



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 C – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**ETAPA C1 – DETALHAMENTO DO PROJETO  
EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**VOLUME 1 – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**TOMO 6 – RELATÓRIO SÍNTESE  
REVISÃO 2**



NOVEMBRO/2022

**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 C – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**ETAPA C1 – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**VOLUME 1 – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**Tomo 6 – Relatório Síntese**

**Revisão 2**

**NOVEMBRO/2022**

## **GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

GOVERNADORA: Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

## **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

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Por</b>	<b>Aprov.</b>	<b>Descrição das Revisões</b>
00	30/06/2022	Ornaldo Freitas	Iuri Macedo	Emissão Inicial
01	30/09/2022	Ornaldo Freitas	Iuri Macedo	Revisão geral conforme solicitado pela Comissão de Fiscalização
02	07/11/2022	Ornaldo Freitas	Iuri Macedo	Revisão geral conforme solicitado pela Comissão de Fiscalização

## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

O presente documento é parte integrante do relatório denominado **Projeto Executivo da Barragem** e compõe um dos produtos do Projeto da Barragem Poço Comprido, a ser construída no Município de Santa Quitéria, no Estado do Ceará, objeto do Contrato Nº009/2019/COGERH/CE, que tem como objetivo 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”, firmado entre a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH e o CONSÓRCIO IBI/TPF, como decorrência da citada empresa ter sido vencedora do processo licitatório previsto no Edital de Concorrência Pública Nº 20170001/COGERH/CCC.

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Partes, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são apresentados na sequência:

### FASE A – ESTUDOS DE VIABILIDADE

ETAPA A1 – ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DE LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM – RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA – RIO E ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL (EVA)

- 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 da Barragem Poço Comprido – EVA

ETAPA A2 – ESTUDOS BÁSICOS E ANTEPROJETO DA BARRAGEM

- Volume 1 – Estudos Básicos
  - Tomo 1 – Topografia – Textos
  - Tomo 1A – Topografia – Desenhos
  - Tomo 2 – Cartografia – Textos
  - Tomo 3 – Hidrologia – Textos
  - Tomo 4 – Geologia e Geotecnia – Textos
  - Tomo 4.1 – Estudo dos Materiais Construtivos - Texto
  - Tomo 4A – Geologia e Geotecnia – Sondagens e Ensaio Barragem e Vertedouro – Anexos I

- Tomo 4A – Geologia e Geotecnia – Ensaio das Jazidas – Anexos II.
- Volume 2 – Anteprojeto da Barragem
  - Tomo 1 – Relatório do Anteprojeto da Barragem
  - Tomo 1A – Desenhos e Plantas
  - Tomo 1B – Memória de Cálculos

#### ETAPA A3 – RELATÓRIO FINAL DE VIABILIDADE (RFV)

- Volume 1 – Relatório Final de Viabilidade

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

#### ETAPA B1 – ESTUDOS DOS IMPACTOS 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 e avaliação dos impactos ambientais
  - Tomo 4 – Minuta do Relatório Final do EIA/RIMA
  - Tomo 5 – Relatório Final do EIA/RIMA aprovado pela SEMACE

#### 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 – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

### ETAPA C1 – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

- Volume 1 – Projeto Executivo da Barragem
  - Tomo 1 – Memorial Descritivo
  - Tomo 2 – Desenhos
  - Tomo 3 – Memória de Cálculo – Texto
  - Tomo 3A – Anexos
  - 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 DA SUSTENTABILIDADE DE OBRA HÍDRICA – CERTOH

O presente relatório refere-se ao **Volume 1 – Projeto Executivo da Barragem - Tomo 6 - Relatório Síntese** da Barragem Poço Comprido e tem por objetivo geral, apresentar os desenhos inerentes ao dimensionamento do projeto executivo da referida barragem.

## ÍNDICE

## ÍNDICE

<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 - ANTECEDENTES HISTÓRICOS DO PROJETO .....	14
1.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS .....	14
1.3 - FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO .....	17
<b>2 - CONTEÚDO DO PROJETO EXECUTIVO .....</b>	<b>21</b>
2.1 - VOLUMES DO PROJETO EXECUTIVO .....	21
2.2 - LISTA DE DESENHOS .....	21
2.2.1 - Desenhos do Projeto Executivo .....	21
2.2.2 - Desenhos do Anteprojeto .....	24
<b>3 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO EXECUTIVO .....</b>	<b>26</b>
3.1 - ESTUDO BÁSICO .....	26
3.2 - ESTUDOS CARTOGRÁFICOS E TOPOGRÁFICOS .....	26
3.2.1 - Base Cartográfica .....	26
3.3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....	29
3.3.1 - Sondagens e Ensaios no Sítio Barrável .....	29
3.4 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....	33
3.4.1 - Climatologia .....	33
3.4.2 - Estudo de Regularização e Capacidade do Reservatório .....	34
3.4.3 - Estudo de cheias .....	38
3.5 - DESCRIÇÃO GERAL DO BARRAMENTO .....	40
3.6 - BARRAGEM .....	43
3.7 - VERTEDOURO .....	47
3.8 - TOMADA D'ÁGUA .....	51
3.9 - INSTRUMENTAÇÃO DA BARRAGEM .....	55
3.10 - INTERFERÊNCIA DA OBRA COM A INFRAESTRUTURA EXISTENTE .....	57
<b>4 - INVESTIMENTO E CRONOGRAMA .....</b>	<b>60</b>
4.1 - INVESTIMENTO .....	60
4.2 - CRONOGRAMA .....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Relação de Marcos no Eixo Principal da Barragem .....	28
Quadro 3.2 - Resumo das Características Climatológicas da Bacia Hidrográfica.....	34
Quadro 3.3 - Precipitação Média Mensal na Bacia Hidrográfica .....	34
Quadro 3.4 - Vazões Regularizadas para Diferentes Garantias Considerando o Reservatório a Montante (Carmina) .....	35
Quadro 3.5 - Cálculo do Volume Anual Regularizado para uma Garantia de 90% Considerando o Reservatório a Montante (Carmina).....	36
Quadro 3.6 - Cota x Área x Volume.....	37
Quadro 3.7 - Resultados dos Estudos de Cheia TR=1.000 anos.....	39
Quadro 3.8 - Resultados dos Estudos de Cheia TR=10.000 anos.....	39
Quadro 3.9 - Resultados dos Estudos de Cheia Revisados para TR=1.000 anos e TR=10.000 anos .....	39
Quadro 3.10 - Síntese das Características Hidrológicas.....	40
Quadro 3.11 - Resultados dos Estudos de Cheia TR=1.000 anos.....	47
Quadro 3.12 - Resultados dos Estudos de Cheia TR=10.000 anos.....	47
Quadro 3.13 - Resumo Geral dos Instrumentos.....	55
Quadro 3.14 - Resumo da Localização e Instalação dos Piezômetros nas Seções .....	56
Quadro 3.15 - Resumo da Localização e Instalação dos Marcos Superficiais.....	56
Quadro 3.16 - Resumo da Localização e Instalação dos Medidores de Recalque .....	57
Quadro 3.17 - Resumo da Localização e Instalação dos Medidores de Vazão .....	57
Quadro 4.1 - Resumo do Orçamento da Barragem Poço Comprido.....	61

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Mapa de localização e acesso barragem Poço Comprido .....	16
Figura 3.1 - Localização da Área de Imageamento .....	27
Figura 3.2 - Volume Anual Regularizado para uma Garantia de 90% Considerando o Reservatório a Montante. ....	36
Figura 3.3 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Poço Comprido .....	37
Figura 3.4 - Arranjo Geral da Obra .....	42
Figura 3.5 - Seção Tipo da Barragem .....	46
Figura 3.6 - Planta Baixa e Perfil do Vertedouro .....	50
Figura 3.7 - Curva Cota x Tempo de Esvaziamento com Dois Tubos Diâm. 1.500mm .....	53
Figura 3.8 - Arranjo Geral da Tomada d'Água.....	54

## 1 - INTRODUÇÃO

## 1 - INTRODUÇÃO

A região do alto rio Acaraú que atravessa os sertões dos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia apresenta continuamente, baixa disponibilidade hídrica. A região, assim como outras do semiárido nordestino, possui desenvolvimento menor face os processos de escassez hídrica e movimentos migratórios, que afetam de forma direta a qualidade de vida da população.

Neste contexto, obras de barragens se apresentam como opção de medidas não apenas de combate às secas periódicas, mas sim de convívio com a mesma, de forma a melhorar as condições adversas.

O rio Acaraú nasce na Serra das Matas, na região centro-oeste, em cotas superiores a 800,00 m e se desenvolve, predominantemente, no sentido sul-norte por 315,00 km até sua foz, drenando uma área de 14.423,00 km<sup>2</sup>. No seu trecho inicial apresenta uma forte declividade, como resultado de região montanhosa, e no seu primeiro terço, a declividade se reduz bastante, traduzindo a predominância do relevo suave que caracteriza a bacia. Os principais afluentes encontram-se na margem direita, podendo-se citar os seguintes cursos d'água: riacho dos Macacos, rio Groaíras, rio Jacurutu e rio Sabonete, sendo os dois primeiros formadores de bacias de grande porte. Pela margem esquerda, o afluente de maior destaque é o rio Jaibaras. No médio curso do rio Acaraú, mais especificamente à montante da cidade de Sobral, a confluência dos rios Groaíras, Jacurutu e Riacho dos Macacos - bastante caudalosos com o rio Acaraú, próximo à área onde este apresenta estreitamento de sua calha fluvial - resulta em enchentes que atingem o município de Sobral.

Esses afluentes, rio Jacurutu e riacho dos Macacos, por não disporem de grandes barragens para controle e regularização dos escoamentos superficiais e por serem bastante caudalosos nos períodos chuvosos, contribuem muito para o evento extremo de enchentes em Sobral.

O Açude Público Poço Comprido é uma obra planejada objetivando o abastecimento da população regional, a integração do sistema de perenização de água da bacia do Acaraú e a mitigação dos efeitos das enchentes em Sobral.

Foi planejado em local estratégico, a montante da sede de Sobral e próximo à confluência com o rio Acaraú, barrando o riacho dos Macacos, de forma a melhorar as condições de perenização a jusante de todo o Acaraú.

A obra se destina principalmente ao abastecimento humano, bem como a pequenas irrigações no município de Santa Quitéria e Hidrolândia, favorecendo diretamente uma população de aproximadamente, 64.000 habitantes. Dentre as demais finalidades, se destacam: a perenização de 33 km do riacho dos Macacos, a irrigação potencial de 200 hectares de aluviões ao longo do trecho perenizado, o aproveitamento de vazantes e implementação da piscicultura com produção anual estimada em 775 toneladas de peixes, possibilitando ampliar as oportunidades de ocupação, renda e oferta de alimentos.

A operação da barragem Poço Comprido deverá possibilitar o armazenamento da água nos períodos chuvosos e uma melhor distribuição da água no trecho médio da bacia do riacho dos Macacos nos períodos secos.

### 1.1 - ANTECEDENTES HISTÓRICOS DO PROJETO

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 constaram de estudos de Viabilidade Técnica do Projeto da Barragem, 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 Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH e pela Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, em que a infraestrutura hídrica atual dos açudes (construídos ou em construção) foi atualizada. Como parte integrante do Plano Estadual dos Recursos Hídricos - PLANERH, nos estudos realizados para o horizonte de 2020, o açude Poço Comprido tem como objetivo contribuir para a diminuição das regiões com “vazios hídricos” no Vale do Acaraú.

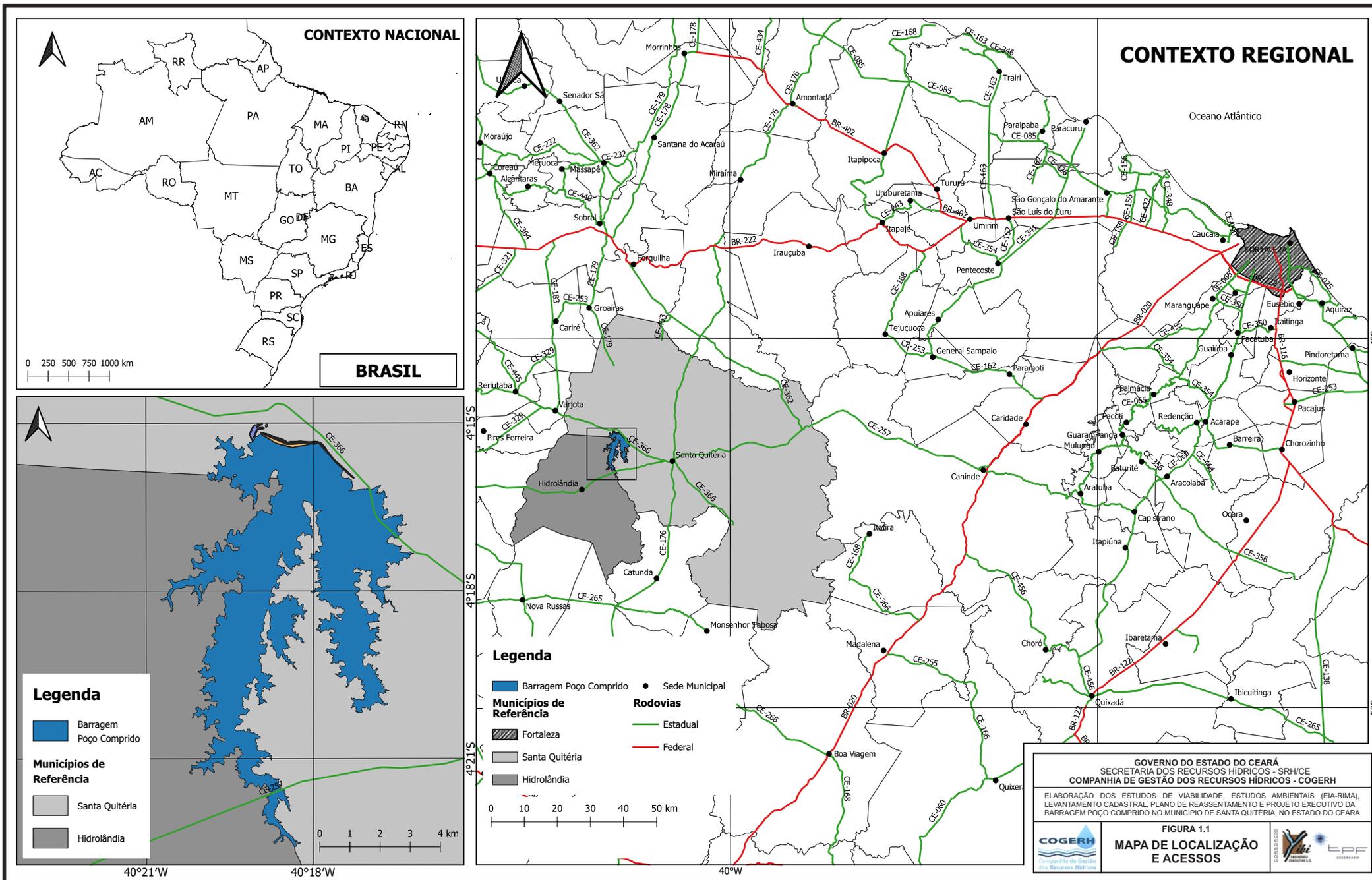
### 1.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O município de Santa Quitéria localiza-se na porção noroeste do Estado do Ceará, a aproximadamente, 221 km da capital Fortaleza, situando-se na Macrorregião do Sertão Central, Mesorregião 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. Suas 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 mais 17,00 km até uma estrada de terra à esquerda, logo após a interseção com a ponte sobre o riacho dos Macacos, percorrendo-se mais 1 km, até o local do eixo da barragem identificada neste projeto.

O mapa da **Figura 1.1** mostra a localização da barragem e seu acesso a Fortaleza.

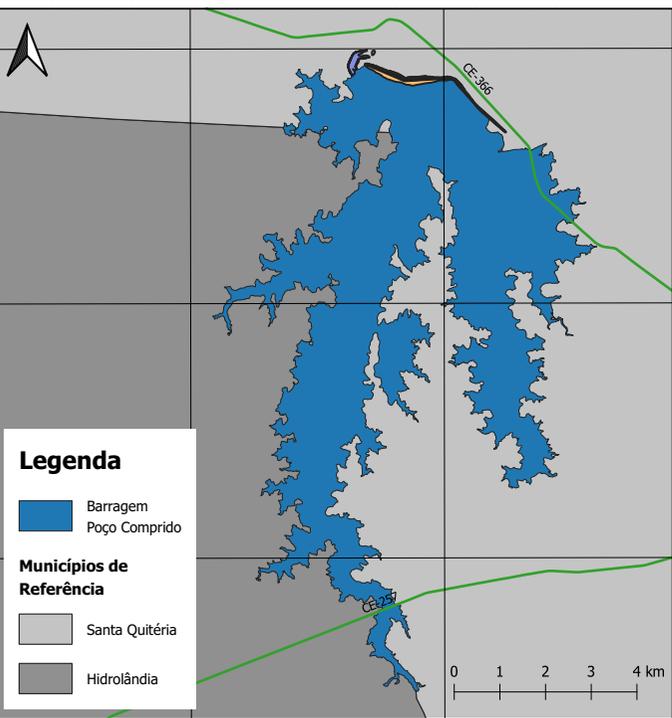


**CONTEXTO NACIONAL**

**CONTEXTO REGIONAL**

**BRASIL**

0 250 500 750 1000 km



**Legenda**

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

- Fortaleza
- Santa Quitéria
- Hidrolândia
- Sede Municipal
- Rodovias Estadual
- Rodovias 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

**FIGURA 1.1**  
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSOS**

40°21'W      40°18'W      40°W

4°15'S  
4°18'S  
4°21'S

4°5'S  
4°2'S

### 1.3 - FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO

#### Identificação

- Denominação ..... Barragem Poço Comprido
- Município..... Santa Quitéria
- Estado..... Ceará
- Localização ..... 9.529.849,109; 354.003,243
- Localidade..... Poço Comprido
- Curso d'água barrado ..... Riacho dos Macacos
- Bacia ..... Acaraú
- Proprietário ..... Governo do Estado do Ceará/COGERH
- Autor do Projeto ..... Consórcio IBI-TPF

#### Bacia Hidrográfica

- Área ..... 1.469,27 km<sup>2</sup>
- Perímetro ..... 283,95 km
- Comprimento do rio..... 91,88 km
- Cota do talvegue à montante ..... 690,00 m
- Cota do talvegue à jusante ..... 160,00 m
- Declividade média do rio..... 5,77 m/km

#### Características do Reservatório

- Área da Bacia Hidráulica ..... 3.677,83 ha.
- Área a ser desapropriada ..... 5.999,62 ha.
- Área de Preservação Permanente..... 1.439,19 ha.
- Volume de Acumulação (soleira 182,00m) ..... 329,59 hm<sup>3</sup>
- Volume Morto ( cota 160,0m)..... 2,00 hm<sup>3</sup>
- Volume Útil..... 327,59 hm<sup>3</sup>
- Volume médio afluente anual ..... 139,93 hm<sup>3</sup>/ano
- Vazão afluente máx. de projeto (TR=1.000 anos) ..... 2.475,00 m<sup>3</sup>/s
- Vazão máxima de projeto amortecida (TR=1.000 anos) ..... 1.273,00 m<sup>3</sup>/s
- Vazão afluente máx. de projeto de verificação (TR=10.000 anos) ..... 3.284,00 m<sup>3</sup>/s
- Vazão máxima de verificação amortecida (TR=10.000 anos) ..... 1.765,00 m<sup>3</sup>/s
- Vazão regularizada com 90% de garantia ..... 2,675 m<sup>3</sup>/s
- Nível d'água máximo maximorum (TR=1.000 anos) ..... 184,500 m
- Nível d'água máximo maximorum (TR=10.000 anos) ..... 185,200 m

## Barragem

- Tipo ..... mista terra-enrocamento
- Localização ..... estaca E4+5,00m à E187+5,00m
- Altura máxima acima das fundações(est. 130) .....37,70 m
- Altura máxima a partir da cota do fundo do CUT-OFF(EST. 127)...41,06 m
- Largura do coroamento .....8,00 m
- Extensão pelo coroamento .....3.660,00 m
- Cota do coroamento .....187,00 m
- Folga ..... 1,40m
- Revanche .....3,90 m
- Talude de montante .....2,5 H:1,0 V
- Talude de jusante (com bermas de equilíbrio).....2,0 H: 1,0 V
- Volume total do maciço.....3.851.602,18 m<sup>3</sup>

## Vertedouro

- Tipo ..... soleira espessa escavado em rocha
- Localização (eixo da barragem)..... Ombreira esquerda
- Comprimento total do canal aproximação..... 210,00 m
- Comprimento total do canal restituição..... 590,00 m
- Cota da soleira ..... 182,00 m
- Cota do final do canal de restituição ..... 168,80 m
- Cordão de fixação ..... concreto simples fck=15MPa
- Largura do Cordão de fixação ..... 200,00 m
- Lâmina máxima vertente (TR = 1.000 anos)..... 2,50 m
- Descarga de projeto (TR = 1.000 anos)..... 1.273,00 m<sup>3</sup>/s
- Lâmina máxima vertente (TR = 10.000 anos)..... 3,20m
- Descarga de projeto (TR = 10.000 anos)..... 1.765,00 m<sup>3</sup>/s

## Tomada D'água

- Tipo ..... Galeria
- Localização (eixo da barragem)..... perpendicular a ombreira esquerda na estaca 136+00m da barragem
- Número de condutos ..... 2 unidades
- Diâmetro da tubulação ..... 1500,00m
- Comprimento ..... 173,00 m

- Cota do eixo à montante ..... 158,50 m
- Cota do eixo à jusante ..... 158,50 m
- Cota do eixo assentamento ..... 158,50 m
- Equipamento de controle ..... Válvula dispersora DN700 mm
- Vazão média de regularização..... 2,675 m<sup>3</sup>/s
- Esvaziamento do reservatório (Cota 160,00m)..... 126,90 dias

## 2 - CONTEÚDO DO PROJETO EXECUTIVO

## 2 - CONTEÚDO DO PROJETO EXECUTIVO

### 2.1 - VOLUMES DO PROJETO EXECUTIVO

- Tomo 1 – Memorial Descritivo
- 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

### 2.2 - LISTA DE DESENHOS

#### 2.2.1 - DESENHOS DO PROJETO EXECUTIVO

A definição da numeração das peças desenhadas seguiram as definições de nosso termo de referencia contratual.

A ordenação da numeração das plantas, procurou seguir a ordem cronológica da elaboração do projeto, inicialmente com as plantas referente aos estudos básicos, como topografia, hidrologia e geologia. Em seguida, foi seguida a ordem de projeto como locação da obra, fundação, seções do maciço, vertedouro, tomada d'água e canteiro por final o estudo do anteprojeto das interferências ao projeto.

Os desenhos foram também subdivididos pela sua tipologia, com base nos grandes grupos de serviços, o que facilita a identificação das plantas quando no processo construtivo, assim como na composição do orçamento da obra. Estes grupos de subitens "NOME DO DESENHO", também são utilizados na elaboração do orçamento o que facilita na identificação e quantificação dos serviços a serem executados.

ITEM	Nº DO DESENHO	NOME DO DESENHO	DESCRIÇÃO DOS DESENHOS
1	I-2-01/92-000	GERAL	BACIA HIDROGRÁFICA
2	I-2-02/92-000	GERAL	BACIA HIDRÁULICA
3	I-2-03/92-000	GERAL	GEOLOGIA GERAL - PLANTA BAIXA
4	I-2-04/92-000	GERAL	GEOLOGIA GERAL - PERFIL DO EIXO DA BARRAGEM TRECHO EST. 0 A 70
5	I-2-05/92-000	GERAL	GEOLOGIA GERAL - PERFIL DO EIXO DA BARRAGEM TRECHO EST. 70 A 140
6	I-2-06/92-000	GERAL	GEOLOGIA GERAL - PERFIL DO EIXO DA BARRAGEM TRECHO EST. 140 A 191
7	I-2-07/92-000	GERAL	GEOLOGIA GERAL - PERFIL VERTEDOIRO
8	I-2-08/92-000	GERAL	PLANTA DE LOCAÇÃO E ACESSO DAS JAZIDAS
9	I-2-09/92-000	GERAL	PLANTA GERAL DE LOCAÇÃO DA OBRA
10	I-2-10/92-000	GERAL	ENSCADEIRAS NO RIACHO DOS MACACOS PLANTA E PERFIL

ITE M	Nº DO DESENHO	NOME DO DESENHO	DESCRIÇÃO DOS DESENHOS
11	I-2-11/92-000	GERAL	ENSECADEIRAS NO RIACHO DOS MACACOS SEÇÕES
12	I-2-12/92-000	GERAL	ESTRADA DE ACESSO E SERVIÇO
13	I-2-13/92-000	GERAL	BUEIRO BTS E BTD DE 1000mm
14	I-2-14/92-000	GERAL	CERCA POLIGONAL DE DESAPROPRIAÇÃO
15	I-2-15/92-000	FUNDAÇÃO	PLANTA DE ESCAVAÇÃO DA BARRAGEM E VERTEDOIRO
16	I-2-16/92-000	FUNDAÇÃO	PLANTA DE TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO SUPERFICIAL
17	I-2-17/92-000	FUNDAÇÃO	PLANTA DE TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO SUBSUPERFICIAL DA BARRAGEM
18	I-2-18/92-000	BARRAGEM	ARRANJO GERAL DAS OBRAS
19	I-2-19/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO TIPO
20	I-2-20/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 0 A 47
21	I-2-21/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 48 A 86
22	I-2-22/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 87 A 109
23	I-2-23/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 110 A 118
24	I-2-24/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 119 A 122
25	I-2-25/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 123 A 126
26	I-2-26/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 127 A 130
27	I-2-27/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 131 A 134
28	I-2-28/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 135 A 138
29	I-2-29/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 139 A 143
30	I-2-30/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 144 A 147
31	I-2-31/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 148 A 151
32	I-2-32/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 152 A 155
33	I-2-33/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 156 A 159
34	I-2-34/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 160 A 163
35	I-2-35/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 164 A 167
36	I-2-36/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 168 A 177
37	I-2-37/92-000	BARRAGEM	SEÇÃO ESTACA 178 A 188
38	I-2-38/92-000	VERTEDOIRO	VERTEDOIRO - PLANTA BAIXA E PERFIL
39	I-2-39/92-000	VERTEDOIRO	VERTEDOIRO - SEÇÕES DE MONTANTE ESTACA 0 A ESTACA 18
40	I-2-40/92-000	VERTEDOIRO	VERTEDOIRO - SEÇÕES DE JUSANTE ESTACA 0 A ESTACA 15
41	I-2-41/92-000	VERTEDOIRO	VERTEDOIRO - SEÇÕES DE JUSANTE ESTACA 18 A ESTACA 36
42	I-2-42/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- PLANTA BAIXA E PERFIL DA ESCAVAÇÃO
43	I-2-43/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- SEÇÕES DE ESCAVAÇÃO 0 A 2+15
44	I-2-44/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- SEÇÕES DE ESCAVAÇÃO 3 A 5+15
45	I-2-45/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- SEÇÕES DE ESCAVAÇÃO 6 A 8+15
46	I-2-46/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- SEÇÕES DE ESCAVAÇÃO 9 A 11+15
47	I-2-47/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- SEÇÕES DE ESCAVAÇÃO 12 A 14+15
48	I-2-48/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- SEÇÕES DE ESCAVAÇÃO 14 A 17+5
49	I-2-49/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- GALERIA PLANTA BAIXA SEÇÃO TIPO E CORTES
50	I-2-50/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- CAIXA DE MONTANTE, TORRE E PASSARELA PLANTA BAIXA E CORTE
51	I-2-51/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- CAIXA DE JUSANTE PLANTA BAIXA E CORTE
52	I-2-52/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS CAIXA DE MONTANTE/JUSANTE E DETALHES DA COMPORTA E GRADE
53	I-2-53/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- CASA DE COMANDO PROJETOS AQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

ITEM	Nº DO DESENHO	NOME DO DESENHO	DESCRIÇÃO DOS DESENHOS
54	I-2-54/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- CASA DE COMANDO PROJETO ELÉTRICO INSTALAÇÃO ELÉTRICA, CASA DE COMANDO ILUMINAÇÃO EXTERNA E DETALHE DA SE AÉREA 45kVA
55	I-2-55/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- CASA DE COMANDO PROJETO ELÉTRICO UNIFILAR GERAL DETALHES DA SUBESTAÇÃO BPC E LAYOUTE PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DA BPC
56	I-2-56/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- CASA DE COMANDO PROJETO ELÉTRICO UNIFILAR GERAL DETALHES DE ATERRAMENTO DA BPC
57	I-2-57/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- CASA DE COMANDO PROJETO ELÉTRICO CASA DE COMANDO DETALHES GERAL ATERRAMENTO SPDA DA BPC
58	I-2-58/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- CASA DE COMANDO PROJETO ELÉTRICO DETALHE GERAL CASA DE COMANDO ATERRAMENTO SPDA DA BPC
59	I-2-59/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL-LOCAÇÃO E FORMAS DOS NIVEIS 1 e 2 E DAS FUNDAÇÕES, CORTE DA ESTRUTURA E SEÇÃO TRANSVERSAL
60	I-2-60/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL-PASSARELA FORMA NIVEL 2 CORTE ESQUEMÁTICO E SEÇÃO TRANSVERSAL
61	I-2-61/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL-FORMA E ARMADURA DA FUNDAÇÃO E PILARES P1, P2, P3, P4, P5
62	I-2-62/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL ARMADURA DAS VIGAS DO NÍVEL NIVEL 1 e 2, FORMA NIVEL 3 E ARMADURA DA LAJE DA PASSARELA
63	I-2-63/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL ARMADURA DAS VIGAS DO NIVEL 2-COTA 186.98 ARMADURA DA LAJE DA PASSARELA
64	I-2-64/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL FORMA E ARMADURA DOS PILARES P6, P7, P8 E P9
65	I-2-65/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL TORRE DE COMANDO FORMAS
66	I-2-66/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL TORRE DE COMANDO ARMADURA DAS VIGAS
67	I-2-67/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL TORRE DE COMANDO ARMADURA DAS VIGAS
68	I-2-68/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL ARMADURA DAS LAJES DO NIVEL 7 E NÍVEL 9, ARMADURA DOS PILARES P1, P3, P2 E P4 E ARMADURA DA ESCADA
69	I-2-69/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL TORRE DE COMANDO ARMADURA DAS PAREDES
70	I-2-70/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL CASA DE COMANDO FORMAS DAS FUNDAÇÕES E DAS CINTAS E ARMADURAS DAS SAPATAS
71	I-2-71/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL FORMA E ARMADURA DA GALERIA
72	I-2-72/92-000	TOMADA DÁGUA	TOMADA- ESTRUTURAL FORMA E ARMADURA DA CAIXA DE DISSIPACÃO
73	I-2-73/92-000	DRENAGEM	DRENAGEM SUPERFICIAL DA BARRAGEM
74	I-2-74/92-000	INSTRUMENTAÇÃO	PLANTA GERAL, MEDIDOR DE VAZÃO E MARCO SUPERFICIAL
75	I-2-75/92-000	INSTRUMENTAÇÃO	SEÇÕES E DETALHES DOS PIEZÔMETROS
76	I-2-76/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	PLANTA DE LOCAÇÃO DO CANTEIRO
77	I-2-77/92-000	INSTRUMENTAÇÃO	CANTEIRO DE OBRAS - PRÉDIO ADMINISTRAÇÃO-PLANTA BAIXA E DETALHES
78	I-2-78/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRAS - PRÉDIO ADMINISTRAÇÃO-PLANTA DE ESCAVAÇÃO E CORTES
79	I-2-79/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRAS - PRÉDIO ADMINISTRAÇÃO-PLANTA DE COBERTA E FACHADA

ITEM	Nº DO DESENHO	NOME DO DESENHO	DESCRIÇÃO DOS DESENHOS
80	I-2-80/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRAS - OFICINA-PLANTA BAIXA, CORTES E DETALHES
81	I-2-81/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRAS - OFICINA-PLANTA DE COBERTA E FACHADAS
82	I-2-82/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRAS - REFEITÓRIO-PLANTA BAIXA, CORTE AA E DETALHES
83	I-2-83/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRAS - REFEITÓRIO-PLANTA DE COBERTA, CORTES E FACHADAS
84	I-2-84/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRAS - PORTARIA-PLANTA BAIXA, CORTES E DETALHES
85	I-2-85/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRA ARMAÇÃO CARPINTARIA
86	I-2-86/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRA ALMOXARIFADO PLANTA E CORTES
87	I-2-87/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRA ALMOXARIFADO COBERTA E FACHADAS
88	I-2-88/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRA SANITÁRIOS
89	I-2-89/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRA LABORATÓRIO
90	I-2-90/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CANTEIRO DE OBRA ESTACIONAMENTO
91	I-2-91/92-000	CANTEIRO DE OBRAS	CASA DO AGIR
92	I-2-92/92-000	INTERFERENCIAS	INTERFERÊNCIA ELÉTRICAS

## 2.2.2 - DESENHOS DO ANTEPROJETO

ITEM	Nº DO DESENHO	NOME DO DESENHO	DESCRIÇÃO DOS DESENHOS
1	II-1A-42/45-000	INTERFERÊNCIAS	DESVIO DA RODOVIA CE-252
2	II-1A-43/45-000	INTERFERÊNCIAS	DESVIO DA RODOVIA CE-366 - TRECHO EST. 0 A EST. 87+10.00m
3	II-1A-44/45-000	INTERFERÊNCIAS	DESVIO DA RODOVIA CE-366 - TRECHO EST. 87+10.00m A EST. 175
4	II-1A-45/45-000	INTERFERÊNCIAS	PONTE SOBRE O RIACHO MACACOS

### **3 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO EXECUTIVO**

### 3 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO EXECUTIVO

#### 3.1 - ESTUDO BÁSICO

Os Estudos Básicos desenvolvidos em campo e no escritório pelo consórcio IBI/TPF foram planejados inicialmente na fase de identificação das obras, onde foi elaborado estudo para localização da barragem. Na fase do anteprojeto foram desenvolvidas as alternativas para definição da capacidade do reservatório no local selecionado. Assim, de forma definitiva, foram estudados todos os fatores físicos que poderiam influenciar o tipo de barramento a ser adotado para barrar o riacho dos Macacos, como consta na Figura 3.1..

A seguir são resumidos os estudos relacionados diretamente à concepção de alternativas de barramento, sendo eles os Estudos Cartográficos e Topográficos, os Estudos Geológicos e Geotécnicos e os Estudos Hidrológicos.

#### 3.2 - ESTUDOS CARTOGRÁFICOS E TOPOGRÁFICOS

##### 3.2.1 - Base Cartográfica

O levantamento cartográfico da bacia hidráulica da barragem Poço Comprido 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”.

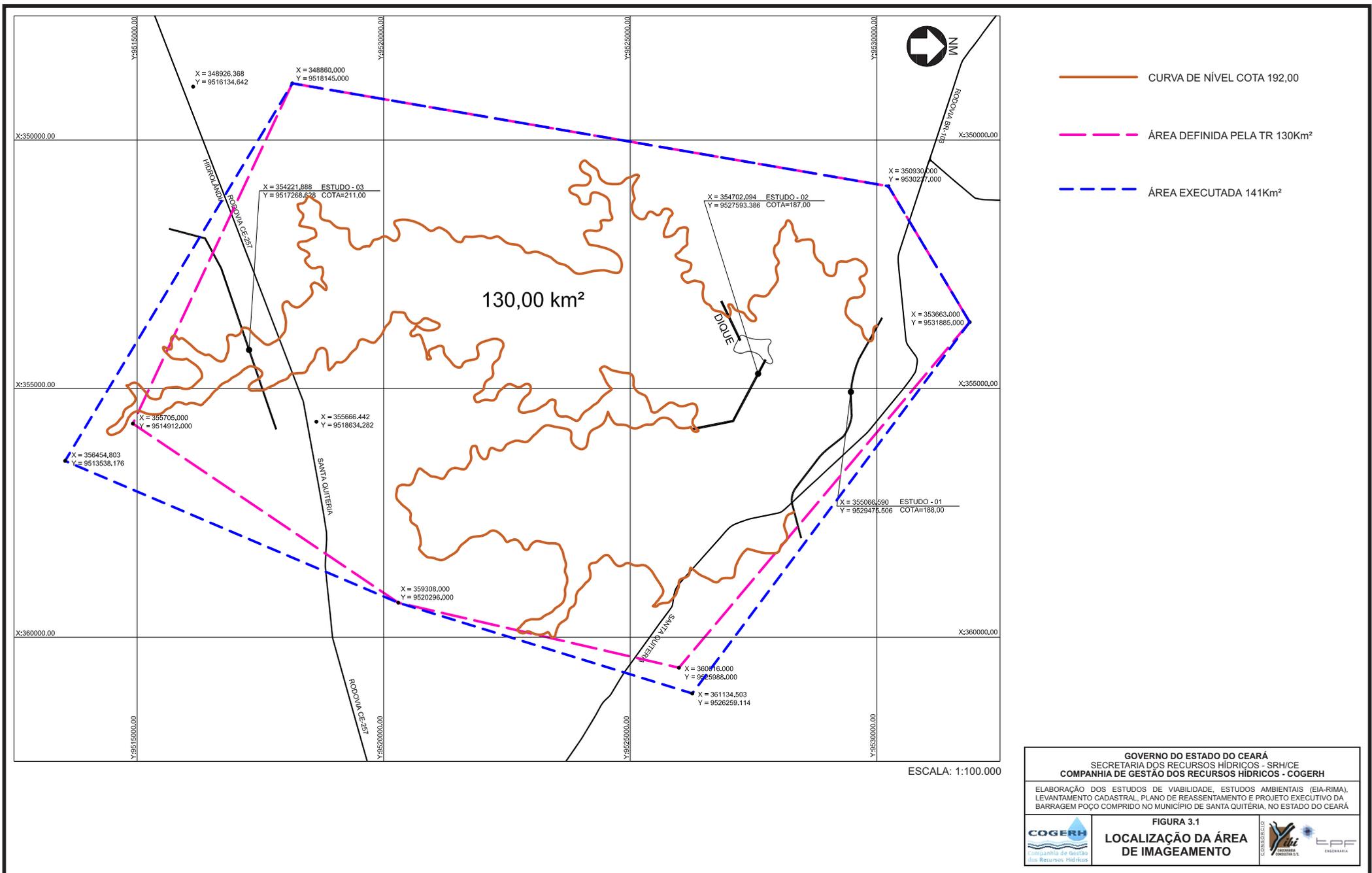
As imagens utilizadas foram produzidas pela empresa AIR AIRBUS DEFENSE&SPACE com os seguintes *layers*:

- 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 141 km<sup>2</sup>, estando delimitada pelas seguintes coordenadas UTM, Fuso 24S, Hemisfério Sul, Meridiano Central 39:

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

Na **Figura 3.1** é apresentada a localização da área de trabalho.



**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 3.1**  
**LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**  
**DE IMAGEAMENTO**




Os serviços de topografia executados na área da barragem Poço Comprido obedeceram as orientações preconizadas nos termos de referência, conforme os seguintes trabalhos descritos a seguir.

O transporte de coordenadas do eixo da barragem Poço Comprido, foi realizado utilizando a metodologia disponibilizada pelo IBGE, denominada 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).

Para o transporte das coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*), foi utilizado o marco geodésico do IBGE mais próximo da barragem Poço Comprido, no caso o RN1861F. Foi realizado o transporte das coordenadas para um marco denominado marco de partida, localizado na ombreira esquerda do eixo barrado.

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

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

Em cada uma das ombreiras foram implantados marcos de concreto, conforme apresentado na caderneta de campo do Relatório de Topografia.

O **Quadro 3.1** apresenta a relação dos marcos implantados.

**Quadro 3.1 - Relação de Marcos no Eixo Principal da Barragem**

PONTO	COORDENADAS (SIRGAS 2000 UTM 24S )		COTA (m)	DESCRIÇÃO
	X	Y		
296	9521240,762	369039,177	205,95	RN186F
1	9529849,104	354003,243	198,356	BASE PARTIDA
932	9528313,282	357219,476	187,914	MARCO DE APOIO

Destacando-se a topografia da área de influência das obras, o boqueirão, observa-se a existência de um talvegue de contribuição secundário na ombreira esquerda, perpendicular ao eixo barrável. Na mesma ombreira, identificamos uma sela topográfica que possibilita a utilização desta como parte do sistema de restituição das cheias, que descarregariam de um

vertedouro localizado nessa ombreira em uma drenagem natural existente a jusante do eixo da barragem.

### 3.3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Nesta fase de elaboração do projeto executivo das obras faz-se uma análise de todos os estudos de campo já realizados, principalmente os realizados na campanha de complementação para o detalhamento das condições geotécnicas do eixo selecionado como eixo definitivo para o barramento do riacho dos Macacos, descrito a seguir.

#### 3.3.1 - Sondagens e Ensaio no Sítio Barrável

De acordo com os estudos geológico-geotécnicos realizados, os estudos de campo abordaram os aspectos de caracterização da fundação, com sondagens ao longo do eixo barrável e os aspectos da caracterização e quantificação de materiais naturais para construção das obras.

##### 3.3.1.1 - Caracterização da Fundação

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 presença de cascalheira, sendo normalmente caracterizado por solos rasos (<2,00m).

A parte central da barragem é formada por gnaisses migmatíticos com enclaves de anfibólitos, metassedimentos calcissilicáticas e veios de quartzo também 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 (zonas 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 15,0m. Estas falhas formaram as próprias drenagens de maior porte (riacho dos Macacos e drenagem secundária). Fraturas secundárias também formaram drenagens de menor porte, onde várias delas coincidem com as famílias de fraturas levantadas.

Do ponto de vista litológico, ao longo do eixo da barragem e do vertedouro ocorrem dois tipos de rocha, a saber: *gnaiesses migmatitos e granitos alcalinos*.

As sondagens realizadas denotaram que as rochas gnáissicas migmatíticas ocorrem em três porções, sendo a mais importante na zona central do eixo, onde se situam as drenagens. Neste local, a foliação metamórfica está associada à presença de falhas e uma zona de cisalhamento local, formando planos de descontinuidade.

O rejeito destas falhas pode ser confirmado pelas sondagens que determinaram depósitos assimétricos de aluvião e solo com espessuras de até 15,0m. Este comportamento é observado ao longo do riacho dos Macacos e na drenagem secundária.

As outras duas ocorrências de gnaisses migmatíticos possuem poucos veios de quartzo e não apresentam nenhuma estrutura de destaque. São rochas sem porosidade e sem qualquer indicativo de perda d'água pelos seus fraturamentos e/ou falhamentos.

Com relação ao segundo tipo litológico mencionado, o granito alcalino, as sondagens mostraram que este ocupa grandes áreas nas ombreiras e na totalidade do vertedouro. São compostos por granito maciço, homogêneo e alcalinos ricos em K-F, plagioclásio e quartzo e pouco reativos com a água. O fraturamento presente não mostra risco de vazios ou mesmo planos de fraqueza que limitam a escavação e/ou execução das obras.

Observou-se, em algumas sondagens dispostas ao longo do eixo, que o gnaisse e o migmatito encontram-se nas camadas mais superficiais em relação ao granito (sondagens SM-18 e SM-20). Isto é, a intercalação entre as rochas encaixantes (gnaisses) que sofreram as intrusões de granito, e estas podem ser em camadas sub-horizontais.

Ao longo do eixo da barragem, foram executados 17 furos de sondagem mista, sendo que, nestas, foram executadas 205,45 m do tipo rotativa e 13,88 m tipo percussiva, e mais 24 furos apenas de percussão, com um total de 14,77 metros de sondagens.

A partir do perfil individual dessas sondagens verificou-se que o horizonte apresenta pacote de solo sobrejacente ao maciço rochoso, ao longo do eixo da barragem, como sedimentos de aluvião arenoso e solos inconsolidados, limitados por camada de solo residual, consistindo na remoção deste solo de recobrimento com espessuras médias variando de 1,00 a 5,00 metros. A rocha subjacente ao solo consta de um granito.

Com relação ao comportamento do maciço, no tocante à percolação de água pelas fundações, os ensaios de perda d'água específica realizados ao longo do eixo da futura barragem mostram que as vazões de perda são relativamente baixas, com valores variando de  $1,39 \times 10^{-4}$  cm/s a  $5,49 \times 10^{-6}$  cm/s. Na estaca 137+1,32 m (SM-08), mesmo próximo da zona de falhamento (zona central) do eixo, as vazões apresentadas mostram um único ensaio de permeabilidade em solo, com  $1,03 \times 10^{-3}$  cm/s. No furo SM-07, localizado na

estaca 49, o ensaio apresentou uma perda total entre as profundidades 9,90 a 11,80 m, situação esta isolada, tendo sido ser previsto tratamento adequado.

Os aspectos técnicos econômicos elegeram a ombreira esquerda como o local mais favorável para a implantação do vertedouro. Para avaliação do local da alternativa onde haveria possibilidade de implantação do vertedouro, foram executadas, inicialmente, duas sondagens rotativas conforme indicado no plano de sondagem, no provável local da soleira e a jusante da mesma. Em uma segunda fase de estudos, foram realizadas mais duas sondagens na área do canal de restituição para ampliar as informações a respeito da área de implantação do vertedouro.

O granito presente no vertedouro apresenta-se maciço, pouco fraturado, com a foliação também subhorizontal. A geomorfologia e geologia do vertedouro mostram-se como uma calha natural e pronta para uso do escoamento, como canal de restituição natural. As sondagens SR-1 e SR-2 realizadas apresentaram rocha tipo R1, atingindo profundidades de mais de 20,00 m em rocha sã, para as sondagens complementares realizada posteriormente ao longo do canal de restituição(SR-3 e SR-4), confirmaram a características da rocha anteriormente descritas.

Os desenhos do perfil geológico e geotécnico, planta de locação das sondagens e planta de localização das jazidas são apresentados no **Tomo 2 – Desenhos**.

### 3.3.1.2 - *Materiais para Construção*

Numa etapa inicial, foram identificadas em campo as 14 (quatorze) ocorrências de materiais argilosos e terrosos, as quais somavam um total de 4.600.000,00 m<sup>3</sup> utilizáveis de solo, conforme apresentado nos Estudos Geológico-Geotécnicos.

Foram coletadas amostras deformadas de solos para os ensaios abaixo relacionados para as jazidas de solos:

- Limite de Liquidez (ABNT-NBR6459);
- Limite de Plasticidade (ABNT-NBR7180);
- Granulometria por Peneiramento e Sedimentação (ABNT-NBR7181);
- Compactação Proctor Normal (ABNT-NBR7182);
- Permeabilidade com Carga Variável (ABNT-NBR 14545).

Os resultados desses ensaios possibilita observar a predominância de material do tipo SM e SC, de acordo com o sistema unificado de classificação (USC).

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.

Os resultados dos ensaios de caracterização realizados em laboratório, com os materiais coletados in loco de cada jazida, complementaram a classificação geotécnica dos materiais.

Para a utilização no maciço da barragem serão utilizadas as jazidas 1, 2, 3, 6 e 8, que estão localizadas dentro da bacia hidráulica, as demais jazidas serão utilizadas como reserva técnica para construção do maciço.

Os resultados 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.

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

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

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.

A areia necessária à obra foi encontrada em bancos dispostos ao longo do riacho 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  $k = 1,0 \times 10^{-3}$  cm/s a  $1,6 \times 10^{-3}$  cm/s.

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).

Os resultados dos ensaios de Desgaste por Abrasão tipo “Los Angeles” 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.

A pedreira *JP-03* está localizada na ombreira esquerda, na altura do eixo do canal de restituição do vertedouro. O granito presente no vertedouro apresenta-se maciço, pouco fraturado, com a foliação também subhorizontal. As sondagens realizadas apresentaram rocha tipo R1, atingindo profundidades de mais de 20,00 m em rocha sã.

Conforme definido no projeto, todo material de terceira categoria escavado no vertedouro da barragem será utilizado no Rip-Rap, transições, enrocamento da barragem e como rocha para britagem para utilização nos filtros e concreto.

### 3.4 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os Estudos Hidrológicos objetivaram fornecer os elementos para o dimensionamento do reservatório e das estruturas hidráulicas de descarga da barragem Poço Comprido, situada no riacho 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.

#### 3.4.1 - Climatologia

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, segundo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET).

A caracterização física da bacia hidrográfica do riacho dos Macacos, influencia nos estudos hidroclimatológicos:

- Estudos pluviométricos;
- Estudos fluviométricos;
- Dimensionamento do reservatório;
- Dimensionamento do vertedouro;
- Probabilidades de enchimento e esvaziamento – equilíbrio;
- Estudo de assoreamento do açude;

- Análises de influência de barragem nos reservatórios de jusante.

Apresenta-se no **Quadro 3.2** um resumo das características climatológicas da bacia hidrográfica onde está inserido o riacho dos Macacos.

### Quadro 3.2 - Resumo das Características Climatológicas da Bacia Hidrográfica

Pluviometria média anual	1.057,2 mm
Evaporação média anual	2.343,7mm
Evapotranspiração Potencial (Hargreaves)	1.971,76 mm
Insolação média anual	225,61h
Umidade relativa média anual	69,83%
Temperatura média anual: média das máximas	34,05
Temperatura média anual: média das médias	27,17
Temperatura média anual: média das mínimas	22,31
classificação climática de Köppen	BSh

Dentre essas características, a precipitação é analisada não somente sob os aspectos climatológicos, mas como parâmetro que pode afetar o cronograma físico das obras. As precipitações estão concentradas no primeiro semestre onde ocorrem, aproximadamente, 93,2% do total anual. O mês mais chuvoso é março (189,58mm) e no mês de setembro ocorre o menor índice de precipitação (0,85mm), segundo médias históricas. A distribuição temporal da precipitação média mensal é apresentada no **Quadro 3.3**.

### Quadro 3.3 - Precipitação Média Mensal na Bacia Hidrográfica

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
77.44	113.06	189.58	164.22	79.70	24.02	11.94	3.41	0.85	2.29	5.68	23.23	695.41

### 3.4.2 - Estudo de Regularização e Capacidade do Reservatório

A importância do estudo da capacidade de regularização de um reservatório está ligada ao conhecimento das mudanças temporais e espaciais dos deflúvios naturais, visando o atendimento das demandas da sociedade. Busca-se, aqui, avaliar o tamanho que deve ser a obra de maneira que ganhos em regularização de águas justifiquem os investimentos a serem realizados.

Hidrologicamente, os objetivos centrais deste item são a análise incremental do ganho em volume regularizado, em relação ao aumento da capacidade para a barragem Poço Comprido e a estimativa das perdas por evaporação e sangria da Barragem.

Como resultado dessas análises tem-se as características do escoamento estabelecidas e que foram utilizadas para a geração de séries sintéticas de vazão, quais sejam:

- Volume afluente médio escoado: 139,93 hm<sup>3</sup>/ano.

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 3.4**. O estudo aqui apresentado leva em consideração a interferência da barragem Carmina, único reservatório a montante da barragem com área de influência significativa.

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.

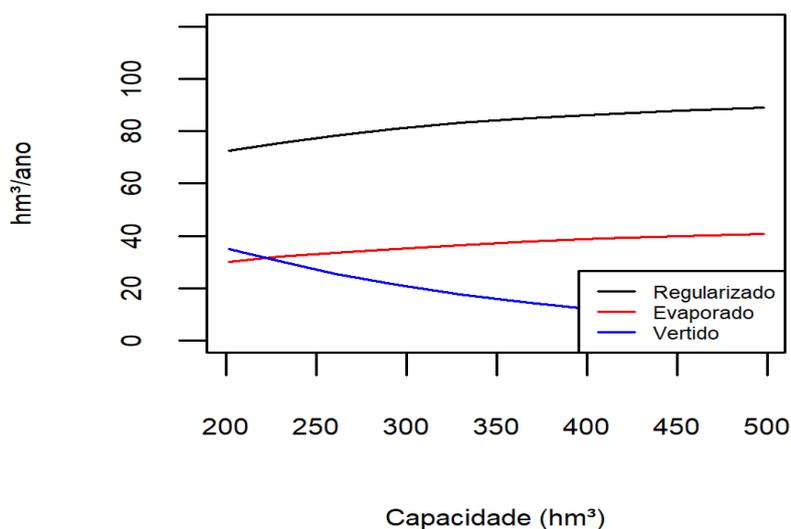
Para cada uma das séries sintéticas do reservatório Carmina há uma simulação e os resultados dos vertimentos obtidos são acrescentados às respectivas séries sintéticas do reservatório Poço Comprido, o que configura uma operação tipo em série dos reservatórios. As novas séries sintéticas do reservatório 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 para diferentes vazões regularizadas e cotas estão no **Quadro 3.4**., enquanto o detalhamento do volume efetivamente regularizado, para uma garantia de 90%, está apresentado no **Quadro 3.5** e e na **Figura 3.2**.

**Quadro 3.4 - 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 3.5 - 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



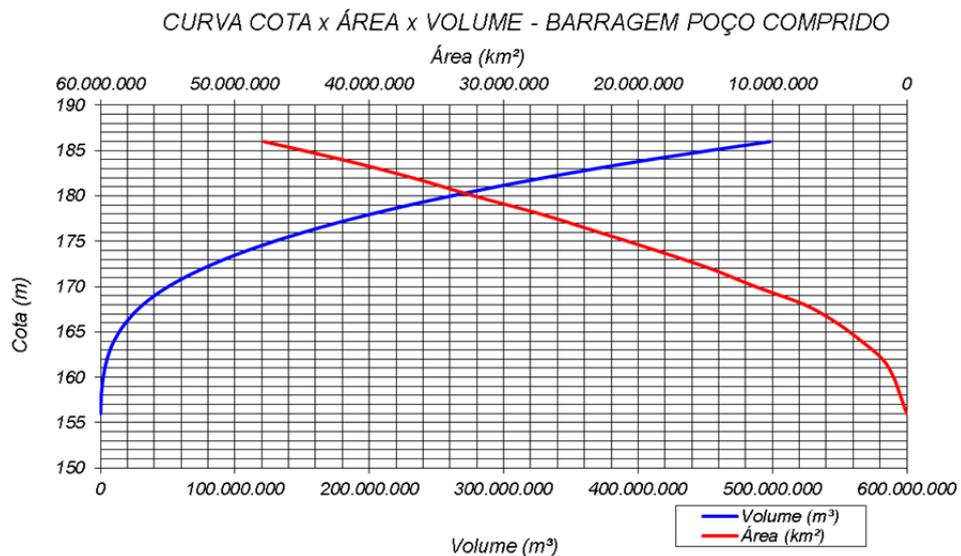
**Figura 3.2 - Volume Anual Regularizado para uma Garantia de 90% Considerando o Reservatório a Montante.**

O volume de acumulação ideal indicado nos estudos hidrológicos é de 329,59 milhões de metros cúbicos, correspondente ao nível d'água na cota 182,00 m, conforme ilustrado na **Figura 3.3** na curva Cotas x Volumes.

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, detalhada no **Quadro 3.6** e na **Figura 3.3**.

**Quadro 3.6 - 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 3.3 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Poço Comprido**

### 3.4.3 - Estudo de cheias

A determinação da cheia de projeto para dimensionamento do vertedouro foi realizado com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) e com base na precipitação (métodos indiretos), estando em ambos os casos, associados a um risco previamente escolhido. Diante da escassez de registros históricos de vazões, é mais usual a determinação do hidrograma de projeto com base na precipitação.

O estudo da cheia de projeto é de fundamental importância para a segurança e economia da barragem, podendo o hidrograma de projeto estar baseado em:

- PMP (precipitação máxima provável) para projetos de importantes obras hidráulicas;
- Cheia padrão para obras hidráulicas de risco intermediário;
- Precipitações associadas a um risco ou probabilidade de ocorrência.

Em barragens pequenas, onde grandes riscos não estão envolvidos, pode-se utilizar o hidrograma de projeto baseado no último caso. Assim, foram calculadas para a barragem Poço Comprido as cheias de projeto de 1.000 e 10.000 anos.

Uma vez escolhida a dimensão do açude, elaboraram-se os estudos de laminação para a cheia de 1.000 anos, para dimensionamento do vertedouro, e para a cheia de 10.000 anos, visando garantir que a barragem não seja galgada nesta cheia, servindo assim para a definição da folga da barragem e da cota de coroamento da barragem.

Na fase preliminar do estudo hidrológico, para a simulação do dimensionamento do vertedouro, foi utilizado vertedouro de soleira do tipo Creager para fins da simulação do reservatório e das lâminas de inundação preliminares, de forma a servir de guia para a definição do local em que deverá ser escavado o vertedouro. Para isto, no cálculo hidrológico foi adotado um coeficiente de descarga ( $C_o = 2,20$  m), o que resultou nas lâminas apresentadas nos quadros a seguir.

Os resultados das simulações efetuadas para o tempo de retorno de 1.000 e 10.000 anos são apresentados nos **Quadros 3.7** e **3.8** para as opções de largura do vertedouro de 150, 200 e 250 metros, onde se apresentam as cheias afluentes para os dois períodos de retorno, respectivamente, assim como a as efluentes para as larguras adotadas.

**Quadro 3.7 - Resultados dos Estudos de Cheia TR=1.000 anos**

Tr = 1.000 anos	V = 329,59 hm <sup>3</sup> H = 182,00m		
	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 3.8 - Resultados dos Estudos de Cheia TR=10.000 anos**

Tr = 10.000 anos	V = 329,59 hm <sup>3</sup> H = 182,00m		
	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%

Nesta fase do projeto executivo, foi realizada uma nova simulação de enchimento do reservatório, com base na configuração do vertedouro definida na fase de anteprojeto. Para esta nova simulação utilizamos vertedouro do tipo soleira espessa escavado em rocha já tendo sido definido a largura do vertedouro de 200,0m. Para isto, no cálculo hidrológico foi adotado um coeficiente de descarga ( $C_o = 1,55$  m) adequado ao modelo, o que resultou em novos valores de lâminas conforme descrito no **Quadro 3.9**.

**Quadro 3.9 - Resultados dos Estudos de Cheia Revisados para TR=1.000 anos e TR=10.000 anos**

Tr = 1000 anos	Soleira espessa		Tr = 10000 anos	Soleira espessa	
	Largura			Largura	
	L=200m			L=200m	
Cheia Afluente (m <sup>3</sup> /s)	2475		Cheia Afluente (m <sup>3</sup> /s)	3284	
Cheia Efluente (m <sup>3</sup> /s)	1273		Cheia Efluente (m <sup>3</sup> /s)	1765	
Cota operacional (m)	184,50		Cota operacional (m)	185,20	
Lâmina (m)	2,50		Lâmina (m)	3,20	
Amortecimento (%)	48,58%		Amortecimento (%)	46,24%	

Do ponto de vista do dimensionamento hidráulico, tais como cheias de projeto do vertedouro, descarga de projeto da tomada d'água e borda livre da barragem, serão adotados os parâmetros resumidos no **Quadro 3.10**.

**Quadro 3.10 - Síntese das Características Hidrológicas**

Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	1.469,27 km <sup>2</sup>
Volume médio afluente anual (hm <sup>3</sup> )	139,93 hm <sup>3</sup>
Volume do reservatório (hm <sup>3</sup> )	329,59 hm <sup>3</sup>
Descarga regularizável com 90% de garantia (m <sup>3</sup> /s)	2,675 m <sup>3</sup> /s
Descarga máxima afluente (Tr=1000 anos) (m <sup>3</sup> /s)	2.475,00m <sup>3</sup> /s
Descarga máxima efluente (Tr=1000 anos) (m <sup>3</sup> /s)	1.273,00m <sup>3</sup> /s (L= 200 m)
Descarga máxima afluente (Tr=10000 anos) (m <sup>3</sup> /s)	3.284 m <sup>3</sup> /s
Descarga máxima efluente (Tr=10000 anos) (m <sup>3</sup> /s)	1.765,00m <sup>3</sup> /s (L= 200 m)

### 3.5 - DESCRIÇÃO GERAL DO BARRAMENTO

O fechamento do vale do rio será feito por meio de uma estrutura em solo compactado com vertedouro escavado em rocha, configurando uma estrutura composta por um canal de aproximação, uma soleira espessa e um canal de restituição.

A barragem projetada consta de um maciço em terra zoneada, constituída de material predominantemente classificado como tipo SM/SC (segundo a classificação USC), conforme constam nos resultados dos ensaios de laboratório efetuados nas amostras de solo coletadas e enrocamento em seu espaldar de jusante com rocha oriunda da escavação obrigatória do vertedouro.

A compactação do maciço usará para tanto, os materiais provenientes das jazidas J01, J02, J03, J06 e J08 delimitadas. Importante salientar que as jazidas J04, J05, J07, J14 a J19 foram avaliadas e colocadas como reserva técnica por estarem fora da área da bacia hidráulica e por terem distâncias maiores ao eixo da barragem em comparação às demais.

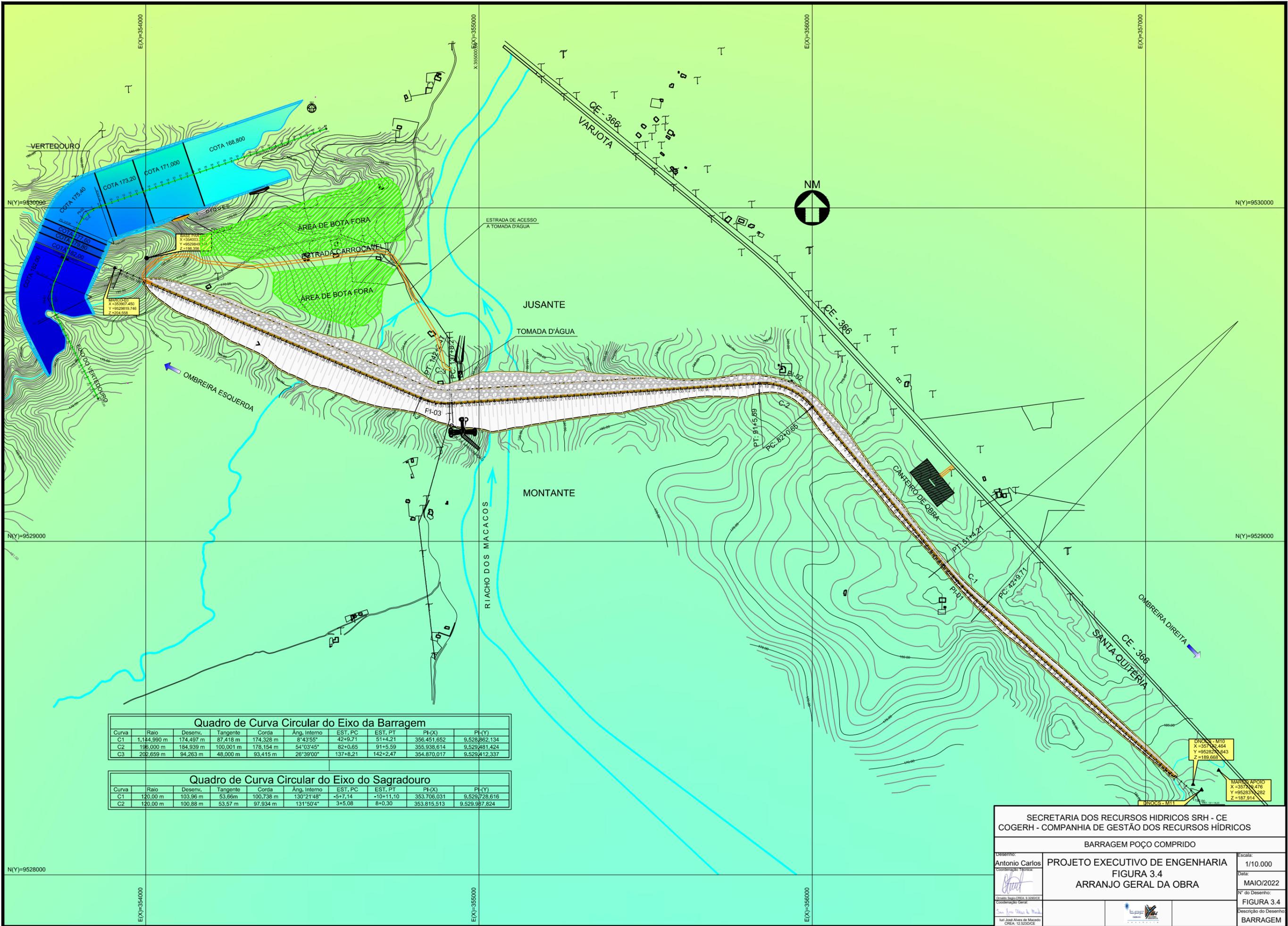
O assentamento da fundação está baseado nas sondagens executadas na fase de estudos básicos, realizadas ao longo do eixo barrável. O maciço da barragem será assentado diretamente sobre solo residual, com alguns pontos assentados no substrato rochoso, após limpeza composta da retirada das primeiras camadas, através de escavação em uma profundidade média de até 5,00 metros. Na região da calha do riacho dos Macacos e seu afluente, haverá a necessidade de execução de uma trincheira parcial tipo *cut-off*, complementada por um sistema de tratamento profundo através de injeção de cimento, pois, nesta região, a camada de solo com maiores permeabilidades se apresenta em maior espessura.

A seção escolhida para os cálculos foi aquela situada na estaca E130+0,00 m, uma vez que apresenta 37,70 m de altura acima das fundações. No entorno desta estaca, as sondagens detectaram subsolo com maior espessura de camada de solo. Então, a simulação de uma seção crítica se deu através da mescla de condições de subsolo mais desfavoráveis com maior altura de barragem acima das fundações. Essa composição detém as condições mais críticas para análise.

Está prevista uma tomada d'água situada na ombreira esquerda, na estaca E136+0,0m, composta por duas tubulações em aço, com diâmetro de 1.500 mm, envelopadas em concreto armado. A primeira linha de tubulação em aço será utilizada como descarga de fundo do reservatório. Na segunda linha de tubulação serão instaladas duas válvulas dispersoras, com DN 700 mm, cujo objetivo é a regularização do leito do riacho dos Macacos. Em cada tubulação, há uma válvula borboleta para o controle da descarga de fundo com instalação na caixa de jusante.

O vertedouro projetado foi posicionado na ombreira esquerda, do tipo soleira espessa com cordão de fixação, composto por um canal de aproximação, cordão de fixação e um canal de restituição com quedas abruptas escavadas em rocha.

A **Figura 3.4** apresenta o arranjo geral da obra.



**Quadro de Curva Circular do Eixo da Barragem**

Curva	Raio	Desenv.	Tangente	Corda	Âng. Interno	EST. PC	EST. PT	PH(X)	PH(Y)
C1	1.144.990 m	174.497 m	87.418 m	174.328 m	8°43'55"	42+9.71	51+4.21	356.451,652	9.528,862,134
C2	196.000 m	184.939 m	100,001 m	178,154 m	54°03'45"	82+0.65	91+5.59	355,938,614	9.529,481,424
C3	202.659 m	94,263 m	48,000 m	93,415 m	26°39'00"	137+6.21	142+2.47	354,870,017	9.529,412,337

**Quadro de Curva Circular do Eixo do Sagradouro**

Curva	Raio	Desenv.	Tangente	Corda	Âng. Interno	EST. PC	EST. PT	PH(X)	PH(Y)
C1	120,00 m	103,96 m	53,66 m	100,738 m	130°21'48"	-5+7,14	+10+11,10	353,706,031	9.529,728,616
C2	120,00 m	100,88 m	53,57 m	97,934 m	131°50'4"	3+5,08	8+0,30	353,815,513	9.529,987,824

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

**BARRAGEM POÇO COMPRIDO**

Desenho: Antonio Carlos	<b>PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA</b> <b>FIGURA 3.4</b> <b>ARRANJO GERAL DA OBRA</b>	Escala: 1/10.000
Coordenação Geral: Orlando Siqueira CREA: 3.390/DCE		Data: MAIO/2022
Coordenação Geral: Ivali José Alves de Macedo CREA: 12.522/DCE		Nº do Desenho: FIGURA 3.4
		Descrição do Desenho: BARRAGEM

### 3.6 - BARRAGEM

A capacidade da Barragem Poço Comprido foi definida nos estudos hidrológicos em 329,59 hm<sup>3</sup>. Sendo assim, de acordo com os estudos hidrológicos e topográficos, a soleira do sangradouro foi fixada na cota 182,00 m, que corrobora com o dimensionamento do vertedouro do projeto (tipo soleira espessa escavado em rocha).

Todos os cálculos estão apresentados, com detalhes no Volume 1 - Projeto Executivo da Barragem - Tomo 3 - Memória de Cálculo

A cota da crista da barragem foi fixada com base na definição da soleira determinada nos Estudos Hidrológicos, apresentados nos estudos básicos, e nas estimativas de revanche efetuadas. A folga (“freeboard”) necessária foi obtida utilizando um “fetch” estimado, adotando a metodologia a apresentada pelo prof. Paulo Cruz, no seu livro “100 Barragens Brasileiras”.

A folga da barragem (F) foi dimensionada em função da ação dos ventos sobre a superfície da água. Os dados de incidência de ventos foram extraídos dos estudos da CPRM-CE para a cidade de Santa Quitéria, para duas direções predominantes de ventos que influem na velocidade e altura das ondas que se formarão no lago da barragem Poço Comprido:

- direção NE (com máximas de velocidade  $v = 3,30$  m/s); e
- direção E (com máximas de  $v = 2,20$  m/s).

O valor de folga foi determinado em **F = 1,40 m//**

Utilizando a cota do coroamento e operando hidráulicamente o vertedouro, obteve-se uma lâmina máxima de 2,50 m, para TR 1.000, e de 3,20 m, para TR 10.000. Para tanto, foi considerado o vertedouro em soleira espessa com 200,00 m de largura e cheia de projeto com tempo de recorrência de 1.000 anos, apresentada nos estudos hidrológicos:  $Q_{1000}=1.273,00$  m<sup>3</sup>/s.

Assim:

$C_s$  = cota da soleira do sangradouro ..... 182,00m

R = Revanche (TR 1.000)..... 3,90 m

CC = 182,00 + 3,90 = 185,90m//

Faz-se necessário de verificação para TR=10.000 anos – Hs = 3,20m

Considerando altura de segurança adicional de 0,991m (referente à onda formada), acrescida de folga de segurança de 0,50 m, conforme Cruz (1996):

Então,  $CC = 182,00 + 3,20 + 0,991 + 0,50 = 186,691\text{m} > 185,90\text{m}$ .

Como verificação com a lâmina para  $TR = 10.000$  anos foi maior que a  $TR = 1.000$  anos, resulta, portanto, uma cota máxima da lâmina de água de  $186,691\text{m}$ , o que nos levou a adotar a **cota 187,00** m para o coroamento da barragem e conseqüentemente, a altura máxima da barragem é de  $37,700\text{m}$ , com largura de crista de  $8,00$  metros.

O coroamento deverá ser revestido por uma camada de  $0,30$  m de espessura de material tipo cascalho natural ou produto de britagem, declividade de  $2\%$  para montante, com a finalidade de facilitar o escoamento das águas pluviais para dentro do lago.

Ao longo da extensão do coroamento, haverá meio fio de concreto simples com  $f_{ck} = 15$  MPa.

Para os taludes do maciço, com base no material disponível na maioria das jazidas locais (SM/SC), a seção tipo foi fixada com inclinação do talude de montante como  $2,5:1,0$  (H:V) até a linha de escavação. Para o talude de jusante foi fixada uma inclinação de  $2,0:1,0$  (H:V), com berma de equilíbrio de  $4,00$  m de largura na cota  $172,00$  m.

O sistema de drenagem interna da barragem será constituído por um filtro inclinado para montante face a altura da barragem, reduzindo assim as tensões nesta área. Na sequência do filtro, para jusante, está prevista uma camada de transição em brita seguida por outra camada de material random proveniente das escavações obrigatórias do vertedouro.

O talude de montante deverá receber proteção contra a erosão causada pela ação das ondas que se formarão no lago (montante).

No talude de montante, será adotada a solução em *rip-rap*, formado por uma camada de enrocamento (*rip-rap*), de  $0,60$  m, e outra camada de transição  $e_2$  produzida na obra, de  $0,30$  m, totalizando como proteção, uma espessura de  $0,90$  m.

O talude de jusante será protegido da ação das águas de chuva pelo próprio enrocamento do espaldar de jusante, que se estenderá até a face externa da barragem, cujo talude externo será de  $2,0(H) : 1,0(V)$ .

Para a fundação da barragem na área de implantação, haverá limpeza através da escavação de material não consolidado, classificado pela geologia/geotecnia, bem como detectado nas sondagens como, “*sedimentos de aluvião arenoso e solos inconsolidados, limitados por camada de solo residual, consistindo na remoção deste solo de recobrimento com espessuras médias variando de 1,00 a 5,00 metros*”. Nas regiões onde a rocha aflora, esta limpeza de solo residual será necessária.

Abaixo desta linha de escavação, na região situada entre as estacas E108+00m a E173+00m, há alternância no perfil geotécnico entre solo residual mais permeável e fragmentos de rocha muito fraturada com baixa recuperação, principalmente na região entre o rio principal e o rio secundário. Nesta região delimitada, está previsto um *cut-off* parcial com taludes de 1,5 (H):1,0 (V) e largura da base de 7,00 m localizado no eixo da barragem.

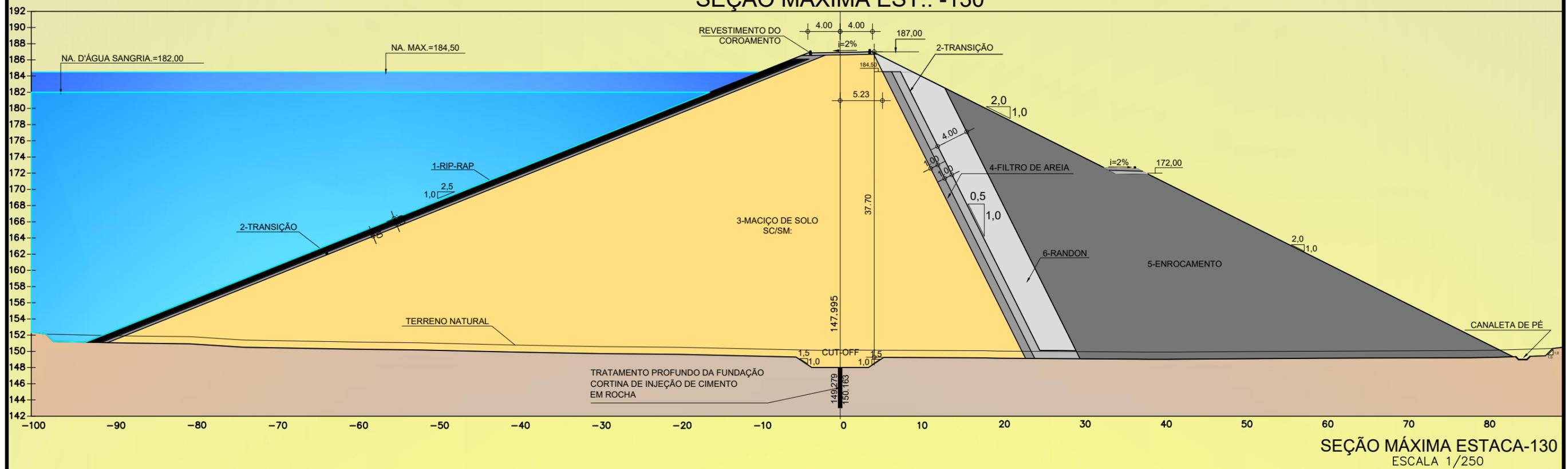
Complementando a função do *cut-off*, está previsto um tratamento mais intenso em profundidade, através de injeção de calda de cimento, iniciando abaixo da escavação da base do *cut-off* e limitado a esta região, com locação dos furos ao longo do seu eixo. Em dois trechos específicos, onde os ensaios de perda d'água específica apresentaram valores de perda total, haverá uma campanha de consolidação em uma área entre as estacas E148 a E154, 139 a 145 e E125 a E114 completando o tratamento pela cortina de injeções.

Com o preenchimento de material impermeável na trincheira vedante (material da fundação), ocorrerá a redução da percolação sob o maciço e das pressões no pé de jusante, diretamente proporcionais à profundidade da trincheira.

Para a região das ombreiras não está prevista a extensão desse *cut-off*, uma vez que o solo residual é encontrado menos profundo, cujas permeabilidades são menores, não necessitando grandes escavações.

A **Figura 3.5** apresenta a seção tipo da barragem.

### SEÇÃO MÁXIMA EST.: -130



SEÇÃO MÁXIMA ESTACA-130  
ESCALA 1/250

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH - CE COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS			
BARRAGEM POÇO COMPRIDO			
Desenhista: Antonio Carlos	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA FIGURA 3.5 SEÇÃO TIPO DA BARRAGEM	Escala:	1/500
Coordenação Especial:		Data:	MAIO/2022
Coordenação Geral:		Nº do Desenho:	FIGURA 3.5
		Descrição do Desenho:	BARRAGEM

### 3.7 - 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.

O estudo hidrológico apresentou os seguintes dados para o dimensionamento do vertedouro (**Quadros 3.11 e 3.12**).

**Quadro 3.11 - Resultados dos Estudos de Cheia TR=1.000 anos**

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 3.12 - Resultados dos Estudos de Cheia TR=10.000 anos**

Tr = 10.000 anos	V = 329,59 hm <sup>3</sup> H = 182,00m		
	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%

Na fase de Anteprojeto foram verificadas sete alternativas de vertedouro. Sendo estudadas duas alternativas de soleira, sendo elas: Creager e espessa escavada em rocha, e mais cinco diferentes opções de locação do canal de dissipação. No total, sete alternativas foram testadas para definição do tipo de soleira a ser utilizada. Para a avaliação das alternativas foram utilizados os seguintes dados:

- Descarga Total de Projeto (Milenar) ..... Q = 1.314,00 m<sup>3</sup>/s
- Descarga Total de Projeto (Decamilenar) ..... Q = 1.819,00 m<sup>3</sup>/s
- Lâmina Máxima Adotada ..... H<sub>0</sub>=2,619m
- Coeficiente de descarga para o sangradouro (parede delgada)..... C<sub>0</sub> = 1,55 m<sup>3</sup>/s
- Cota do coroamento da barragem: ..... C<sub>s</sub> = 182,00m
- Cota do leito do rio na seção da barragem: ..... C<sub>r</sub> = 150,00m

Em suma, a solução adotada para o desenvolvimento do projeto será vertedouro do tipo soleira espessa escavada em rocha, tendo como soleira apenas um cordão de fixação e, a jusante, um canal de dissipação com queda escavada em rocha.

O estudo das alternativas do vertedouro foi desenvolvido no Relatório do Anteprojeto da Barragem Poço Comprido, Volume 2 –Tomo 1B – Memória de Cálculos.

A cota da soleira foi definida, no estudo hidrológico, como sendo a cota 182,00 m. No mesmo estudo, as vazões e lâminas foram definidas utilizando como premissa inicial um vertedouro do tipo delgado. Para isto, no cálculo hidrológico foi adotado um coeficiente de descarga (C<sub>0</sub>= 2,20 m) que resultou nas lâminas apresentadas nos Quadros 3.11 e 3.12, anteriormente apresentados.

Nesta fase do projeto foram definidas a forma do vertedouro e sua soleira, que passou pela definição de um novo coeficiente de descarga e definiram as características finais do vertedouro, conforme o projeto, foram adotados nos cálculos os seguintes dados:

- Descarga Total de Projeto (Milenar) ..... Q = 1.273,00 m<sup>3</sup>/s
- Descarga Total de Projeto (Decamilenar)..... Q = 1.765,00 m<sup>3</sup>/s
- Lâmina Máxima Adotada (milénar) ..... H<sub>0</sub>=2,50 m
- Lâmina Máxima maximorum adotada (decamilenar) ..... H<sub>0</sub>=3,20 m
- Largura ..... L=200,00 m
- Coeficiente de descarga para sangradouro (parede espessa) ..... C<sub>0</sub> = 1,550 m<sup>1/2</sup>/s
- Cota da soleira do vertedouro..... C<sub>s</sub> = 182,00 m
- Cota do coroamento da barragem ..... C<sub>c</sub> = 187,00 m
- Cota da fundação na seção da barragem..... C<sub>r</sub> = 148,00 m

Em suma, a solução adotada para o desenvolvimento do projeto executivo será vertedouro do tipo soleira espessa escavada em rocha, tendo como soleira apenas um cordão de fixação na altura da estaca -M1, sendo construído em concreto na cota 182,00 m.

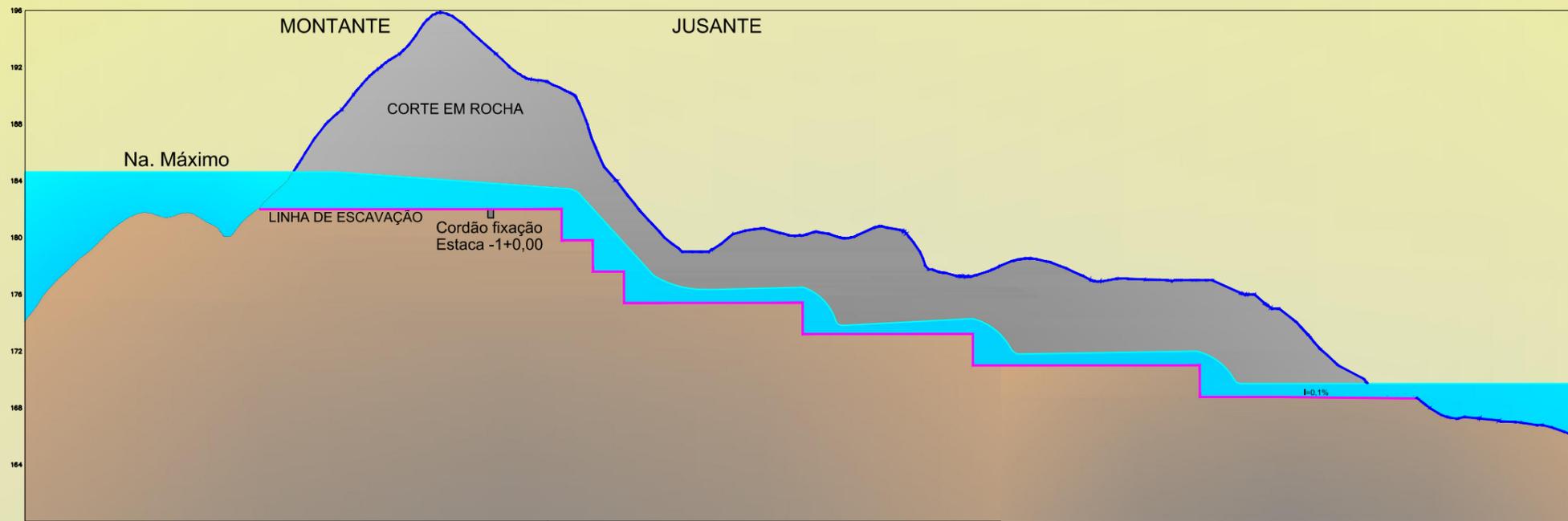
A montante do cordão de fixação foi projetado um canal de aproximação escavado em rocha na cota 182,00 m, com uma largura de 200,00 m. A escavação iniciará na estaca -M10,0 a montante e terminará na estaca -J0+10,0m do seu eixo, o que perfaz um total de 210,00 m de comprimento.

Para a restituição da água vertente ao leito do riacho dos Macacos, será escavado um canal em rocha a partir da estaca -J0+10,0 m até a estaca J30+00 m, com um total de 590,0m de comprimento e largura de 200,00 m. O canal terá várias quedas sucessivas escavadas em rocha, iniciando na cota 182,00 m até a cota 168,80 m.

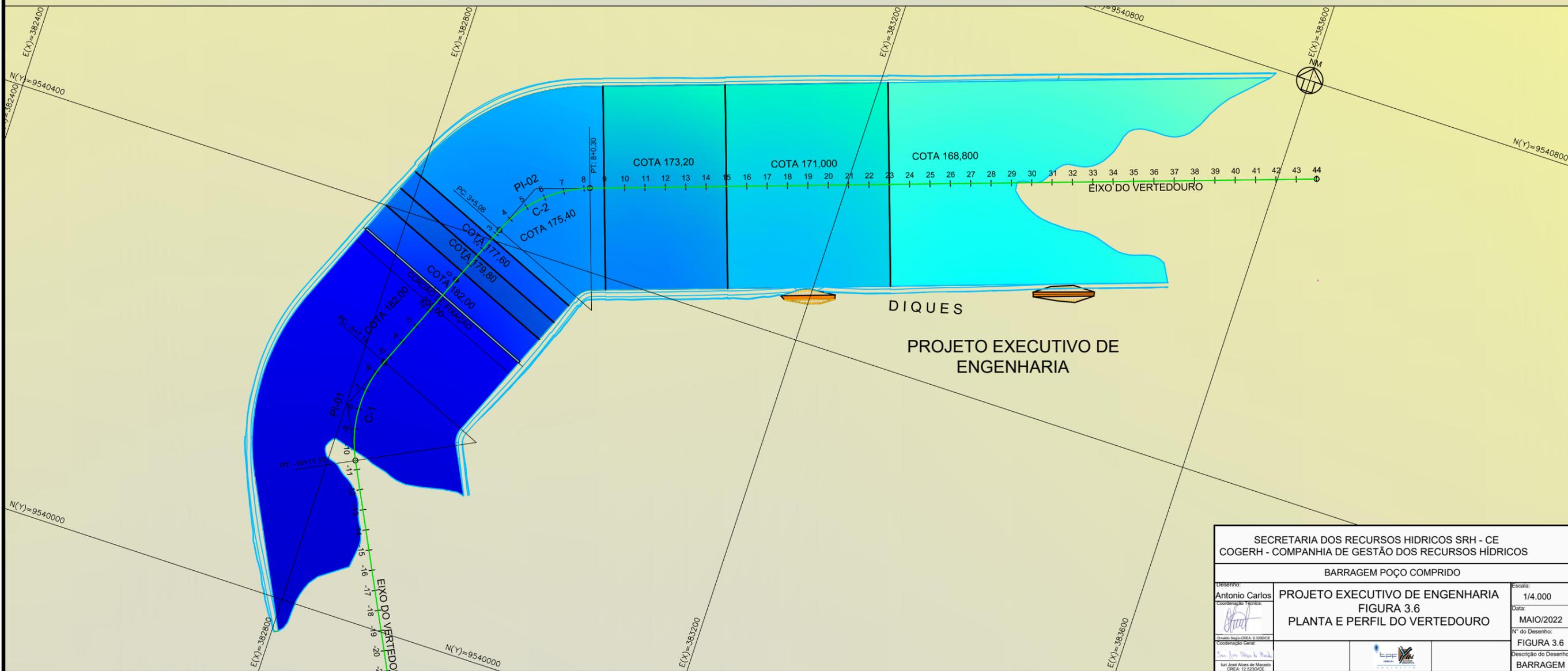
O canal de restituição foi projetado com várias quedas abruptas ao longo do seu percurso. A estrutura de queda abrupta tem como principal função regular o declive do canal. A colocação desta estrutura, ao longo do percurso do canal de escoamento, faz com que o declive do canal deixe de ser constantemente acentuado, passando a ter trechos com quedas verticais, com declives suaves ou sem declividades.

A predominância da escavação obrigatória do vertedouro será de rocha, com volume de escavação estimado em 1.290.700,00 m<sup>3</sup> que deverá ser aproveitada integralmente para a execução do Rip-Rap de montante, enrocamento do espaldar de jusante da barragem, para produção de brita e no dique lateral do vertedouro.

A **Figura 3.6** apresenta a planta baixa e perfil do vertedouro.



PERFIL LONGITUDINAL



DIQUES  
PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH - CE COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS		
BARRAGEM POÇO COMPRIDO		
Desenho: Antonio Carlos	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA FIGURA 3.6 PLANTA E PERFIL DO VERTEDEURO	Escala: 1/4.000
Coordenação Especial: <i>[Signature]</i>		Data: MAIO/2022
Coordenação Geral: Orlando Siqueira CREA: 3.139/DCE		Nº do Desenho: FIGURA 3.6
Julio José Alves de Macedo CREA: 17.521/DCE		Descrição do Desenho: BARRAGEM

### 3.8 - TOMADA D'ÁGUA

Conforme já mencionado, a tomada d'água estará situada na ombreira esquerda, na estaca E136+0 m, e será composta por duas tubulações em aço com diâmetro de 1.500 mm envelopadas em concreto armado.

A tomada d'água se posiciona formando um ângulo de 90° com o eixo da barragem, tendo o eixo da boca de montante à cota 158,50 m e o eixo da boca de jusante a mesma de montante.

A tomada d'água proposta para implantação na barragem Poço Comprido será composta por uma obra de controle de montante, corpo da tomada e uma caixa de jusante de controle de equipamentos.

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 e, em seu topo, será instalado um sistema de elevação para a comporta e a grade.

Cada tubulação possuirá em sua entrada, uma grade de proteção, seguida, mais para jusante, de uma comporta acionada por meio de dispositivo mecânico de elevação.

O controle das vazões é feito através de duas válvulas dispersoras do tipo Howell-Bunger, colocada na extremidade de jusante, a fim de permitir uma descarga dissipada na área a jusante do maciço da barragem. Será construída uma casa de comando que abrigará o sistema de controle e acionamento das válvulas.

Para o esvaziamento do reservatório está previsto, em cada tubulação de 1.500 mm, a instalação, à jusante, de uma válvula borboleta para o controle da descarga de esvaziamento.

A caixa de montante será construída em concreto armado, onde será instalada uma grade de limpeza de 2,00 x 2,50 m e uma comporta tipo stop log com dimensão de 2,0 x 2,5 m, cuja elevação será feita por uma talha de 15 toneladas que será instalada na laje da torre.

Acima da caixa de montante será construída uma torre de controle de equipamento, o que permitirá a operação destes, instalados na caixa de montante e servirá de acesso ao interior da galeria da tomada d'água. Em seu topo será instalado um sistema de elevação para a comporta e para a grade.

Para o acesso à torre será construída uma ponte interligando a torre ao coroamento da barragem.

A caixa de jusante será construída em concreto armado, e será composta de duas câmaras isoladas: a primeira do tipo seca, onde serão instalados os equipamentos, e a segunda molhada, onde será descarregada a vazão da válvula dispersora e feita o amortecimento da descarga.

Na caixa de jusante serão instalados os equipamentos de controle sendo eles: duas válvulas borboleta de 1.500 mm, duas válvula borboleta de 700 mm e duas válvulas dispersoras tipo HOWELL BUNGER, com diâmetro de 700 mm.

Para operação do sistema, o mesmo será provido de energia elétrica da concessionária e de grupo gerador para situações emergenciais.

A localização da galeria foi fixada em função das condições hidrológicas, geotécnicas e topográficas apresentadas, sendo definida a cota 158,50 m para a soleira a montante.

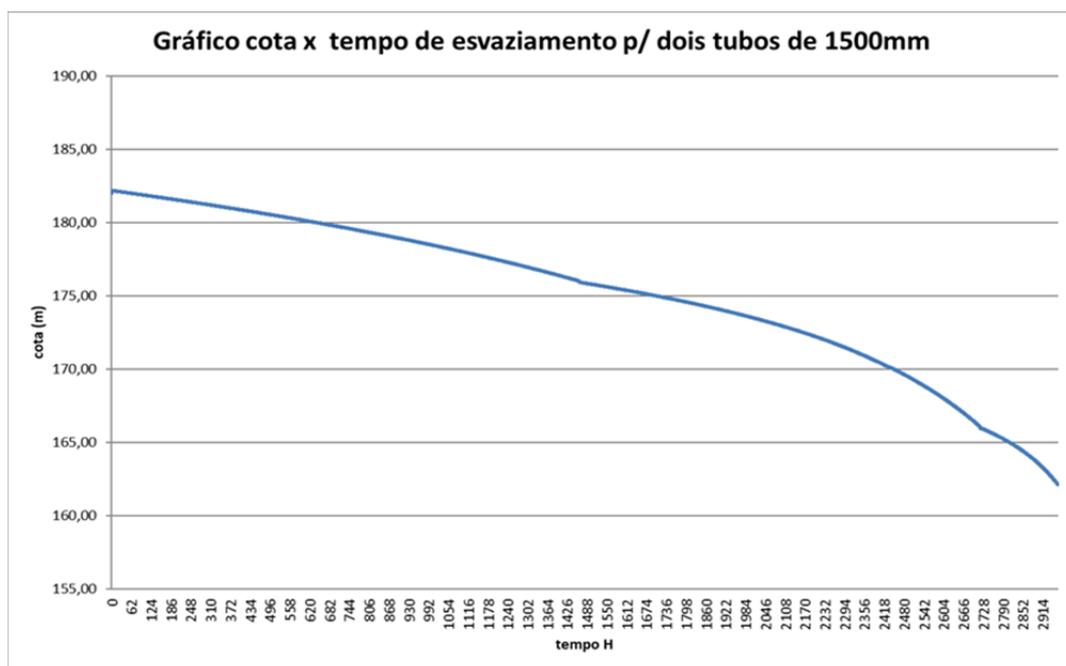
Foi definida a galeria para as seguintes condições de operação:

- Qmédia reg. = Vazão Méd .....2,675m<sup>3</sup>/s;
- Qmáxima, reg. = Vazão Max permitida.....3,344m<sup>3</sup>/s;
- Comprimento da tubulação .....L = 155,0 0 m;
- Cota NA normal. .... 182,00m;
- Cota do eixo na entrada da tubulação .....158,50m;
- Cota do eixo na saída da tubulação.....158,50m.
- Cota mínima operacional .....160,00m.
- Csm.....Cota de soleira de entrada, 157,25 m;
- CSj .....Cota de soleira do Saída, 155,50 m;
- Tipo de galeria .....Tubulação em aço revestido de concreto
- Diâmetro da galeria:..... 2x1.500 mm
- Equipamento de controle .....Válvula disp. Dn 700 mm
- Equipamento de Montante .....grade e comporta vagão
- Dimensão da comporta .....2,0 x 2,5 m
- M= Quantidade de módulos.....2 un
- B= base de cada célula.....2,000 m;
- H= altura de cada célula ..... 2,500 m;

Para definição da descarga de fundo da barragem, foi previsto o aproveitamento da estrutura da tomada d'água, para funcionar como descarga livre interligando o lago da barragem à caixa de jusante de dissipação.

Para dimensionamento do circuito hidráulico a ser adotado, foi realizada simulação do tempo de esvaziamento para a opção de uma tubulação de 1.500,00 mm e para dois tubos com diâmetro de 1.500,00 mm, tendo sido adotado o diâmetro com duas tubulações.

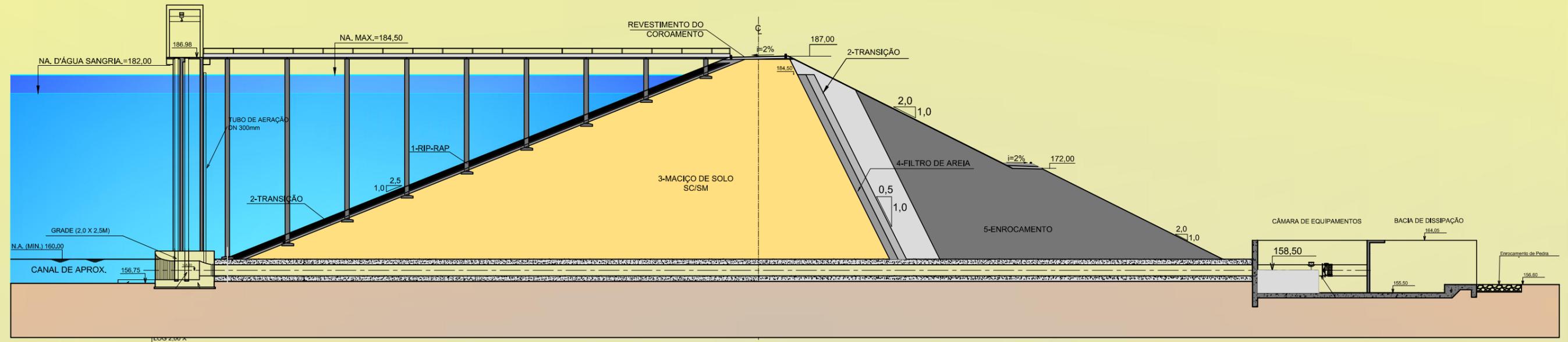
Para o esvaziamento do reservatório foi previsto que o tempo máximo será de 126,90 dias, conforme gráfico da **Figura 3.7**.



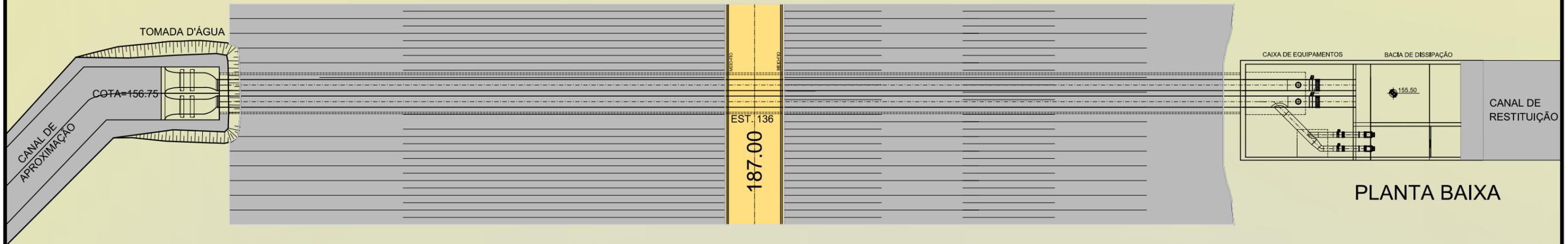
**Figura 3.7 - Curva Cota x Tempo de Esvaziamento com Dois Tubos Diâm. 1.500mm**

A seguir na **Figura 3.8** é apresentado o arranjo geral da tomada d'água.

# SEÇÃO TIPO ESTACA - 136 - TOMADA D'ÁGUA



SEÇÃO



PLANTA BAIXA

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH - CE COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS		
BARRAGEM POÇO COMPRIDO		
Desenho: Antonio Carlos	PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA FIGURA 3.8 ARRANJO GERAL DA TOMADA D'ÁGUA	Escala: 1/550
Coordenação Especial: <i>[Signature]</i>		Data: MAIO/2022
Coordenação Geral: Orlando Siqueira CREA: 3.1090/DCE		Nº do Desenho: FIGURA 3.8
Coordenação Geral: José José Alves de Macedo CREA: 12.522/DCE		Descrição do Desenho: VERTEDOURO

### 3.9 - INSTRUMENTAÇÃO DA BARRAGEM

O comportamento da barragem será avaliado por meio de piezômetros, medidores de vazão de percolação e marcos superficiais.

A escolha dos instrumentos e localização foi definida seguindo o seguinte critério:

- Piezômetros: para avaliação do nível d'água percolando no maciço e na fundação, totalizando 16 piezômetros distribuídos da seguinte forma: 5 instrumentos serão localizados no talvegue principal (estaca 130), 5 instrumentos no talvegue secundário ( estaca 151), 3 instrumentos na ombreira direita (estaca 122) e 3 instrumentos na ombreira esquerda (estaca 164);
- Marcos superficiais: para avaliação da deformação do maciço e talude em rocha, estão previstos 4 marcos superficiais, ao longo da crista da barragem em terra localizados nas estacas 122, 130, 151 e 164 junto aos medidores de recalque e na berma do talude de jusante nas mesmas estacas;
- Medidores de vazão: para determinação das vazões de percolação, foram previstos dois medidores que serão instalados na drenagem existente no pé da barragem, um para cada ombreira (est. 122 e 164);
- Réguas limnimétricas: Para medição do nível de água na barragem, serão instaladas três linhas de réguas, uma em cada ombreira e uma próxima ao vertedouro.

Os **Quadros 3.13** a **3.17** sintetizam a quantidade e localização dos instrumentos da barragem.

**Quadro 3.13 - Resumo Geral dos Instrumentos**

<b>Instrumentos</b>	<b>Quantidade</b>
Piezômetros tipo Casagrande	16
Marcos superficiais	8
Medidores de recalque tipo telescópico	4
Medidor de vazão	2

**Quadro 3.14 - Resumo da Localização e Instalação dos Piezômetros nas Seções**

PIEZÔMETRO	Local	Seção/ Estaca	Afast. em relação ao centro da crista	Cota inst. ( PZ)	cota piezométrica
			(m):		leitura inicial (m)
PZ-01	contato cut-off / fundação	I / 164	eixo + 0,5	156,34	6,3725
PZ-02	fundação		eixo + 0,5	153,35	8,5321
PZ-03	fundação jusante		eixo + 35,894	153,33	6,4893
PZ-04	maciço	II / 151	eixo + 0,5	182,38	-0,2218
PZ-05	contato cut-off / fundação		eixo + 0,5	146,50	10,5797
PZ-06	fundação		eixo + 0,5	143,48	12,2626
PZ-07	contato cut-off / fundação		eixo + 4,00	146,83	9,1948
PZ-08	fundação		eixo + 35,687	143,50	7,4564
PZ-09	maciço	III / 130	eixo + 0,5	182,31	-0,2091
PZ-10	contato cut-off/ fundação		eixo + 0,5	148,00	7,6040
PZ-11	fundação		eixo + 0,5	144,96	9,1263
PZ-12	contato cut-off / fundação		eixo + 4,00	148,33	6,1362
PZ-13	fundação		eixo + 35,718	144,94	4,3539
PZ-14	contato cut-off / fundação	IV / 122	eixo + 0,5	150,00	11,5342
PZ-15	fundação		eixo + 0,5	147,02	13,3792
PZ-16	fundação jusante		eixo + 35,923	147,01	9,5927

**Quadro 3.15 - Resumo da Localização e Instalação dos Marcos Superficiais**

Marco Superficial	Estaca (k +m):	Afast. (m):	Cota inst. (m):
MS-01	164	2,50-J	187
MS-02	151	2,50-J	187
MS-03	130	2,50-J	187
MS-04	122	2,50-J	187
MS-05	164	Berma de jusante	172
MS-06	151	Berma de jusante	172
MS-07	130	Berma de jusante	172
MS-08	122	Berma de jusante	172

**Quadro 3.16 - Resumo da Localização e Instalação dos Medidores de Recalque**

Medidor de Recalque	Estaca (k +m):	Afast. (m):	Cota inst. (m):
MR-01	164	2,50-J	187
MR-02	151	2,50-J	187
MR-03	130	2,50-J	187
MR-04	122	2,50-J	187

**Quadro 3.17 - Resumo da Localização e Instalação dos Medidores de Vazão**

Med. de vazão	Estaca (k +m):	Afast. (m):
MV-01	164	Pé do talude de jusante
MV-02	122	Pé do talude de jusante

### 3.10 - INTERFERÊNCIA DA OBRA COM A INFRAESTRUTURA EXISTENTE

Após o enchimento do lago da barragem Poço Comprido, o mesmo deverá interferir com as seguintes infraestruturas existentes:

- Uma linha de transmissão de 69,00 Kv, pertencente à CHESF, localizada na margem da estrada CE-366, que liga a cidade de Santa Quitéria a Varjota, com comprimento total de 2,70 km;
- Duas linhas de transmissão de 13,80 Kv, pertencente à ENEL, a primeira localizada na margem da estrada CE-366, que liga a cidade de Santa Quitéria a Varjota, com comprimento total de 2,70 km, e a segunda na margem esquerda do lago passando ao lado do local do vertedouro e que interliga a cidade de Hidrolândia a Varjota, com comprimento de 1,30 km;
- Inundação de um trecho da CE-366, estrada que interliga a cidade de Santa Quitéria a Varjota, com comprimento total de 3,30 km;
- Inundação de uma rede bifásica existente ao longo da margem direita do riacho do macacos, com comprimento total de 10,8 km;
- Inundação da ponte existente sobre o riacho dos Macacos na CE-366, estrada que interliga a cidade de Santa Quitéria a Hidrolândia. A ponte mede 100,00 m de comprimento, conseqüentemente, acarretará inundação de 1,90 km desta estrada, nas proximidades da ponte.



No Relatório do Volume 1 - Projeto executivo, Tomo 2 – Desenhos e plantas, foram apresentados os estudos preliminares referentes ao deslocamento das duas estradas e da ponte sobre o riacho dos Macacos.

## 4 - INVESTIMENTO E CRONOGRAMA

## 4 - INVESTIMENTO E CRONOGRAMA

### 4.1 - INVESTIMENTO

O orçamento do projeto executivo teve como base as regras e critérios para elaboração de orçamento de referência para execução de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos do orçamento da união, definido pelo decreto Nº 7.983, de 08 de abril de 2013.

Os preços unitários tiveram como base as tabelas de preço do tipo onerada, referentes às datas SICRO/JAN/2022, SINAPI/MARÇO/2022.

Para os serviços não existentes nas planilhas oficiais foram usadas composições unitárias praticadas em outros órgãos ou pelo mercado. Para estas composições foram aplicados em seus insumos preços existentes nas planilhas SICRO/SINAPI. Para quando da inexistência do preço dos insumos nas tabelas oficiais, foi realizado cotação de preço no mercado de pelo menos três fornecedores diferentes e adotado, no orçamento, o menor preço.

O BDI utilizado foi de 24,30%, para serviços, e 12% para fornecimento. Para o cálculo do BDI, foi utilizado a fórmula definida pelo acórdão do TCU, de 20 de setembro de 2011 -TC 036.076/2011-2. Os valores definidos atendem ao ACÓRDÃO Nº 2622/2013 – TCU – Plenário.

O planejamento da obra teve como base a produtividade necessária para conclusão da obra em 36 meses (**Figura 4.1**). Para isto, foi definido a equipe de produção necessária para execução de todas as tarefas e, com base na mesma, foi definido a equipe mínima da administração local, equipamentos e serviços necessários para suportar a produção dimensionada.

O **Quadro 4.1** apresenta o resumo do orçamento da obra.

**Quadro 4.1 - Resumo do Orçamento da Barragem Poço Comprido**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1.0</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	<b>42.779.434,54</b>
1.1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA	598.806,68
1.2	A - IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE SERVIÇOS (ADMINISTRAÇÃO, OFICINA, REFEITÓRIO E ÁREA DE PRODUÇÃO)	2.271.492,86
1.3	ADMINISTRAÇÃO LOCAL E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE SERVIÇOS	22.173.246,36
1.4	APOIO À FISCALIZAÇÃO	1.554.756,48
1.5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	16.057.029,31
1.9	CASA DO AGIR	124.102,85
<b>2.0</b>	<b>REDE VIÁRIA INTERNA</b>	<b>795.347,46</b>
2.1	CAMINHO DE SERVIÇO E MANUTENÇÃO	629.412,78
2.2	ESTRADA DE ACESSO	165.934,68
<b>3.0</b>	<b>BARRAGEM EM SOLO</b>	<b>88.810.167,50</b>
3.1	FUNDAÇÃO	11.860.853,01
3.2	MACIÇO EM SOLO	76.949.314,49
<b>4.0</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO</b>	<b>266.635,78</b>
4.1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE MATERIAIS	266.635,78
<b>5.0</b>	<b>VERTEDOURO</b>	<b>55.959.674,68</b>
5.1	FUNDAÇÃO E ESCAVAÇÃO	55.869.992,74
5.2	ESTRUTURA	31.513,82
5.3	DIQUE	58.168,12
<b>6.0</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA</b>	<b>13.631.095,16</b>
6.1	TOMADA D'ÁGUA, ESTRUTURAS	5.849.177,12
6.2.1	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETROMECANICOS DA TOMADA D'ÁGUA	7.632.060,80
6.2.2	MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS ELETROMECANICOS DA TOMADA D'ÁGUA	149.857,24
<b>7.0</b>	<b>INSTALAÇÃO ELÉTRICA - CASA DE COMANDO</b>	<b>103.745,46</b>
7.1	ILUMINAÇÃO EXTERNA CASA DE COMANDO	53.138,00
7.2	SUBESTAÇÃO AÉREA 45 KVA	31.057,92
7.3	ILUMINAÇÃO INTERNA DA CASA DE COMANDO	19.549,54
<b>8.0</b>	<b>SERVIÇO NA BACIA HIDRÁULICA</b>	<b>31.765.523,76</b>
8.1	DESMATAMENTO E LIMPEZA DA BACIA	23.186.807,91
8.2	PLANO DE RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS E ÁREAS DEGRADADAS	8.578.715,85
<b>9.0</b>	<b>INTERFERÊNCIAS COM O LAGO DE INUNDAÇÃO</b>	<b>22.840.442,36</b>
9.1	DESVIO DA CE-366 (1,9KM)	3.156.596,88
9.2	DESVIO DA CE-257 (3,3KM)	451.926,65
9.3	PONTO SOBRE A CE-257 (150,0M)	17.469.138,44
9.4	LINHA DE TRANSMISSÃO 69KV (2KM)	1.762.780,39
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>256.952.066,70</b>





**Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos**