R\$ 1.897.578,26	R\$ 827.740,80	R\$ 218.746,27	R\$ 3.020.507,27
2032	R\$ 78.462,23	R\$ 1.935.253,24	R\$ 849.244,64	R\$ 223.089,31	R\$ 3.086.049,42
2033	R\$ 80.482,50	R\$ 1.972.928,22	R\$ 870.748,49	R\$ 227.432,35	R\$ 3.151.591,56
2034	R\$ 82.502,78	R\$ 2.010.603,20	R\$ 892.252,34	R\$ 231.775,39	R\$ 3.217.133,70
2035	R\$ 84.523,05	R\$ 2.048.278,17	R\$ 913.756,18	R\$ 236.118,43	R\$ 3.282.675,84
2036	R\$ 86.543,33	R\$ 2.085.953,15	R\$ 935.260,03	R\$ 240.461,47	R\$ 3.348.217,98
2037	R\$ 88.563,60	R\$ 2.123.628,13	R\$ 956.763,88	R\$ 244.804,51	R\$ 3.413.760,12
2038	R\$ 90.583,87	R\$ 2.161.303,11	R\$ 978.267,72	R\$ 249.147,56	R\$ 3.479.302,27
2039	R\$ 92.604,15	R\$ 2.198.978,09	R\$ 999.771,57	R\$ 253.490,60	R\$ 3.544.844,41
2040	R\$ 96.644,70	R\$ 2.613.402,85	R\$ 1.042.779,26	R\$ 301.264,05	R\$ 4.054.090,87

---

## **ANEXO II – RESULTADOS DO MODELO SIMOP**

---



## ANEXO II - RESULTADOS DO MODELO SIMOP

### 1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

```

RUNAME  0.      POCO COMPRIDO
RUNJOB  1.
NEWCON  1.
TIMING  30.
DATAIN  0.
G      2.00    30.00    1.00    .12
G      1.00
G      1.00    30.00  1273861.00  1273861.00
G      1.00
G      1.00    30.00  1331136.00  2880224.00
K      1.      1.
K      1.0000  30.0000  2880224.0000  2880224.0000
D      -.55    -.55
D      3.81    3.81
D      2880224.00  2359464.00
D      3.00    3.00
D      .00
  
```

D	4.	1.			
D	1.0000	5.0000	.0200	.0200	
D	6.0000	11.0000	.0200	.0200	
D	12.0000	19.0000	.0200	.0200	
D	20.0000	30.0000	.0200	.0200	
D	1.	2.			
D	1.0000	30.0000	.0005	.0005	
T	1.	1.			
T	1.0000	30.0000	3.8100	3.8100	
T	1.	2.			
T	1.0000	30.0000	3.8100	3.8100	
A	1.	1.			
A	1.0000	30.0000	10.0000	10.0000	
P	2.	0.			
P	1.00	1163693.00	1.00	30.00	1.00
P	2.00	1730311.00	1.00	30.00	1.00
N	2.00				
N	1.	1.			
N	1.	26398340.			
N	2.	1.			

N 1. 7284725.  
 V .22  
 V .00 .00  
 C 1.00 .00 .00 .00 .00  
 S 1. 1.  
 S 1.0000 30.0000 10.0000 10.0000  
 ENDATA 0.

1 OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PROYECTADAS

ANO	CONSUMO POR GRUPOS					TOTAL	OFERTA TOTAL		NORMA DE DISTR.NO. 1	
	1	2	3	4	5		SIN	CON	SIN NVOS	CON NVOS
1	2937829.	2360644.	0.	0.	0.	5298472.	1273861.	2604997.	X	X
2	2996585.	2361824.	0.	0.	0.	5358409.	1273861.	2658414.	X	X
3	3056517.	2363005.	0.	0.	0.	5419522.	1273861.	2711831.	X	X
4	3117647.	2364186.	0.	0.	0.	5481834.	1273861.	2765247.	X	X
5	3180000.	2365369.	0.	0.	0.	5545369.	1273861.	2818664.	X	X
6	3243600.	2366551.	0.	0.	0.	5610151.	1273861.	2872081.	X	X
7	3308472.	2367735.	0.	0.	0.	5676207.	1273861.	2925498.	X	X
8	3374641.	2368918.	0.	0.	0.	5743560.	1273861.	2978915.	X	X
9	3442134.	2370103.	0.	0.	0.	5812237.	1273861.	3032332.	X	X

10	3510977.	2371288.	0.	0.	0.	5882265.	1273861.	3085748.	X	X
11	3581197.	2372474.	0.	0.	0.	5953670.	1273861.	3139165.	X	X
12	3652820.	2373660.	0.	0.	0.	6026480.	1273861.	3192582.	X	X
13	3725877.	2374847.	0.	0.	0.	6100724.	1273861.	3245999.	X	X
14	3800394.	2376034.	0.	0.	0.	6176428.	1273861.	3299416.	X	X
15	3876402.	2377222.	0.	0.	0.	6253624.	1273861.	3352833.	X	X
16	3953930.	2378411.	0.	0.	0.	6332341.	1273861.	3406249.	X	X
17	4033009.	2379600.	0.	0.	0.	6412609.	1273861.	3459666.	X	X
18	4113669.	2380790.	0.	0.	0.	6494459.	1273861.	3513083.	X	X
19	4195943.	2381980.	0.	0.	0.	6577923.	1273861.	3566500.	X	X
20	4279861.	2383171.	0.	0.	0.	6663032.	1273861.	3619917.	X	X
21	4365459.	2384363.	0.	0.	0.	6749821.	1273861.	3673334.	X	X
22	4452768.	2385555.	0.	0.	0.	6838323.	1273861.	3726750.	X	X
23	4541823.	2386748.	0.	0.	0.	6928571.	1273861.	3780167.	X	X
24	4632660.	2387941.	0.	0.	0.	7020601.	1273861.	3833584.	X	X
25	4725313.	2389135.	0.	0.	0.	7114448.	1273861.	3887001.	X	X
26	4819819.	2390330.	0.	0.	0.	7210149.	1273861.	3940418.	X	X
27	4916215.	2391525.	0.	0.	0.	7307740.	1273861.	3993835.	X	X
28	5014540.	2392720.	0.	0.	0.	7407260.	1273861.	4047251.	X	X
29	5114830.	2393917.	0.	0.	0.	7508747.	1273861.	4100668.	X	X

30 5217127. 2395114. 0. 0. 0. 7612241. 1273861. 4154085. X X

1 RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 1 (GRUPO NUEVO)

AÑO	ELAST.	PRECIO		CONSUMO		BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS						
		MAX	PROY.	CON	SIN	PROY.	CON	SIN	NETO	CONSUMO NETO	AHORRO DE RECURSOS TOTAL	
1	-.55	*****	3.81	13.85	10.00	2937829.	1444385.	1727966.	-283581.	-3336256.	17279659.	13943403.
2	-.55	*****	3.81	13.63	10.00	2996585.	1486666.	1762525.	-275860.	-3218967.	17625252.	14406285.
3	-.55	*****	3.81	13.42	10.00	3056517.	1529426.	1797776.	-268350.	-3107206.	17977757.	14870551.
4	-.55	*****	3.81	13.22	10.00	3117647.	1572661.	1833731.	-261070.	-3000912.	18337313.	15336401.
5	-.55	*****	3.81	13.04	10.00	3180000.	1616367.	1870406.	-254039.	-2900045.	18704059.	15804014.
6	-.55	*****	3.81	12.87	10.00	3243600.	1660540.	1907814.	-247274.	-2804585.	19078140.	16273555.
7	-.55	*****	3.81	12.71	10.00	3308472.	1705175.	1945970.	-240795.	-2714530.	19459703.	16745172.
8	-.55	*****	3.81	12.57	10.00	3374641.	1750268.	1984890.	-234622.	-2629897.	19848897.	17219000.
9	-.55	*****	3.81	12.44	10.00	3442134.	1795813.	2024587.	-228774.	-2550717.	20245875.	17695158.
10	-.55	*****	3.81	12.31	10.00	3510977.	1841806.	2065079.	-223273.	-2477041.	20650792.	18173751.
11	-.55	*****	3.81	12.20	10.00	3581197.	1888242.	2106381.	-218139.	-2408935.	21063808.	18654873.
12	-.55	*****	3.81	12.09	10.00	3652820.	1935114.	2148508.	-213394.	-2346481.	21485084.	19138604.
13	-.55	*****	3.81	12.00	10.00	3725877.	1982419.	2191479.	-209059.	-2289774.	21914786.	19625012.
14	-.55	*****	3.81	11.91	10.00	3800394.	2030151.	2235308.	-205157.	-2238927.	22353082.	20114155.
15	-.55	*****	3.81	11.83	10.00	3876402.	2078303.	2280014.	-201711.	-2194067.	22800143.	20606076.

16	-0.55	*****	3.81	11.76	10.00	3953930.	2126871.	2325615.	-198744.	-2155336.	23256146.	21100810.
17	-0.55	*****	3.81	11.70	10.00	4033009.	2175848.	2372127.	-196278.	-2122889.	23721269.	21598380.
18	-0.55	*****	3.81	11.64	10.00	4113669.	2225230.	2419569.	-194340.	-2096900.	24195694.	22098795.
19	-0.55	*****	3.81	11.60	10.00	4195943.	2275008.	2467961.	-192953.	-2077552.	24679608.	22602056.
20	-0.55	*****	3.81	11.55	10.00	4279861.	2325179.	2517320.	-192141.	-2065048.	25173200.	23108152.
21	-0.55	*****	3.81	11.52	10.00	4365459.	2375735.	2567666.	-191932.	-2059604.	25676664.	23617061.
22	-0.55	*****	3.81	11.49	10.00	4452768.	2426670.	2619020.	-192350.	-2061449.	26190198.	24128748.
23	-0.55	*****	3.81	11.46	10.00	4541823.	2477979.	2671400.	-193421.	-2070832.	26714002.	24643170.
24	-0.55	*****	3.81	11.45	10.00	4632660.	2529654.	2724828.	-195174.	-2088013.	27248282.	25160269.
25	-0.55	*****	3.81	11.44	10.00	4725313.	2581689.	2779325.	-197635.	-2113269.	27793247.	25679978.
26	-0.55	*****	3.81	11.43	10.00	4819819.	2634079.	2834911.	-200832.	-2146896.	28349112.	26202216.
27	-0.55	*****	3.81	11.43	10.07	4916215.	2686816.	2880224.	-193408.	-2074939.	28802240.	26727301.
28	-0.55	*****	3.81	11.43	10.44	5014540.	2739893.	2880224.	-140331.	-1533240.	28802240.	27269000.
29	-0.55	*****	3.81	11.44	10.82	5114830.	2793305.	2880224.	-86919.	-967375.	28802240.	27834865.
30	-0.55	*****	3.81	11.46	11.22	5217127.	2847045.	2880224.	-33179.	-376242.	28802240.	28425998.

1 RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 2 (GRUPO EXISTENTE ANTERIORMENTE)

AÑO	PRECIO			CONSUMO			BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS			AHORRO DE RECURSOS TOTAL		
	ELAST.	MAX	PROY.	CON	SIN	PROY.	CON	SIN	NETO			
1	-.55	*****	3.81	13.85	11.70	2360644.	1160612.	1273861.	-113249.	0.	0.	0.
2	-.55	*****	3.81	13.63	11.71	2361824.	1171748.	1273861.	-102113.	0.	0.	0.
3	-.55	*****	3.81	13.42	11.72	2363005.	1182405.	1273861.	-91456.	0.	0.	0.
4	-.55	*****	3.81	13.22	11.73	2364186.	1192586.	1273861.	-81275.	0.	0.	0.
5	-.55	*****	3.81	13.04	11.74	2365369.	1202297.	1273861.	-71564.	0.	0.	0.
6	-.55	*****	3.81	12.87	11.75	2366551.	1211541.	1273861.	-62320.	0.	0.	0.
7	-.55	*****	3.81	12.71	11.76	2367735.	1220322.	1273861.	-53539.	0.	0.	0.
8	-.55	*****	3.81	12.57	11.77	2368918.	1228647.	1273861.	-45214.	0.	0.	0.
9	-.55	*****	3.81	12.44	11.78	2370103.	1236518.	1273861.	-37343.	0.	0.	0.
10	-.55	*****	3.81	12.31	11.79	2371288.	1243942.	1273861.	-29919.	0.	0.	0.
11	-.55	*****	3.81	12.20	11.80	2372474.	1250924.	1273861.	-22937.	0.	0.	0.
12	-.55	*****	3.81	12.09	11.81	2373660.	1257468.	1273861.	-16393.	0.	0.	0.
13	-.55	*****	3.81	12.00	11.82	2374847.	1263580.	1273861.	-10281.	0.	0.	0.
14	-.55	*****	3.81	11.91	11.83	2376034.	1269265.	1273861.	-4596.	0.	0.	0.
15	-.55	*****	3.81	11.83	11.85	2377222.	1274529.	1273861.	668.	0.	0.	0.

16	-55	*****	3.81	11.76	11.86	2378411.	1279378.	1273861.	5517.	0.	0.	0.
17	-55	*****	3.81	11.70	11.87	2379600.	1283818.	1273861.	9957.	0.	0.	0.
18	-55	*****	3.81	11.64	11.88	2380790.	1287854.	1273861.	13993.	0.	0.	0.
19	-55	*****	3.81	11.60	11.89	2381980.	1291492.	1273861.	17631.	0.	0.	0.
20	-55	*****	3.81	11.55	11.90	2383171.	1294738.	1273861.	20877.	0.	0.	0.
21	-55	*****	3.81	11.52	11.91	2384363.	1297599.	1273861.	23738.	0.	0.	0.
22	-55	*****	3.81	11.49	11.92	2385555.	1300080.	1273861.	26219.	0.	0.	0.
23	-55	*****	3.81	11.46	11.93	2386748.	1302188.	1273861.	28327.	0.	0.	0.
24	-55	*****	3.81	11.45	11.94	2387941.	1303930.	1273861.	30069.	0.	0.	0.
25	-55	*****	3.81	11.44	11.95	2389135.	1305311.	1273861.	31450.	0.	0.	0.
26	-55	*****	3.81	11.43	11.96	2390330.	1306339.	1273861.	32478.	0.	0.	0.
27	-55	*****	3.81	11.43	11.98	2391525.	1307019.	1273861.	33158.	0.	0.	0.
28	-55	*****	3.81	11.43	11.99	2392720.	1307358.	1273861.	33497.	0.	0.	0.
29	-55	*****	3.81	11.44	12.00	2393917.	1307363.	1273861.	33502.	0.	0.	0.
30	-55	*****	3.81	11.46	12.01	2395114.	1307040.	1273861.	33179.	0.	0.	0.



1

BENEFICIOS Y COSTOS TOTALES

ANO	BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS					COSTOS ECONOMICOS BRUTOS					BENEFICIOS NETOS	
	1	2	3	4	5	TOTAL	PERIODICOS	NO	VARIABLES DE	ECONOMICOS		
							PERIODICOS	PRODUCCION	SUMINISTRO	TOTAL		
1	13943403	0	0	0	0	13943403	2894004	33683063	292849	0	36869916	-22926513
2	14406285	0	0	0	0	14406285	2894004	0	304601	0	3198605	11207679
3	14870551	0	0	0	0	14870551	2894004	0	316353	0	3210357	11660194
4	15336400	0	0	0	0	15336400	2894004	0	328105	0	3222109	12114291
5	15804013	0	0	0	0	15804013	2894004	0	339856	0	3233860	12570152
6	16273554	0	0	0	0	16273554	2894004	0	351608	0	3245612	13027942
7	16745172	0	0	0	0	16745172	2894004	0	363360	0	3257364	13487808
8	17219000	0	0	0	0	17219000	2894004	0	375111	0	3269115	13949884
9	17695157	0	0	0	0	17695157	2894004	0	386863	0	3280867	14414290
10	18173750	0	0	0	0	18173750	2894004	0	398615	0	3292619	14881131
11	18654872	0	0	0	0	18654872	2894004	0	410366	0	3304370	15350501
12	19138603	0	0	0	0	19138603	2894004	0	422118	0	3316122	15822480
13	19625012	0	0	0	0	19625012	2894004	0	433870	0	3327874	16297137
14	20114154	0	0	0	0	20114154	2894004	0	445622	0	3339626	16774528

15	20606076	0	0	0	0	20606076	2894004	0	457373	0	3351377	17254698
16	21100810	0	0	0	0	21100810	2894004	0	469125	0	3363129	17737680
17	21598379	0	0	0	0	21598379	2894004	0	480877	0	3374881	18223498
18	22098794	0	0	0	0	22098794	2894004	0	492628	0	3386632	18712161
19	22602055	0	0	0	0	22602055	2894004	0	504380	0	3398384	19203671
20	23108151	0	0	0	0	23108151	2894004	0	516132	0	3410136	19698015
21	23617060	0	0	0	0	23617060	2894004	0	527883	0	3421887	20195172
22	24128748	0	0	0	0	24128748	2894004	0	539635	0	3433639	20695108
23	24643169	0	0	0	0	24643169	2894004	0	551387	0	3445391	21197778
24	25160269	0	0	0	0	25160269	2894004	0	563139	0	3457143	21703126
25	25679977	0	0	0	0	25679977	2894004	0	574890	0	3468894	22211083
26	26202216	0	0	0	0	26202216	2894004	0	586642	0	3480646	22721569
27	26727300	0	0	0	0	26727300	2894004	0	598394	0	3492398	23234902
28	27268999	0	0	0	0	27268999	2894004	0	610145	0	3504149	23764849
29	27834864	0	0	0	0	27834864	2894004	0	621897	0	3515901	24318963
30	28425997	0	0	0	0	28425997	2894004	0	633649	0	3527653	24898344

1 VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS Y LOS COSTOS (TASA DE DESCUENTO= .1200)

A. BENEFICIOS	MONTO
GRUPO 1	157136823.
GRUPO 2	0.
GRUPO 3	0.
GRUPO 4	0.
GRUPO 5	0.
SUBTOTAL	157136823.

B. COSTOS

PERIODICOS	26109143.
NO PERIODICOS	33683063.
VARIABLES DE PRODUCCION	3415719.
VARIABLES DE SUMINISTRO	0.
SUBTOTAL	63207925.

C. VALOR NETO (A-B) 93928898.

OTASA INTERNA DE RETORNO = 52.67

1 ANALISIS DE INICIACION OPTIMA

INICIACION INICIACION VALOR ----CAMBIO PORCENTUAL----

CONSTRUCCION PRODUCCION PRESENTE CON RELACION ACCUMULATIVO

NETO AL ANTERIOR

* 1	1	93928898.	.0	.0
	2	87618508.	-6.7	-6.7
	3	81587162.	-6.9	-13.1
	4	75846569.	-7.0	-19.3
	5	70402681.	-7.2	-25.0
	6	65256829.	-7.3	-30.5
	7	60406664.	-7.4	-35.7
	8	55846948.	-7.5	-40.5
	9	51570211.	-7.7	-45.1
	10	47567300.	-7.8	-49.4
	11	43827826.	-7.9	-53.3
	12	40340542.	-8.0	-57.1
	13	37093642.	-8.0	-60.5
	14	34075010.	-8.1	-63.7
	15	31272425.	-8.2	-66.7
	16	28673714.	-8.3	-69.5
	17	26266885.	-8.4	-72.0
	18	24040223.	-8.5	-74.4
	19	21982362.	-8.6	-76.6
	20	20082348.	-8.6	-78.6

21	21	18329673.	-8.7	-80.5
22	22	16714304.	-8.8	-82.2
23	23	15226699.	-8.9	-83.8
24	24	13857814.	-9.0	-85.2
25	25	12599102.	-9.1	-86.6
26	26	11442510.	-9.2	-87.8
27	27	10380466.	-9.3	-88.9
28	28	9405848.	-9.4	-90.0
29	29	8511343.	-9.5	-90.9
30	30	7689969.	-9.7	-91.8
31	31	6935386.	-9.8	-92.6

0 \* SENALA FECHA OPTIMA DE INICIACION

(SI SE PRESENTA DENTRO DEL PERIODO DE TIEMPO BAJO ESTUDIO)

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

JOBEND 0.

SIMOP Terminç en

0 min. 5 seg.

## **ANEXO III – RESULTADOS DO MODELO SIMOP (30% DOS CUSTOS DA BARRAGEM)**

---

### ANEXO III - RESULTADOS DO MODELO SIMOP (30% DOS CUSTOS DA BARRAGEM)

#### 1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

```

RUNAME 0.          POCO COMPRIDO
RUNJOB 1.
NEWCON 1.
TIMING 30.
DATAIN 0.
G      2.00      30.00      1.00      .12
G      1.00
G      1.00      30.00      1273861.00      1273861.00
G      1.00
G      1.00      30.00      1331136.00      2880224.00
K      1.          1.
K      1.0000      30.0000      2880224.0000      2880224.0000
D      -.55      -.55
D      3.81      3.81
D      2880224.00      2359464.00
D      3.00      3.00
D      .00
D      4.          1.
D      1.0000      5.0000      .0200      .0200
D      6.0000      11.0000      .0200      .0200
D      12.0000      19.0000      .0200      .0200
D      20.0000      30.0000      .0200      .0200
D      1.          2.
D      1.0000      30.0000      .0005      .0005
T      1.          1.
T      1.0000      30.0000      3.8100      3.8100
T      1.          2.
T      1.0000      30.0000      3.8100      3.8100
A      1.          1.

```

A	1.0000	30.0000	10.0000	10.0000	
P	2.	0.			
P	1.00	1163693.00	1.00	30.00	1.00
P	2.00	1730311.00	1.00	30.00	1.00
N	2.00				
N	1.	1.			
N	1.	58914880.			
N	2.	1.			
N	1.	28046100.			
V	.22				
V	.00	.00			
C	1.00	.00	.00	.00	.00
S	1.	1.			
S	1.0000	30.0000	10.0000	10.0000	
ENDATA	0.				

OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PROYECTADAS

ANO	CONSUMO POR GRUPOS					TOTAL	OFERTA TOTAL		NORMA DE DISTR.NO. 1		
	1	2	3	4	5		SIN	CON	SIN NVOS	CON NVOS	
1	2937829.	2360644.		0.	0.	0.	5298472.	1273861.	2604997.	X	X
2	2996585.	2361824.		0.	0.	0.	5358409.	1273861.	2658414.	X	X
3	3056517.	2363005.		0.	0.	0.	5419522.	1273861.	2711831.	X	X
4	3117647.	2364186.		0.	0.	0.	5481834.	1273861.	2765247.	X	X
5	3180000.	2365369.		0.	0.	0.	5545369.	1273861.	2818664.	X	X
6	3243600.	2366551.		0.	0.	0.	5610151.	1273861.	2872081.	X	X
7	3308472.	2367735.		0.	0.	0.	5676207.	1273861.	2925498.	X	X
8	3374641.	2368918.		0.	0.	0.	5743560.	1273861.	2978915.	X	X
9	3442134.	2370103.		0.	0.	0.	5812237.	1273861.	3032332.	X	X
10	3510977.	2371288.		0.	0.	0.	5882265.	1273861.	3085748.	X	X
11	3581197.	2372474.		0.	0.	0.	5953670.	1273861.	3139165.	X	X
12	3652820.	2373660.		0.	0.	0.	6026480.	1273861.	3192582.	X	X
13	3725877.	2374847.		0.	0.	0.	6100724.	1273861.	3245999.	X	X
14	3800394.	2376034.		0.	0.	0.	6176428.	1273861.	3299416.	X	X



15	3876402.	2377222.	0.	0.	0.	6253624.	1273861.	3352833.	X	X
16	3953930.	2378411.	0.	0.	0.	6332341.	1273861.	3406249.	X	X
17	4033009.	2379600.	0.	0.	0.	6412609.	1273861.	3459666.	X	X
18	4113669.	2380790.	0.	0.	0.	6494459.	1273861.	3513083.	X	X
19	4195943.	2381980.	0.	0.	0.	6577923.	1273861.	3566500.	X	X
20	4279861.	2383171.	0.	0.	0.	6663032.	1273861.	3619917.	X	X
21	4365459.	2384363.	0.	0.	0.	6749821.	1273861.	3673334.	X	X
22	4452768.	2385555.	0.	0.	0.	6838323.	1273861.	3726750.	X	X
23	4541823.	2386748.	0.	0.	0.	6928571.	1273861.	3780167.	X	X
24	4632660.	2387941.	0.	0.	0.	7020601.	1273861.	3833584.	X	X
25	4725313.	2389135.	0.	0.	0.	7114448.	1273861.	3887001.	X	X
26	4819819.	2390330.	0.	0.	0.	7210149.	1273861.	3940418.	X	X
27	4916215.	2391525.	0.	0.	0.	7307740.	1273861.	3993835.	X	X
28	5014540.	2392720.	0.	0.	0.	7407260.	1273861.	4047251.	X	X
29	5114830.	2393917.	0.	0.	0.	7508747.	1273861.	4100668.	X	X
30	5217127.	2395114.	0.	0.	0.	7612241.	1273861.	4154085.	X	X

1 RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 1 (GRUPO NUEVO)

	PRECIO			CONSUMO			BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS					
	AÑO ELAST.	MAX	PROY.	CON	SIN	PROY.	CON	SIN	NETO	CONSUMO NETO	AHORRO DE RECURSOS TOTAL	
1	-.55	*****	3.81	13.85	10.00	2937829.	1444385.	1727966.	-283581.	-3336256.	17279659.	13943403.
2	-.55	*****	3.81	13.63	10.00	2996585.	1486666.	1762525.	-275860.	-3218967.	17625252.	14406285.
3	-.55	*****	3.81	13.42	10.00	3056517.	1529426.	1797776.	-268350.	-3107206.	17977757.	14870551.
4	-.55	*****	3.81	13.22	10.00	3117647.	1572661.	1833731.	-261070.	-3000912.	18337313.	15336401.
5	-.55	*****	3.81	13.04	10.00	3180000.	1616367.	1870406.	-254039.	-2900045.	18704059.	15804014.
6	-.55	*****	3.81	12.87	10.00	3243600.	1660540.	1907814.	-247274.	-2804585.	19078140.	16273555.
7	-.55	*****	3.81	12.71	10.00	3308472.	1705175.	1945970.	-240795.	-2714530.	19459703.	16745172.
8	-.55	*****	3.81	12.57	10.00	3374641.	1750268.	1984890.	-234622.	-2629897.	19848897.	17219000.
9	-.55	*****	3.81	12.44	10.00	3442134.	1795813.	2024587.	-228774.	-2550717.	20245875.	17695158.
10	-.55	*****	3.81	12.31	10.00	3510977.	1841806.	2065079.	-223273.	-2477041.	20650792.	18173751.
11	-.55	*****	3.81	12.20	10.00	3581197.	1888242.	2106381.	-218139.	-2408935.	21063808.	18654873.
12	-.55	*****	3.81	12.09	10.00	3652820.	1935114.	2148508.	-213394.	-2346481.	21485084.	19138604.
13	-.55	*****	3.81	12.00	10.00	3725877.	1982419.	2191479.	-209059.	-2289774.	21914786.	19625012.

14	-0.55	*****	3.81	11.91	10.00	3800394.	2030151.	2235308.	-205157.	-2238927.	22353082.	20114155.
15	-0.55	*****	3.81	11.83	10.00	3876402.	2078303.	2280014.	-201711.	-2194067.	22800143.	20606076.
16	-0.55	*****	3.81	11.76	10.00	3953930.	2126871.	2325615.	-198744.	-2155336.	23256146.	21100810.
17	-0.55	*****	3.81	11.70	10.00	4033009.	2175848.	2372127.	-196278.	-2122889.	23721269.	21598380.
18	-0.55	*****	3.81	11.64	10.00	4113669.	2225230.	2419569.	-194340.	-2096900.	24195694.	22098795.
19	-0.55	*****	3.81	11.60	10.00	4195943.	2275008.	2467961.	-192953.	-2077552.	24679608.	22602056.
20	-0.55	*****	3.81	11.55	10.00	4279861.	2325179.	2517320.	-192141.	-2065048.	25173200.	23108152.
21	-0.55	*****	3.81	11.52	10.00	4365459.	2375735.	2567666.	-191932.	-2059604.	25676664.	23617061.
22	-0.55	*****	3.81	11.49	10.00	4452768.	2426670.	2619020.	-192350.	-2061449.	26190198.	24128748.
23	-0.55	*****	3.81	11.46	10.00	4541823.	2477979.	2671400.	-193421.	-2070832.	26714002.	24643170.
24	-0.55	*****	3.81	11.45	10.00	4632660.	2529654.	2724828.	-195174.	-2088013.	27248282.	25160269.
25	-0.55	*****	3.81	11.44	10.00	4725313.	2581689.	2779325.	-197635.	-2113269.	27793247.	25679978.
26	-0.55	*****	3.81	11.43	10.00	4819819.	2634079.	2834911.	-200832.	-2146896.	28349112.	26202216.
27	-0.55	*****	3.81	11.43	10.07	4916215.	2686816.	2880224.	-193408.	-2074939.	28802240.	26727301.
28	-0.55	*****	3.81	11.43	10.44	5014540.	2739893.	2880224.	-140331.	-1533240.	28802240.	27269000.
29	-0.55	*****	3.81	11.44	10.82	5114830.	2793305.	2880224.	-86919.	-967375.	28802240.	27834865.
30	-0.55	*****	3.81	11.46	11.22	5217127.	2847045.	2880224.	-33179.	-376242.	28802240.	28425998.

1 RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 2 (GRUPO EXISTENTE ANTERIORMENTE)

	PRECIO			CONSUMO			BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS					
	AÑO ELAST.	MAX	PROY.	CON	SIN	PROY.	CON	SIN	NETO	CONSUMO NETO	AHORRO DE RECURSOS	TOTAL
1	-0.55	*****	3.81	13.85	11.70	2360644.	1160612.	1273861.	-113249.	0.	0.	0.
2	-0.55	*****	3.81	13.63	11.71	2361824.	1171748.	1273861.	-102113.	0.	0.	0.
3	-0.55	*****	3.81	13.42	11.72	2363005.	1182405.	1273861.	-91456.	0.	0.	0.
4	-0.55	*****	3.81	13.22	11.73	2364186.	1192586.	1273861.	-81275.	0.	0.	0.
5	-0.55	*****	3.81	13.04	11.74	2365369.	1202297.	1273861.	-71564.	0.	0.	0.
6	-0.55	*****	3.81	12.87	11.75	2366551.	1211541.	1273861.	-62320.	0.	0.	0.
7	-0.55	*****	3.81	12.71	11.76	2367735.	1220322.	1273861.	-53539.	0.	0.	0.
8	-0.55	*****	3.81	12.57	11.77	2368918.	1228647.	1273861.	-45214.	0.	0.	0.
9	-0.55	*****	3.81	12.44	11.78	2370103.	1236518.	1273861.	-37343.	0.	0.	0.
10	-0.55	*****	3.81	12.31	11.79	2371288.	1243942.	1273861.	-29919.	0.	0.	0.
11	-0.55	*****	3.81	12.20	11.80	2372474.	1250924.	1273861.	-22937.	0.	0.	0.
12	-0.55	*****	3.81	12.09	11.81	2373660.	1257468.	1273861.	-16393.	0.	0.	0.

13	-55	*****	3.81	12.00	11.82	2374847.	1263580.	1273861.	-10281.	0.	0.	0.
14	-55	*****	3.81	11.91	11.83	2376034.	1269265.	1273861.	-4596.	0.	0.	0.
15	-55	*****	3.81	11.83	11.85	2377222.	1274529.	1273861.	668.	0.	0.	0.
16	-55	*****	3.81	11.76	11.86	2378411.	1279378.	1273861.	5517.	0.	0.	0.
17	-55	*****	3.81	11.70	11.87	2379600.	1283818.	1273861.	9957.	0.	0.	0.
18	-55	*****	3.81	11.64	11.88	2380790.	1287854.	1273861.	13993.	0.	0.	0.
19	-55	*****	3.81	11.60	11.89	2381980.	1291492.	1273861.	17631.	0.	0.	0.
20	-55	*****	3.81	11.55	11.90	2383171.	1294738.	1273861.	20877.	0.	0.	0.
21	-55	*****	3.81	11.52	11.91	2384363.	1297599.	1273861.	23738.	0.	0.	0.
22	-55	*****	3.81	11.49	11.92	2385555.	1300080.	1273861.	26219.	0.	0.	0.
23	-55	*****	3.81	11.46	11.93	2386748.	1302188.	1273861.	28327.	0.	0.	0.
24	-55	*****	3.81	11.45	11.94	2387941.	1303930.	1273861.	30069.	0.	0.	0.
25	-55	*****	3.81	11.44	11.95	2389135.	1305311.	1273861.	31450.	0.	0.	0.
26	-55	*****	3.81	11.43	11.96	2390330.	1306339.	1273861.	32478.	0.	0.	0.
27	-55	*****	3.81	11.43	11.98	2391525.	1307019.	1273861.	33158.	0.	0.	0.
28	-55	*****	3.81	11.43	11.99	2392720.	1307358.	1273861.	33497.	0.	0.	0.
29	-55	*****	3.81	11.44	12.00	2393917.	1307363.	1273861.	33502.	0.	0.	0.
30	-55	*****	3.81	11.46	12.01	2395114.	1307040.	1273861.	33179.	0.	0.	0.

1 BENEFICIOS Y COSTOS TOTALES

ANO	BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS					PERIODICOS TOTAL	NO PERIODICOS	COSTOS ECONOMICOS BRUTOS			BENEFICIOS NETOS	
	1	2	3	4	5			VARIABLES DE PRODUCCION	ECONOMICOS SUMINISTRO	TOTAL		
1	13943403	0	0	0	0	13943403	2894004	86960988	292849	0	90147841	-76204438
2	14406285	0	0	0	0	14406285	2894004	0	304601	0	3198605	11207679
3	14870551	0	0	0	0	14870551	2894004	0	316353	0	3210357	11660194
4	15336400	0	0	0	0	15336400	2894004	0	328105	0	3222109	12114291
5	15804013	0	0	0	0	15804013	2894004	0	339856	0	3233860	12570152
6	16273554	0	0	0	0	16273554	2894004	0	351608	0	3245612	13027942
7	16745172	0	0	0	0	16745172	2894004	0	363360	0	3257364	13487808
8	17219000	0	0	0	0	17219000	2894004	0	375111	0	3269115	13949884
9	17695157	0	0	0	0	17695157	2894004	0	386863	0	3280867	14414290
10	18173750	0	0	0	0	18173750	2894004	0	398615	0	3292619	14881131
11	18654872	0	0	0	0	18654872	2894004	0	410366	0	3304370	15350501

12	19138603	0	0	0	0	19138603	2894004	0	422118	0	3316122	15822480
13	19625012	0	0	0	0	19625012	2894004	0	433870	0	3327874	16297137
14	20114154	0	0	0	0	20114154	2894004	0	445622	0	3339626	16774528
15	20606076	0	0	0	0	20606076	2894004	0	457373	0	3351377	17254698
16	21100810	0	0	0	0	21100810	2894004	0	469125	0	3363129	17737680
17	21598379	0	0	0	0	21598379	2894004	0	480877	0	3374881	18223498
18	22098794	0	0	0	0	22098794	2894004	0	492628	0	3386632	18712161
19	22602055	0	0	0	0	22602055	2894004	0	504380	0	3398384	19203671
20	23108151	0	0	0	0	23108151	2894004	0	516132	0	3410136	19698015
21	23617060	0	0	0	0	23617060	2894004	0	527883	0	3421887	20195172
22	24128748	0	0	0	0	24128748	2894004	0	539635	0	3433639	20695108
23	24643169	0	0	0	0	24643169	2894004	0	551387	0	3445391	21197778
24	25160269	0	0	0	0	25160269	2894004	0	563139	0	3457143	21703126
25	25679977	0	0	0	0	25679977	2894004	0	574890	0	3468894	22211083
26	26202216	0	0	0	0	26202216	2894004	0	586642	0	3480646	22721569
27	26727300	0	0	0	0	26727300	2894004	0	598394	0	3492398	23234902
28	27268999	0	0	0	0	27268999	2894004	0	610145	0	3504149	23764849
29	27834864	0	0	0	0	27834864	2894004	0	621897	0	3515901	24318963
30	28425997	0	0	0	0	28425997	2894004	0	633649	0	3527653	24898344

1 VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS Y LOS COSTOS (TASA DE DESCUENTO= .1200)

A. BENEFICIOS MONTO

GRUPO 1	157136823.
GRUPO 2	0.
GRUPO 3	0.
GRUPO 4	0.
GRUPO 5	0.

SUBTOTAL 157136823.

B. COSTOS

PERIODICOS	26109143.
NO PERIODICOS	86960988.
VARIABLES DE PRODUCCION	3415719.

VARIABLES DE SUMINISTRO 0.

SUBTOTAL 116485850.

C. VALOR NETO (A-B) 40650973.

OTASA INTERNA DE RETORNO = 17.82

### 1 ANALISIS DE INICIACION OPTIMA

INICIACION INICIACION VALOR ----CAMBIO PORCENTUAL----  
 CONSTRUCCION PRODUCCION PRESENTE CON RELACION ACCUMULATIVO  
 NETO AL ANTERIOR

* 1	1	40650973.	.0	.0
2	2	40048932.	-1.5	-1.5
3	3	39114327.	-2.3	-3.8
4	4	37924394.	-3.0	-6.7
5	5	36543597.	-3.6	-10.1
6	6	35025504.	-4.2	-13.8
7	7	33414409.	-4.6	-17.8
8	8	31746720.	-5.0	-21.9
9	9	30052150.	-5.3	-26.1
10	10	28354746.	-5.6	-30.2
11	11	26673760.	-5.9	-34.4
12	12	25024412.	-6.2	-38.4
13	13	23418525.	-6.4	-42.4
14	14	21865085.	-6.6	-46.2
15	15	20370706.	-6.8	-49.9
16	16	18940036.	-7.0	-53.4
17	17	17576102.	-7.2	-56.8
18	18	16280594.	-7.4	-60.0
19	19	15054122.	-7.5	-63.0
20	20	13896420.	-7.7	-65.8
21	21	12806523.	-7.8	-68.5
22	22	11782920.	-8.0	-71.0

23	23	10823678.	-8.1	-73.4
24	24	9926545.	-8.3	-75.6
25	25	9089040.	-8.4	-77.6
26	26	8308526.	-8.6	-79.6
27	27	7582266.	-8.7	-81.3
28	28	6907455.	-8.9	-83.0
29	29	6280636.	-9.1	-84.5
30	30	5698266.	-9.3	-86.0
31	31	5157079.	-9.5	-87.3

0 \* SENALA FECHA OPTIMA DE INICIACION  
(SI SE PRESENTA DENTRO DEL PERIODO DE TIEMPO BAJO ESTUDIO)

1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

JOBEND 0.

SIMOP Terminç en

0 min. 5 seg.

## **ANEXO IV - RESULTADOS DO MODELO SIMOP (70% DOS CUSTOS DA BARRAGEM)**

---

## ANEXO IV - RESULTADOS DO MODELO SIMOP (70% DOS CUSTOS DA BARRAGEM)

### 1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

```

RUNAME 0.          POCO COMPRIDO
RUNJOB 1.
NEWCON 1.
TIMING 30.
DATAIN 0.
G      2.00      30.00      1.00      .12
G      1.00
G      1.00      30.00  1273861.00  1273861.00
G      1.00
G      1.00      30.00  1331136.00  2880224.00
K      1.        1.
K      1.0000    30.0000  2880224.0000  2880224.0000
D      -.55     -.55
D      3.81     3.81
D  2880224.00  2359464.00
D      3.00     3.00
D      .00
D      4.        1.
D      1.0000    5.0000   .0200   .0200
D      6.0000    11.0000  .0200   .0200
D      12.0000   19.0000  .0200   .0200
D      20.0000   30.0000  .0200   .0200
D      1.        2.
D      1.0000    30.0000  .0005   .0005
T      1.        1.
T      1.0000    30.0000  3.8100  3.8100
T      1.        2.
T      1.0000    30.0000  3.8100  3.8100
A      1.        1.
A      1.0000    30.0000  10.0000  10.0000
P      2.        0.
P      1.00  1163693.00   1.00   30.00   1.00
P      2.00  1730311.00   1.00   30.00   1.00
N      2.00
N      1.        1.
N      1.  102270300.
N      2.        1.
N      1.  55727940.
V      .22
V      .00     .00
C      1.00     .00     .00     .00     .00
S      1.        1.
S      1.0000    30.0000  10.0000  10.0000
ENDATA 0.
1

```

### OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PROYECTADAS

	CONSUMO POR GRUPOS	OFERTA TOTAL	NORMA
DE DISTR.NO. 1			



ANO	1	2	3	4	5	TOTAL	SIN	CON	SIN NVOS	CON
1	2937829.	2360644.	0.	0.	0.	5298472.	1273861.	2604997.	X	X
2	2996585.	2361824.	0.	0.	0.	5358409.	1273861.	2658414.	X	X
3	3056517.	2363005.	0.	0.	0.	5419522.	1273861.	2711831.	X	X
4	3117647.	2364186.	0.	0.	0.	5481834.	1273861.	2765247.	X	X
5	3180000.	2365369.	0.	0.	0.	5545369.	1273861.	2818664.	X	X
6	3243600.	2366551.	0.	0.	0.	5610151.	1273861.	2872081.	X	X
7	3308472.	2367735.	0.	0.	0.	5676207.	1273861.	2925498.	X	X
8	3374641.	2368918.	0.	0.	0.	5743560.	1273861.	2978915.	X	X
9	3442134.	2370103.	0.	0.	0.	5812237.	1273861.	3032332.	X	X
10	3510977.	2371288.	0.	0.	0.	5882265.	1273861.	3085748.	X	X
11	3581197.	2372474.	0.	0.	0.	5953670.	1273861.	3139165.	X	X
12	3652820.	2373660.	0.	0.	0.	6026480.	1273861.	3192582.	X	X
13	3725877.	2374847.	0.	0.	0.	6100724.	1273861.	3245999.	X	X
14	3800394.	2376034.	0.	0.	0.	6176428.	1273861.	3299416.	X	X
15	3876402.	2377222.	0.	0.	0.	6253624.	1273861.	3352833.	X	X
16	3953930.	2378411.	0.	0.	0.	6332341.	1273861.	3406249.	X	X
17	4033009.	2379600.	0.	0.	0.	6412609.	1273861.	3459666.	X	X
18	4113669.	2380790.	0.	0.	0.	6494459.	1273861.	3513083.	X	X
19	4195943.	2381980.	0.	0.	0.	6577923.	1273861.	3566500.	X	X
20	4279861.	2383171.	0.	0.	0.	6663032.	1273861.	3619917.	X	X
21	4365459.	2384363.	0.	0.	0.	6749821.	1273861.	3673334.	X	X
22	4452768.	2385555.	0.	0.	0.	6838323.	1273861.	3726750.	X	X
23	4541823.	2386748.	0.	0.	0.	6928571.	1273861.	3780167.	X	X
24	4632660.	2387941.	0.	0.	0.	7020601.	1273861.	3833584.	X	X
25	4725313.	2389135.	0.	0.	0.	7114448.	1273861.	3887001.	X	X
26	4819819.	2390330.	0.	0.	0.	7210149.	1273861.	3940418.	X	X
27	4916215.	2391525.	0.	0.	0.	7307740.	1273861.	3993835.	X	X
28	5014540.	2392720.	0.	0.	0.	7407260.	1273861.	4047251.	X	X
29	5114830.	2393917.	0.	0.	0.	7508747.	1273861.	4100668.	X	X
30	5217127.	2395114.	0.	0.	0.	7612241.	1273861.	4154085.	X	X

1 RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 1 (GRUPO NUEVO)

	PRECIO				CONSUMO			BENEFICIOS ECONOMICOS		
	BRUTOS	PRECIO	CONSUMO	PRECIO	SIN	CON	SIN	CON	PRECIO	CONSUMO
1	-0.55	3.81	13.85	10.00	2937829.	1444385.	1727966.	-283581.	-3336256.	
17279659.	13943403.									
2	-0.55	3.81	13.63	10.00	2996585.	1486666.	1762525.	-275860.	-3218967.	
17625252.	14406285.									
3	-0.55	3.81	13.42	10.00	3056517.	1529426.	1797776.	-268350.	-3107206.	
17977757.	14870551.									
4	-0.55	3.81	13.22	10.00	3117647.	1572661.	1833731.	-261070.	-3000912.	
18337313.	15336401.									
5	-0.55	3.81	13.04	10.00	3180000.	1616367.	1870406.	-254039.	-2900045.	
18704059.	15804014.									
6	-0.55	3.81	12.87	10.00	3243600.	1660540.	1907814.	-247274.	-2804585.	
19078140.	16273555.									

7	-55	*****	3.81	12.71	10.00	3308472.	1705175.	1945970.	-240795.	-2714530.
19459703.	16745172.									
8	-55	*****	3.81	12.57	10.00	3374641.	1750268.	1984890.	-234622.	-2629897.
19848897.	17219000.									
9	-55	*****	3.81	12.44	10.00	3442134.	1795813.	2024587.	-228774.	-2550717.
20245875.	17695158.									
10	-55	*****	3.81	12.31	10.00	3510977.	1841806.	2065079.	-223273.	-2477041.
20650792.	18173751.									
11	-55	*****	3.81	12.20	10.00	3581197.	1888242.	2106381.	-218139.	-2408935.
21063808.	18654873.									
12	-55	*****	3.81	12.09	10.00	3652820.	1935114.	2148508.	-213394.	-2346481.
21485084.	19138604.									
13	-55	*****	3.81	12.00	10.00	3725877.	1982419.	2191479.	-209059.	-2289774.
21914786.	19625012.									
14	-55	*****	3.81	11.91	10.00	3800394.	2030151.	2235308.	-205157.	-2238927.
22353082.	20114155.									
15	-55	*****	3.81	11.83	10.00	3876402.	2078303.	2280014.	-201711.	-2194067.
22800143.	20606076.									
16	-55	*****	3.81	11.76	10.00	3953930.	2126871.	2325615.	-198744.	-2155336.
23256146.	21100810.									
17	-55	*****	3.81	11.70	10.00	4033009.	2175848.	2372127.	-196278.	-2122889.
23721269.	21598380.									
18	-55	*****	3.81	11.64	10.00	4113669.	2225230.	2419569.	-194340.	-2096900.
24195694.	22098795.									
19	-55	*****	3.81	11.60	10.00	4195943.	2275008.	2467961.	-192953.	-2077552.
24679608.	22602056.									
20	-55	*****	3.81	11.55	10.00	4279861.	2325179.	2517320.	-192141.	-2065048.
25173200.	23108152.									
21	-55	*****	3.81	11.52	10.00	4365459.	2375735.	2567666.	-191932.	-2059604.
25676664.	23617061.									
22	-55	*****	3.81	11.49	10.00	4452768.	2426670.	2619020.	-192350.	-2061449.
26190198.	24128748.									
23	-55	*****	3.81	11.46	10.00	4541823.	2477979.	2671400.	-193421.	-2070832.
26714002.	24643170.									
24	-55	*****	3.81	11.45	10.00	4632660.	2529654.	2724828.	-195174.	-2088013.
27248282.	25160269.									
25	-55	*****	3.81	11.44	10.00	4725313.	2581689.	2779325.	-197635.	-2113269.
27793247.	25679978.									
26	-55	*****	3.81	11.43	10.00	4819819.	2634079.	2834911.	-200832.	-2146896.
28349112.	26202216.									
27	-55	*****	3.81	11.43	10.07	4916215.	2686816.	2880224.	-193408.	-2074939.
28802240.	26727301.									
28	-55	*****	3.81	11.43	10.44	5014540.	2739893.	2880224.	-140331.	-1533240.
28802240.	27269000.									
29	-55	*****	3.81	11.44	10.82	5114830.	2793305.	2880224.	-86919.	-967375.
28802240.	27834865.									
30	-55	*****	3.81	11.46	11.22	5217127.	2847045.	2880224.	-33179.	-376242.
28802240.	28425998.									

1 RESUMEN DE BENEFICIOS PARA EL GRUPO DE CONSUMIDORES NO. 2 (GRUPO EXISTENTE ANTERIORMENTE)

PRECIO BRUTOS	CONSUMO		BENEFICIOS ECONOMICOS			
	AÑO ELAST. NETO	MAX PROY. AHORRO DE RECURSOS	CON TOTAL	SIN PROY.	CON CONSUMO	SIN NETO

0.	1	-55	*****	3.81	13.85	11.70	2360644.	1160612.	1273861.	-113249.	0.	0.
0.	2	-55	*****	3.81	13.63	11.71	2361824.	1171748.	1273861.	-102113.	0.	0.
0.	3	-55	*****	3.81	13.42	11.72	2363005.	1182405.	1273861.	-91456.	0.	0.
0.	4	-55	*****	3.81	13.22	11.73	2364186.	1192586.	1273861.	-81275.	0.	0.
0.	5	-55	*****	3.81	13.04	11.74	2365369.	1202297.	1273861.	-71564.	0.	0.
0.	6	-55	*****	3.81	12.87	11.75	2366551.	1211541.	1273861.	-62320.	0.	0.
0.	7	-55	*****	3.81	12.71	11.76	2367735.	1220322.	1273861.	-53539.	0.	0.
0.	8	-55	*****	3.81	12.57	11.77	2368918.	1228647.	1273861.	-45214.	0.	0.
0.	9	-55	*****	3.81	12.44	11.78	2370103.	1236518.	1273861.	-37343.	0.	0.
0.	10	-55	*****	3.81	12.31	11.79	2371288.	1243942.	1273861.	-29919.	0.	0.
0.	11	-55	*****	3.81	12.20	11.80	2372474.	1250924.	1273861.	-22937.	0.	0.
0.	12	-55	*****	3.81	12.09	11.81	2373660.	1257468.	1273861.	-16393.	0.	0.
0.	13	-55	*****	3.81	12.00	11.82	2374847.	1263580.	1273861.	-10281.	0.	0.
0.	14	-55	*****	3.81	11.91	11.83	2376034.	1269265.	1273861.	-4596.	0.	0.
0.	15	-55	*****	3.81	11.83	11.85	2377222.	1274529.	1273861.	668.	0.	0.
0.	16	-55	*****	3.81	11.76	11.86	2378411.	1279378.	1273861.	5517.	0.	0.
0.	17	-55	*****	3.81	11.70	11.87	2379600.	1283818.	1273861.	9957.	0.	0.
0.	18	-55	*****	3.81	11.64	11.88	2380790.	1287854.	1273861.	13993.	0.	0.
0.	19	-55	*****	3.81	11.60	11.89	2381980.	1291492.	1273861.	17631.	0.	0.
0.	20	-55	*****	3.81	11.55	11.90	2383171.	1294738.	1273861.	20877.	0.	0.
0.	21	-55	*****	3.81	11.52	11.91	2384363.	1297599.	1273861.	23738.	0.	0.
0.	22	-55	*****	3.81	11.49	11.92	2385555.	1300080.	1273861.	26219.	0.	0.
0.	23	-55	*****	3.81	11.46	11.93	2386748.	1302188.	1273861.	28327.	0.	0.
0.	24	-55	*****	3.81	11.45	11.94	2387941.	1303930.	1273861.	30069.	0.	0.
0.	25	-55	*****	3.81	11.44	11.95	2389135.	1305311.	1273861.	31450.	0.	0.
0.	26	-55	*****	3.81	11.43	11.96	2390330.	1306339.	1273861.	32478.	0.	0.
0.	27	-55	*****	3.81	11.43	11.98	2391525.	1307019.	1273861.	33158.	0.	0.
0.	28	-55	*****	3.81	11.43	11.99	2392720.	1307358.	1273861.	33497.	0.	0.

29	-55	*****	3.81	11.44	12.00	2393917.	1307363.	1273861.	33502.	0.	0.
0.											
30	-55	*****	3.81	11.46	12.01	2395114.	1307040.	1273861.	33179.	0.	0.
0.											
1											

**BENEFICIOS Y COSTOS TOTALES**

BRUTOS	BENEFICIOS ECONOMICOS BRUTOS					COSTOS ECONOMICOS							
	BENEFICIOS					PERIODICOS	NO	VARIABLES DE					
ECONOMICOS	ANO	1	2	3	4	5	TOTAL	PERIODICOS	PRODUCCION	SUMINISTRO	DE		
TOTAL	NETOS												
1	13943403			0	0	0	0	13943403	2894004	157998224	292849	0	
161185077	-147241674												
2	14406285			0	0	0	0	14406285	2894004	0	304601	0	3198605
11207679													
3	14870551			0	0	0	0	14870551	2894004	0	316353	0	3210357
11660194													
4	15336400			0	0	0	0	15336400	2894004	0	328105	0	3222109
12114291													
5	15804013			0	0	0	0	15804013	2894004	0	339856	0	3233860
12570152													
6	16273554			0	0	0	0	16273554	2894004	0	351608	0	3245612
13027942													
7	16745172			0	0	0	0	16745172	2894004	0	363360	0	3257364
13487808													
8	17219000			0	0	0	0	17219000	2894004	0	375111	0	3269115
13949884													
9	17695157			0	0	0	0	17695157	2894004	0	386863	0	3280867
14414290													
10	18173750			0	0	0	0	18173750	2894004	0	398615	0	3292619
14881131													
11	18654872			0	0	0	0	18654872	2894004	0	410366	0	3304370
15350501													
12	19138603			0	0	0	0	19138603	2894004	0	422118	0	3316122
15822480													
13	19625012			0	0	0	0	19625012	2894004	0	433870	0	3327874
16297137													
14	20114154			0	0	0	0	20114154	2894004	0	445622	0	3339626
16774528													
15	20606076			0	0	0	0	20606076	2894004	0	457373	0	3351377
17254698													
16	21100810			0	0	0	0	21100810	2894004	0	469125	0	3363129
17737680													
17	21598379			0	0	0	0	21598379	2894004	0	480877	0	3374881
18223498													
18	22098794			0	0	0	0	22098794	2894004	0	492628	0	3386632
18712161													
19	22602055			0	0	0	0	22602055	2894004	0	504380	0	3398384
19203671													
20	23108151			0	0	0	0	23108151	2894004	0	516132	0	3410136
19698015													
21	23617060			0	0	0	0	23617060	2894004	0	527883	0	3421887
20195172													

22	24128748	0	0	0	0	24128748	2894004	0	539635	0	3433639
20695108											
23	24643169	0	0	0	0	24643169	2894004	0	551387	0	3445391
21197778											
24	25160269	0	0	0	0	25160269	2894004	0	563139	0	3457143
21703126											
25	25679977	0	0	0	0	25679977	2894004	0	574890	0	3468894
22211083											
26	26202216	0	0	0	0	26202216	2894004	0	586642	0	3480646
22721569											
27	26727300	0	0	0	0	26727300	2894004	0	598394	0	3492398
23234902											
28	27268999	0	0	0	0	27268999	2894004	0	610145	0	3504149
23764849											
29	27834864	0	0	0	0	27834864	2894004	0	621897	0	3515901
24318963											
30	28425997	0	0	0	0	28425997	2894004	0	633649	0	3527653
24898344											

1 VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS Y LOS COSTOS (TASA DE DESCUENTO= .1200)

A. BENEFICIOS MONTO

GRUPO 1	157136823.
GRUPO 2	0.
GRUPO 3	0.
GRUPO 4	0.
GRUPO 5	0.

SUBTOTAL 157136823.

B. COSTOS

PERIODICOS	26109143.
NO PERIODICOS	157998224.
VARIABLES DE PRODUCCION	3415719.
VARIABLES DE SUMINISTRO	0.

SUBTOTAL 187523086.

C. VALOR NETO (A-B) -30386263.  
TASA INTERNA DE RETORNO = 9.50

1 ANALISIS DE INICIACION OPTIMA

INICIACION INICIACION VALOR ----CAMBIO PORCENTUAL----  
CONSTRUCCION PRODUCCION PRESENTE CON RELACION ACCUMULATIVO  
NETO AL ANTERIOR

1	1	-30386263.	.0	.0
2	2	-23377172.	23.1	23.1
3	3	-17516123.	25.1	42.4
4	4	-12638507.	27.8	58.4
5	5	-8601851.	31.9	71.7
6	6	-5282932.	38.6	82.6
7	7	-2575265.	51.3	91.5
8	8	-386918.	85.0	98.7

9	9	1361402.	451.9	104.5
10	10	2738006.	101.1	109.0
11	11	3801672.	38.8	112.5
12	12	4602904.	21.1	115.1
13	13	5185036.	12.6	117.1
14	14	5585184.	7.7	118.4
15	15	5835080.	4.5	119.2
16	16	5961799.	2.2	119.6
* 17	17	5988390.	.4	119.7
18	18	5934423.	-.9	119.5
19	19	5816469.	-2.0	119.1
20	20	5648515.	-2.9	118.6
21	21	5442322.	-3.7	117.9
22	22	5207741.	-4.3	117.1
23	23	4952982.	-4.9	116.3
24	24	4684853.	-5.4	115.4
25	25	4408958.	-5.9	114.5
26	26	4129881.	-6.3	113.6
27	27	3851333.	-6.7	112.7
28	28	3576265.	-7.1	111.8
29	29	3306359.	-7.5	110.9
30	30	3042661.	-8.0	110.0
31	31	2786004.	-8.4	109.2

0 \* SENALA FECHA OPTIMA DE INICIACION  
(SI SE PRESENTA DENTRO DEL PERIODO DE TIEMPO BAJO ESTUDIO)

#### 1 RESUMEN DE MACRO-INSTRUCCIONES PARA ESTA PASADA

JOBEND 0.

SIMOP Terminç en

0 min. 6 seg.



**Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos**