



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**

**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**

**Revisão 2**



MAIO / 2019

**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**

**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**

**Revisão 2**

**MAIO/2019**

## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

O Consórcio IBI/TPF, com sede à Rua Silva Jatahy, 15 – 7º andar, na cidade de Fortaleza-Ceará, contratada 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”.

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 – 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 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 a 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

- 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 DA SUSTENTABILIDADE DE OBRA HÍDRICA – CERTOH

O presente relatório refere-se ao **Relatório de Identificação de Obras – RIO; TOMO 1 e 1A** da Barragem Poço Comprido.

Este relatório tem como principal objetivo a coleta e a análise de toda documentação existente a respeito das obras para uma melhor avaliação dos estudos das alternativas propostas.

## ÍNDICE

## ÍNDICE

<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....</b>	<b>11</b>
<b>3 - ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE.....</b>	<b>14</b>
3.1 - GENERALIDADES .....	14
3.2 - CARTOGRAFIA .....	15
3.3 - ESTUDO DO ANTEPROJETO ELABORADO DNOCS/SEEBLA (1977).....	15
<b>3.3.1 - Geologia local .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3.2 - Geotecnia .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3.3 - Hidrologia .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.4 - Descrição das obras do anteprojeto elaborado pela SEEBLA .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.5 - Ficha Técnica do Anteprojeto .....</b>	<b>26</b>
3.4 - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS – PLANERH.....	27
3.5 - ANÁLISE DOS ASPECTOS E CONDIÇÕES FÍSICAS .....	30
<b>3.5.1 - Climatologia .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.2 - Hidrografia.....</b>	<b>34</b>
<b>3.5.3 - Solos .....</b>	<b>36</b>
<b>3.5.4 - Vegetação .....</b>	<b>43</b>
3.6 - SOCIOECONOMIA.....	46
<b>3.6.1 - Demografia .....</b>	<b>47</b>
<b>3.6.2 - Saneamento Básico.....</b>	<b>47</b>
<b>3.6.3 - Saúde .....</b>	<b>49</b>
<b>3.6.4 - Educação.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6.5 - Economia.....</b>	<b>51</b>
<b>3.6.6 - Renda.....</b>	<b>51</b>
<b>3.6.7 - Indicadores Sociais .....</b>	<b>52</b>
<b>3.6.8 - Ocupação da área atingida pelo reservatório da barragem.....</b>	<b>53</b>
3.7 - PLANEJAMENTO REGIONAL .....	57
<b>4 - RECONHECIMENTO.....</b>	<b>59</b>
4.1 - FOTOINTERPRETAÇÃO .....	59
4.2 - ESCOLHA DOS EIXOS BARRÁVEIS .....	59
<b>4.2.1 - Generalidades .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.2 - Elementos dos eixos localizados .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.3 - Características físicas das alternativas .....</b>	<b>63</b>
4.3 - VISITA AOS LOCAIS DOS EIXOS BARRAVEIS .....	71
4.4 - LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES PRELIMINARES DA CARTOGRAFIA E TOPOGRAFIA.....	71
4.5 - LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES PRELIMINARES DA GEOLOGIA E GEOTECNIA.....	71
<b>4.5.1 - Geologia geral.....</b>	<b>71</b>
<b>4.5.2 - Geomorfologia (relevo) .....</b>	<b>74</b>
<b>4.5.3 - Geologia Local da Barragem.....</b>	<b>76</b>
4.6 - HIDROLOGIA.....	95
<b>4.6.1 - Caracterização Geral .....</b>	<b>95</b>
<b>4.6.2 - Pluviometria .....</b>	<b>95</b>
<b>4.6.3 - FLUVIOMETRIA.....</b>	<b>97</b>
<b>4.6.4 - Estudo de regularização de vazão do açude Poço Comprido.....</b>	<b>98</b>
4.7 - CENÁRIOS PARA A COMPARAÇÃO E ESCOLHA DO EIXO BARRÁVEL.....	106

4.7.1 - Análise e Justificativa das Alternativas de Barramento.....	106
4.7.2 - Conclusão da Análise e Justificativa das Alternativas .....	116
<b>5 - PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS.....</b>	<b>121</b>
5.1 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO .....	121
5.1.1 - Bacia Hidráulica.....	121
5.1.2 - Localização da área Imageada .....	121
5.1.3 - Etapas de Trabalho.....	123
5.1.4 - Elementos Produzidos .....	126
5.1.5 - Utilização da Carta Produzida com Curvas de Nível de 2 em 2 Metros .....	127
5.1.6 - Eixo e Sangradouro do Barramento .....	127
5.2 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	127
5.3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	127
5.3.1 - Sondagens no Eixo do Barramento.....	128
5.3.2 - Sondagens no Vertedouro.....	129
5.3.3 - Estudo de Materiais para Construção .....	129
<b>6 - BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>132</b>



## 1 - INTRODUÇÃO

## 1 - INTRODUÇÃO

O presente documento é parte integrante do relatório denominado RIO - Relatório de Identificação da Obras, e compõe um dos produtos do Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido, a ser construída no Município de Santa Quitéria, no Estado do Ceará, objeto do Contrato N°009/2019/COGERH/CE, que tem como objetivo a “Contratação de Serviços de Consultoria para 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 CONSORCIO IBI/TPF, como decorrência da citada empresa ter sido vencedora do processo licitatório previsto no Edital de Concorrência Pública N° 20170001/COGERH/CCC.

A finalidade deste relatório é apresentar à COGERH a melhor opção do eixo da barragem, para o Rio Macacos, entre os estudados dentro do polígono pré-selecionado no imageamento fornecido pela SRH, que abrange uma área de 130km<sup>2</sup>, conforme termo de referência.

Os estudos de Alternativas compreendem as seguintes etapas:

- Análise da documentação existente;
- Reconhecimento da área de implantação;
- Planejamento de estudos básicos de campo;
- Organização gráfica dos estudos básicos

O presente Relatório de Identificação de Obras (RIO) tem como objetivo principal apresentar os estudos de Alternativas para a localização da Barragem Poço Comprido.

A identificação de alternativas para o barramento se inicia pelos estudos preliminares que constam da coleta de toda a documentação disponível que apresente interesse para os projetos e termina com a escolha definitiva do local mais viável em um nível que possibilite eleger, dentre os locais alternativos barráveis, aquele que terá seus estudos detalhados nas etapas posteriores do projeto.

Dentre os aspectos socioeconômicos a serem considerados nesta Etapa, destacam-se os relacionados com as populações que terão necessidade de serem reassentadas, as infraestruturas necessárias a esse reassentamento e uma estimativa dos levantamentos de melhorias atingidas pela construção das obras. Estes dados serão indispensáveis para à escolha da alternativa do eixo barrável efetivamente desenvolvido ao longo do projeto.

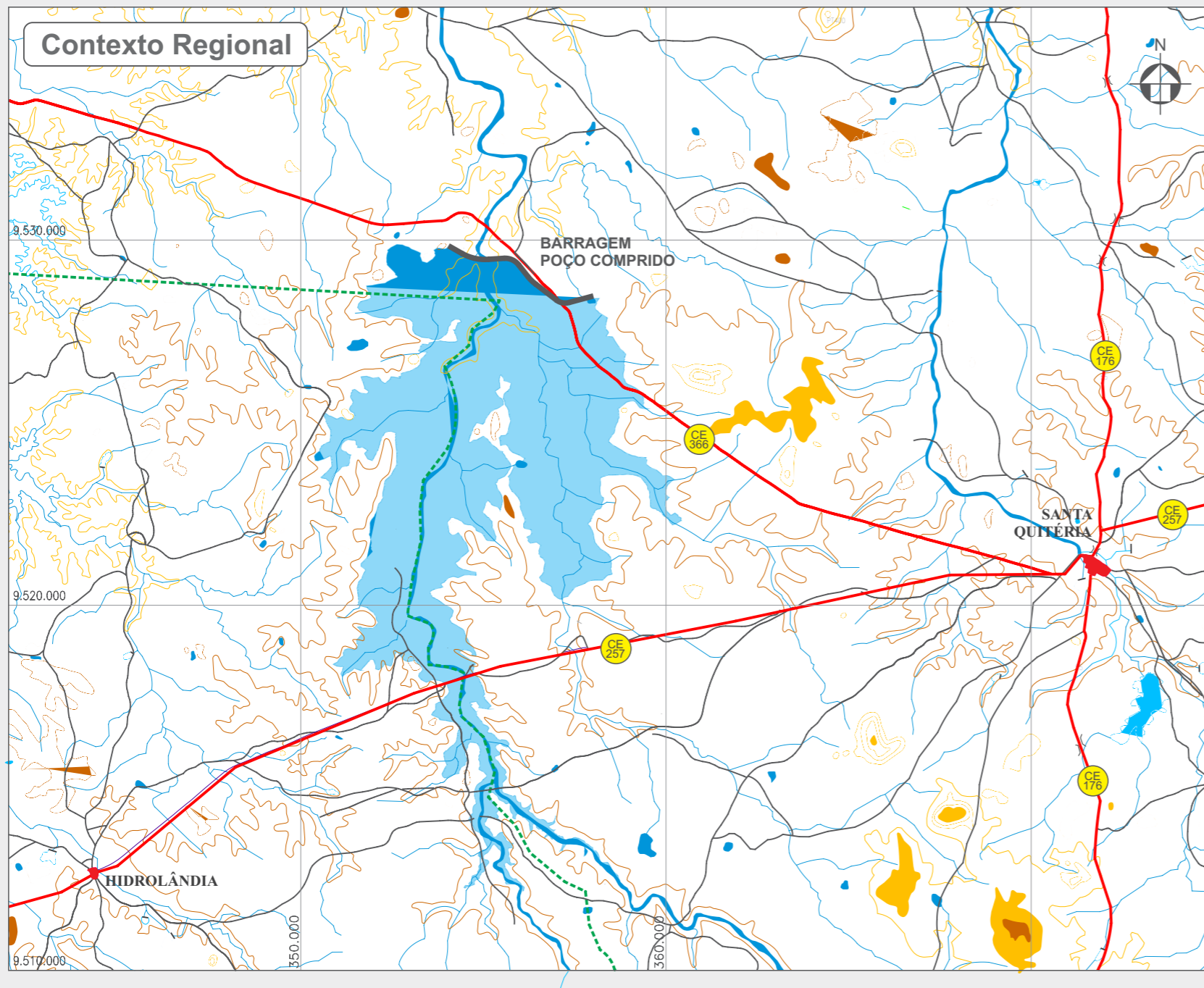
## 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

## 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

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 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. 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 percorre-se mais 17,00 km até uma estrada de terra à esquerda, logo após a interseção com a ponte sobre o rio Macacos, percorrendo-se mais 1 Km, chega-se ao local do eixo da barragem identificada pelo anteprojeto.

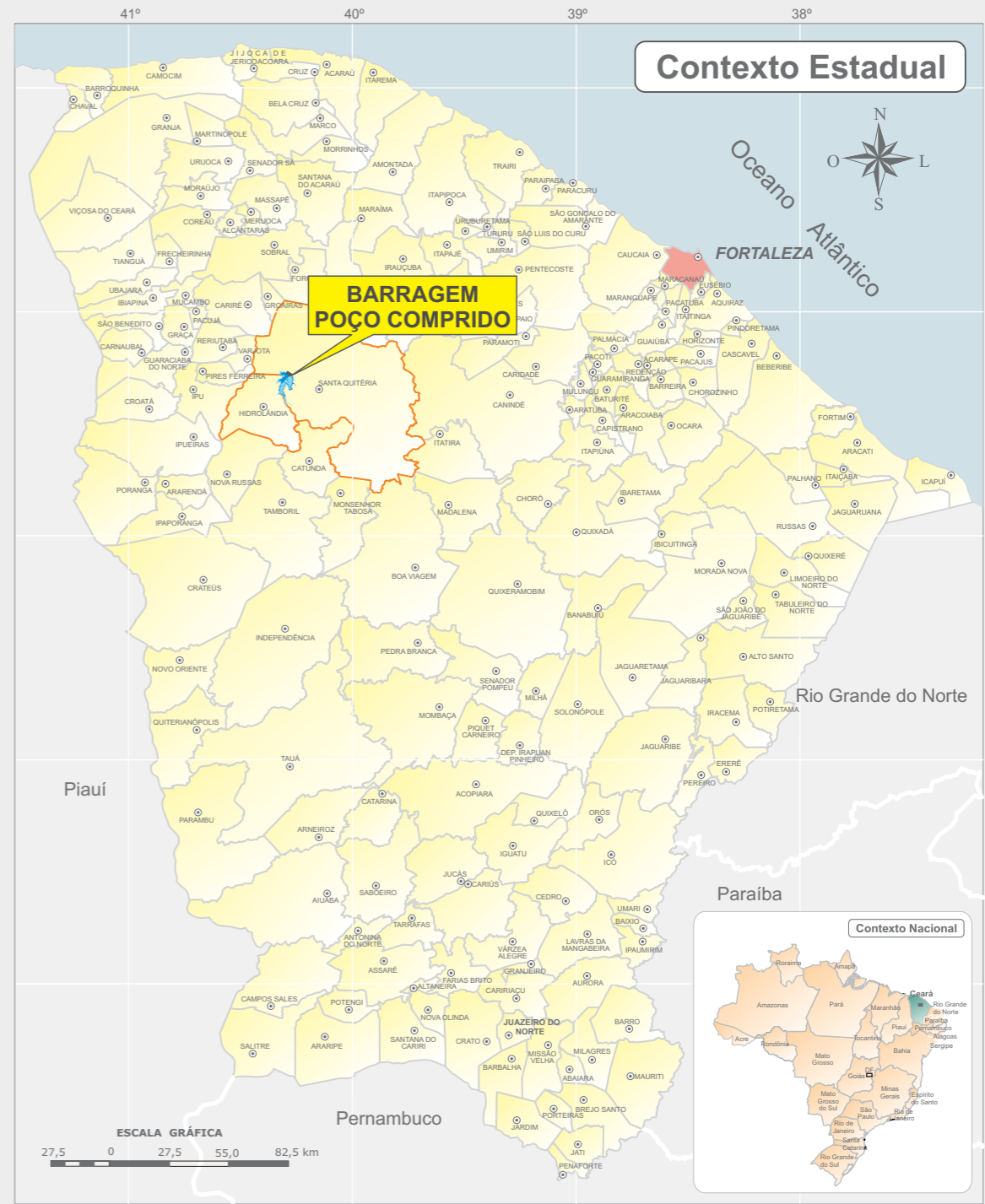
O mapa da **Figura 2.1** aponta a localização da barragem e seu acesso a Fortaleza.



**LEGENDA:**

- █ Área Urbana
- Revestimento Asfáltico
- Revestimento solto
- - - Limite Municipal
- Curso d'água intermitente
- ~ Lago ou lagoa intermitente
- Açudes

**ESCALA GRÁFICA**



FONTE: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE, 2002.

**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

**RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS**

**FIGURA 2.1**  
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO**  
**E ACESSOS**

### **3 - ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE**

### 3 - ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE

#### 3.1 - GENERALIDADES

A região do alto do rio Acaraú que atravessa os sertões dos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia apresenta, continuamente, séria escassez hídrica, o que fomenta a pobreza e o subdesenvolvimento local. Aquela região, assim como outras no semiárido nordestino, vem sendo sinônimo de circunstâncias precárias, tais como fome, mazelas e processos migratórios para grandes centros urbanos como uma forma de fuga da realidade local, afetando de forma direta a qualidade de vida da população.

A melhoria do suprimento de água para múltiplos usos é uma medida fundamental para o desenvolvimento local. Neste contexto, as obras baseadas em barragens (açudes) realizadas pelos governos estadual e federal 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 Açude Público Poço Comprido é uma obra planejada não só para o abastecimento da população regional, como também para integrar o sistema de perenização de água da bacia do Acaraú e combater os efeitos das enchentes em Sobral-CE.

Dos afluentes do Rio Acaraú, os rios Jacurutu e Macacos são os que não dispõem de grandes barragens para controle e regularização dos escoamentos superficiais que ocorrem predominantemente nos períodos chuvosos. O açude Poço Comprido foi planejado em local estratégico, à montante da sede de Sobral e próximo à confluência com o rio Acaraú, barrando o rio 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 à pequenas irrigações para o município de Santa Quitéria, abastecendo diretamente uma população de aproximadamente 34.000 habitantes. Dentre as demais finalidades se destacam a perenização de 33 km do rio Macacos, a irrigação potencial de 200 hectares no aluvião ao longo do trecho perenizado, aproveitamento de vazantes e implementação da piscicultura com produção anual estimada de 775 toneladas de peixe possibilitando ampliar as oportunidades de ocupação, renda e oferta de alimentos.

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

O projeto do Açude 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 SEECLA 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.

O consórcio identificou, junto à Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH), e ao DNOCS Departamento Nacional de obras contra secas a documentação relativa ao Projeto da Barragem Poço Comprido, conforme descrito abaixo:

- ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR VIABILIDADE ECONÔMICA PROJETO BÁSICO DE IRRIGAÇÃO (1977) DETALHAMENTO E ACOMPANHAMENTO DO VALE DO ACARAÚ, Elaborado pela SEECLA, como os seguintes volumes;
  - Volume 1 - Memória descritiva geral;
  - Volume 2 - Condições gerais;
  - Volume 3 - Especificações técnicas;
  - Volume 4 - Sondagens e ensaios geotécnicos
  - Volume 5 - Memória de cálculo;
- Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba-2000 (SRH)
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado Ceará (PLANERH/SRH) atualizado em 2005;

### 3.2 - CARTOGRAFIA

Os termos de referência nomeiam os principais estudos existentes sobre a Barragem de Poço Comprido, como fonte de dados para a concepção das obras, no caso específico da cartografia:

- Cartas da SUDENE, que consiste de material de restituição aerofotogramétricas elaboradas pela SUDENE, Ministério do Exército e IBGE no período de 1960 a 1970. Estas cartas são reproduzidas na escala 1:100.000;
- Cartas Planimétricas elaboradas pelo INCRA, na escala 1:50.000.;
- Mapa rodoviário do DERT na escala 1:750.000, datado de 1992 e reproduzido na documentação dos estudos de 2002 para ilustrar a locação das obras e traçado preliminar da adutora;
- Planta altimétrica elaborado pelo estudo do plano diretor do vale do Acaraú, na escala de 1:1.000, com curvas a cada 2,5m
- Cartas da Embrapa/IBGE SRAM/CEARA- SB-24V-B e SB-14V-D, na escala de 1:250.000

### 3.3 - ESTUDO DO ANTEPROJETO ELABORADO DNOCS/SEECLA (1977).

#### 3.3.1 - Geologia local

A geologia local do eixo definido pelo anteprojeto do DNOCS (1977), descreveu a seguinte situação local:



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 carácter básico corta as rochas. Falhas de diferentes idades são comuns na região.

Os solos locais chegam a 1,5 m de espessura sendo areno-siltosos e pouco argilosos no granito-róseo, e mais, argilosos nos enclaves de xistos de hornblenda-gnaisses.

Matações soltos, formados a partir do intemperismo do granito, foram observados ao longo do eixo de barramento. Este eixo se desenvolve sobre granitos-gnaisses róseos com inclusões de corpos de hornblenda gnaiss e xistos de dimensões centimétricas e métricas.

O complexo granito gnaissico é cortado à montante do eixo pelo mesmo dique de andesito que passa nos eixos dos reservatórios Pedregulho e Serrote. Este dique permite detectar em foto aérea as fraturas que lhe são transversais e o deslocam sendo que algumas se estendem sob a futura barragem.

O relevo da área está associado à erosão hídrica na superfície dos terrenos.

Os gradientes em direção à calha parecem abruptos sendo por vezes controlados por fraturas sub-paralelas ao rio local.

Pelo exposto acima, conclui-se que os maciços existentes no local do barramento apresentam boa capacidade de carga, tendo em vista a pequena espessura do solo alterado e a resistência elevada das rochas envolvidas.

No que concerne à permeabilidade, verificou-se que os sistemas de descontinuidade observados se apresentam em sua maioria fechados. Os ensaios de infiltração com carga constante realizadas nos furos SP-1, SP-3, SP-9 e SP-11, revelaram que a rocha poderá ser pouco permeável, os ensaios apresentaram estanqueidade médias equivalentes a materiais com coeficientes de permeabilidade situadas na faixa de  $10^{-5}$  a  $10^{-6}$  cm/seg.

### 3.3.2 - Geotecnia

O Estudo, ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR VIABILIDADE ECONÔMICA PROJETO BÁSICO DE IRRIGAÇÃO DETALHAMENTO E ACOMPANHAMENTO DO VALE DO ACARAÚ, elaborado pela SEECLA (1977), em seu volume 5 apresenta os resultados dos ensaios das jazidas identificadas na época, tendo sido seleccionada as de nº 2, 4 e 7 para execução do núcleo da barragem.

Foi feita uma campanha de prospecção do material a ser utilizado no barramento do tipo tacto visual e recolhidas algumas amostras para ensaios de laboratórios do material identificado, sendo indicado no estudo treze jazidas com os seguintes volumes estimados, conforme **Quadro 3.1**.

**Quadro 3.1 - Jazidas de solo**

Jazida	Tipo	Volume (m³)
J-1	Solo - SC	816.900
J-2	Solo - SC	897.300
J-3	Solo - SC	240.750
J-4	Solo - SC	363.750
J-5	Solo - SC	243.000
J-6	Solo - SC	202.500
J-7	Solo - SC	457.500
J-8	Solo - SC	931.500
J-9	Solo - SC	393.750
J-10	Solo - SC	273.000
J-11	Solo - SC	101.500
J-12	Solo - SC	169.000
J-13	Solo - SC	110.500

Fonte: Elaboração do Plano Diretor Viabilidade Econômica Projeto Básico de Irrigação Detalhamento e Acompanhamento do Vale do Acaraú. SEEBLA Engenharia de Projetos, 1977.

A **Figura 3.1**, identifica a localização das jazidas levantadas.

Os locais para fundações apresentam boa capacidade de carga face à espessura de solo de alteração e a elevada resistência das rochas envolvidas.

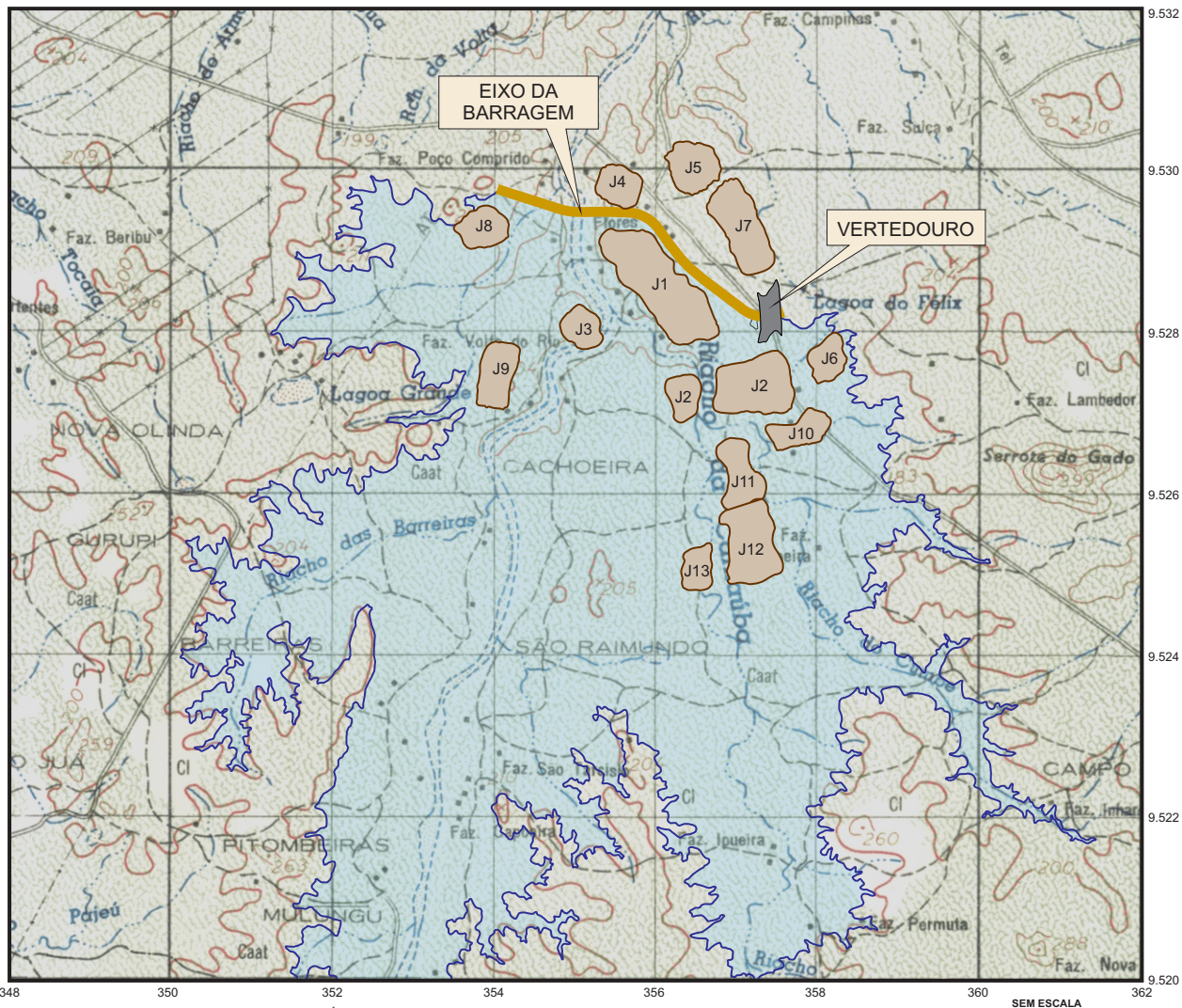
Foram realizadas 12 (Doze) sondagens a percussão, em um total de 13,00 metros perfurados.

No **Quadro 3.2** a seguir são apresentados os dados técnicos gerais das sondagens percussivas realizadas.

**Quadro 3.2 - Sondagens a Percussão**

Sondagem	Profundidade Percussão(m)	Permeabilidade cm/s	Localização
SP-1	1,29	$1,5 \times 10^{-5}$	Eixo Ombreira Direita
SP-3	1,44	$1,8 \times 10^{-5}$	Eixo Ombreira Direita
SP-5	0,95		Eixo Ombreira Direita
SP-7	0,92		Eixo Ombreira Direita
SP-9	1,66	$1 \times 10^{-6}$	Eixo Ombreira Direita
SP-11	1,31	$1,8 \times 10^{-5}$	Eixo Ombreira Direita
SP-13	0,89		Eixo Ombreira Direita
SP-14	0,81		Leito Montante
SP-15	0,61		Leito Montante
SP-16	0,97		Leito
SP-17	1,15		Leito Jusante
SP-18	0,05		Leito Jusante

Fonte: Elaboração do Plano Diretor Viabilidade Econômica Projeto Básico de Irrigação Detalhamento e Acompanhamento do Vale do Acaraú. SEEBLA Engenharia de Projetos, 1977.



VOLUMES (ESTIMADOS) UTILIZÁVEIS DAS JAZIDAS	
JAZIDA Nº	VOLUME (m³)
01	817.000
02	880.000
03	240.000
04	364.000
05	243.000
06	202.000
07	457.000
08	332.000
09	394.000
10	273.000
11	102.000
12	169.000
13	101.000

FONTE: SCN\_Carta\_Topografica\_Matricial-SANTAQUITÉRIA-SB-24-V-B-I-100.000



Jazida 01 ( dentro da bacia hidrográfica).



Jazida 02 ( dentro da bacia hidrográfica).



Jazida 03 ( dentro da bacia hidrográfica).

Fonte: Elaboração do Plano Diretor Viabilidade Econômica Projeto Básico de Irrigação Detalhamento e Acompanhamento do Vale do Acaraú. SEBRA Engenharia de Projetos, 1977

<p>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH</p>	
<p>ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA-RIMA), LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO NO MUNICÍPIO DE SANTAQUITÉRIA, NO ESTADO DO CEARÁ</p>	
<p><b>RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS</b></p>	
	<p>FIGURA 3.1 <b>MAPA DE JAZIDAS EXISTENTES</b></p>

### 3.3.3 - Hidrologia

Os estudos hidrológicos da bacia do rio Macacos, a ser barrado em Poço Comprido, foram elaborados dentro do contexto geral do estudo do Plano Diretor da Bacia do Acaraú.

A bacia da Barragem do Poço Comprido drena cerca de 70% da área da bacia do rio Macacos, banhando os municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia, Nova Russas, Tamboril, Monsenhor Tabosa e Catunda conforme pode-se observar na **Figura 3.2**.

As observações e registros fluviométricos para os estudos do anteprojeto foram realizados a partir dos dados do posto fluviométrico instalado em Trapiá abrangendo uma área de drenagem de 1.518 km<sup>2</sup>. As observações abrangem o período de 1968 a 1977.

Os valores relativos às descargas estão relacionados no **Quadro 3.3**.

**Quadro 3.3 – Descargas Médias Mensais (m<sup>3</sup>/s) do Rio dos Macacos em Trapiá**

ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1968	-	-	-	-	-	1,30	0,059	0,003	0	0	0	0
1969	0	0,110	4,68	23,1	0,666	0,020	0,005	0	0	0	0	0
1970	0,002	0	2,16	0,588	0,074	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	0,21	1,04	15,2	5,15	1,74	0,010	0	0	0	0	0
1972	0	0	0,009	3,29	0,121	0	0	0	0	0	0	0
1973	1,31	3,86	11,7	41,2	7,40	0,595	0,244	0,005	0	0	0	0
1974	5,23	8,65	63,6	-	10,9	0	0	0,002	0,001	0	0	0
1975	0,098	2,08	-	8,86	-	-	9,65	0	0	0	0	0
1976	0	3,18	5,76	5,05	0,188	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0,335	4,20	10,8	7,47	0,046	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração do Plano Diretor Viabilidade Econômica Projeto Básico de Irrigação Detalhamento e Acompanhamento do Vale do Acaraú. SEEBLA Engenharia de Projetos, 1977.

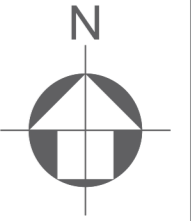
As chuvas médias mensais, relativas a esta bacia, foram calculadas no anteprojeto para o posto acima citado pelo método do polígono de Thiessen.

As enchentes prováveis na bacia do rio Macacos foram avaliadas através da formulação de um modelo regional de cheias empregando para esse fim a metodologia descrita no "Flood Frequency Analysis" da autoria de Dalrymple.

LEGENDA:

- Área Urbana
- Revestimento Asfáltico
- Revestimento solto
- - - Limite Municipal
- Curso d'água intermitente
- ~ Lago ou lagoa intermitente
- Açudes
- Curva de Nível
- - - Limite da Bacia Hidrográfica da Barragem Poço Comprido

ESCALA GRÁFICA



9.510.000

Canindé

9.480.000

Itatira

Madalena

Boa Viagem

Ipaporanga

Boa Viagem

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

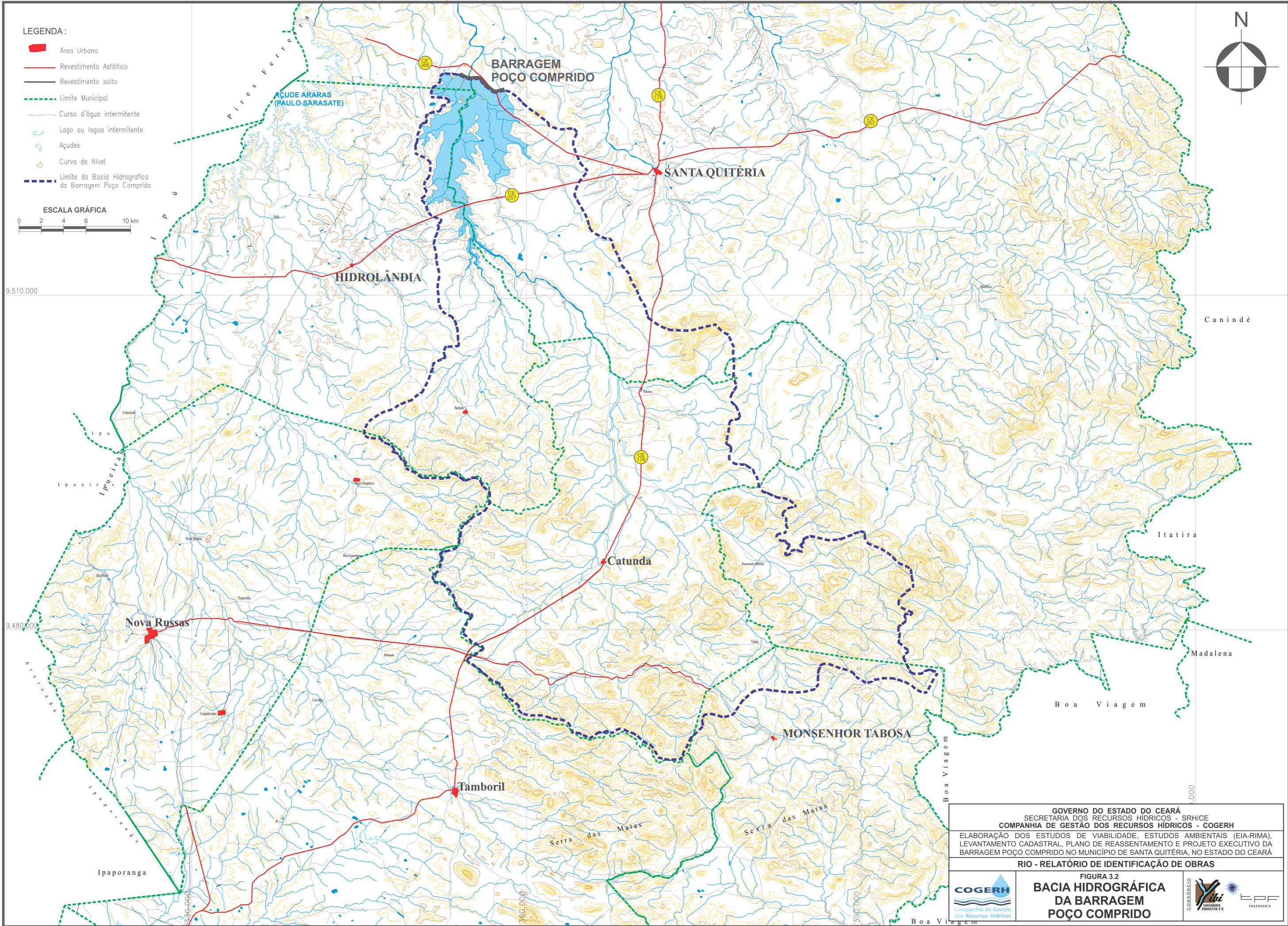
RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS

FIGURA 3.2  
**BACIA HIDROGRÁFICA  
DA BARRAGEM  
POÇO COMPRIDO**

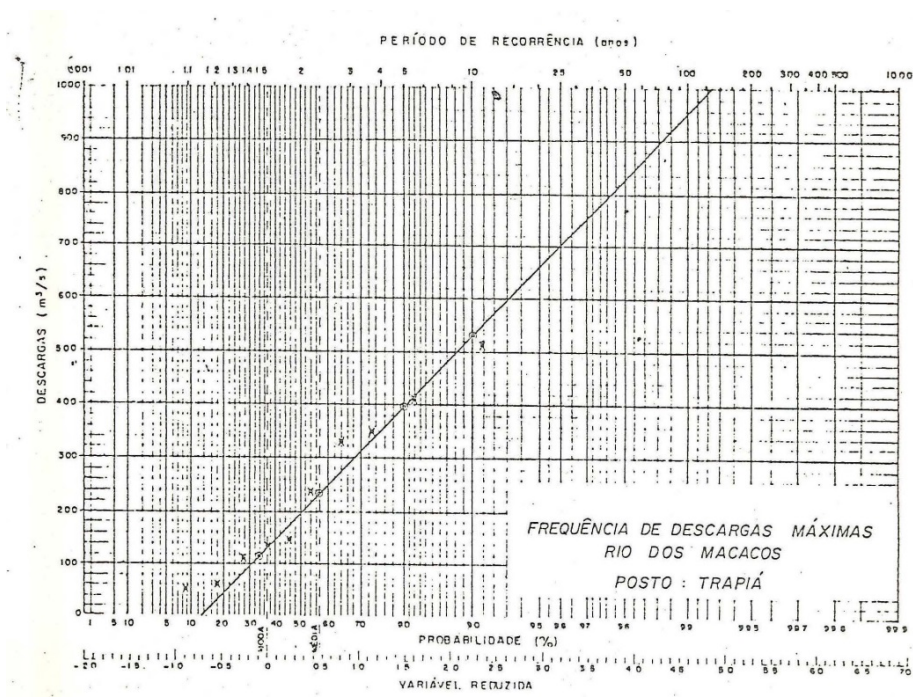
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CONSORCIO Ytiti  
ENGENHARIA CONSULTIVA S.A.

ENGENHARIA



Os resultados da aplicação do método acima referido estão devidamente indicados, em termos de frequência de descargas máximas para diferentes tempos de recorrência na **Figura 3.3**.



**Figura 3.3 – Frequência de Descargas Máximas no Posto Trapiá**

Pelas observações feitas durante um período de 10 anos (68/77) no posto instalado em Trapiá, as vazões do rio Macacos são as seguintes:

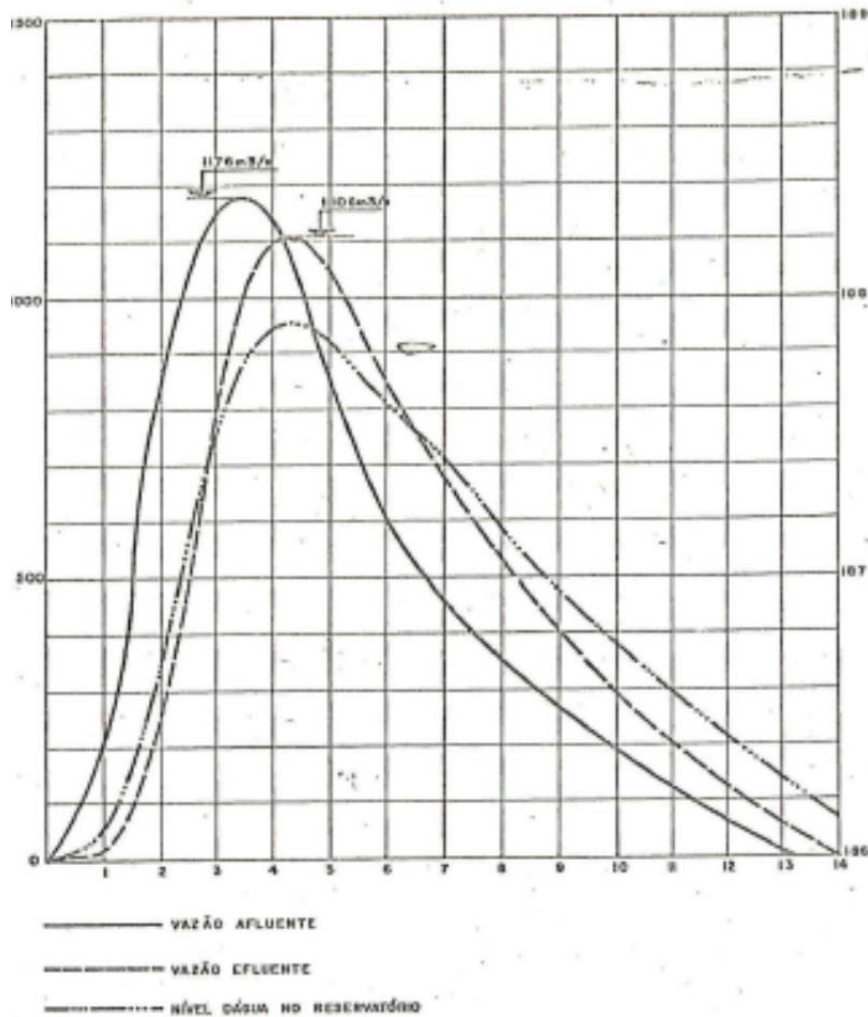
- máxima: 63,600 m<sup>3</sup>/s
- média: 13,510 m<sup>3</sup>/s
- mínima: 0 m<sup>3</sup>/s

No que se refere aos dados hidrológicos para o dimensionamento do vertedouro foram utilizadas cheias raras (TR=1.000), na condição considerada, no anteprojeto, mais desfavorável, com o reservatório cheio. Os resultados das simulações estão resumidos no **Quadro 3.4**.

**Quadro 3.4- Cheias Afluentes e Efluentes para TR = 1.000 no vertedouro L=240 metros**

Cota da Soleira	186,0 metros	
Largura	240,0 metros	
Recorrência	TR = 1.000 anos	
LEGENDA	Qp (m <sup>3</sup> /s)	Tp (horas)
Q Afluente	1.176,0	14
Q Efluente	1.106,0	15
Lâmina (m)	1,864	-

Observa-se no anteprojeto que o efeito do amortecimento das cheias raras é bem pequeno – inferior a 10%, conforme **Figura 3.4**.



**Figura 3.4 – vazões afluentes e efluentes do vertedouro para a vazão milenar.**

### 3.3.4 - Descrição das obras do anteprojeto elaborado pela SEEBLA

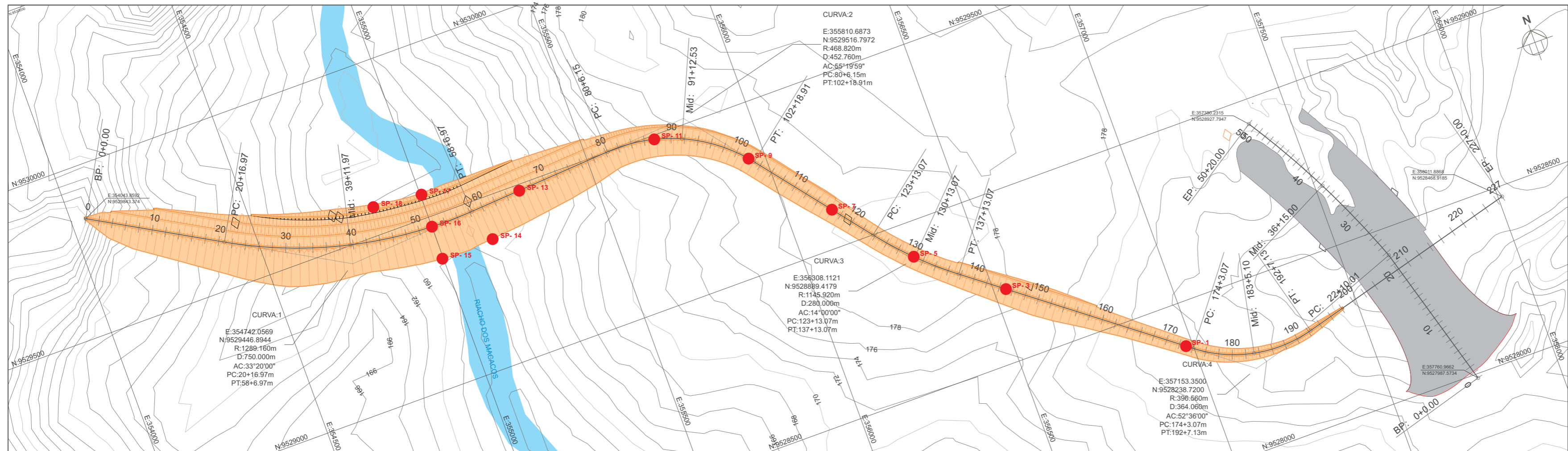
A **Figura 3.5** mostra o arranjo geral e perfil longitudinal das obras do açude Poço Comprido.

A barragem foi planejada um pouco a montante da ponte da rodovia CE – 366 que interliga Santa Quitéria a Varjota, em trechos de tangentes concordadas com 4 curvas circulares totalizando 3.960 m de extensão pelo coroamento.

A crista da barragem foi prevista para ser utilizada como estrada de serviço permitindo a ligação entre as margens do reservatório.

O maciço da barragem foi projetado em aterro compactado com seção de terra zoneada, composta de um núcleo e tapete interno argilosos e espaldares de montante ao núcleo e jusante ao filtro de areia em solos silto arenosos. (vide **Figura 3.6**)

O talude de montante com inclinação de 1 V:3 H é protegido por rip-rap em pedra com transição em bica corrida. O de jusante tem inclinação de 1 V:2,5 H, com bermas de 4 m de largura nas cotas 180 m, 170 m e 160 m, e revestimento em cascalho.

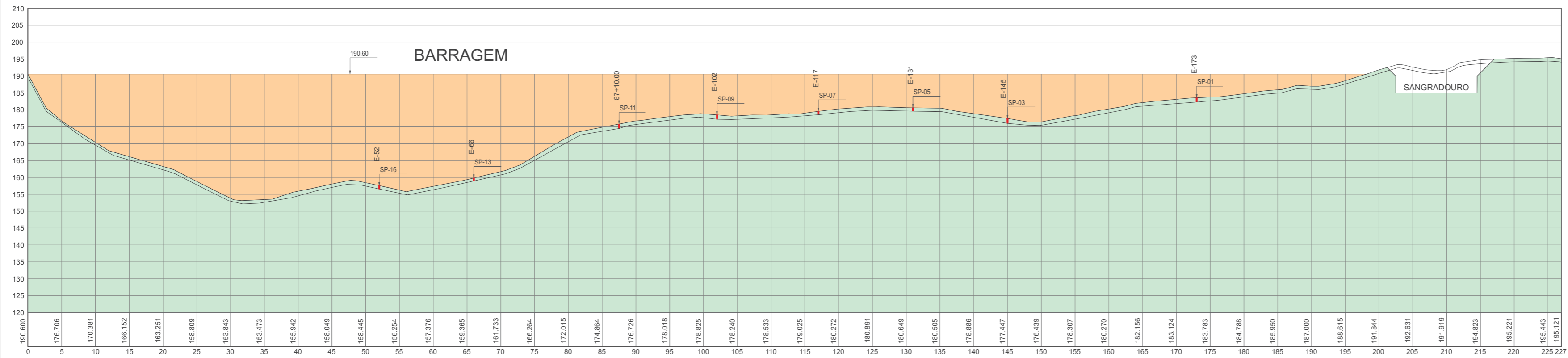


**LEGENDA**

● SP-1  
 | SP-01

LOCAIS DAS SONDAGENS  
 REALIZADAS NO ANTEPROJETO

**ARRANJO GERAL**  
 ESCALA: 1:10.000



**PERFIL LONGITUDINAL**  
 ESCALAS: H=1:10.000, V=1:1.000

Fonte: Elaboração do Plano Diretor Viabilidade Econômica Projeto Básico de Irrigação Detalhamento e Acompanhamento do Vale do Acaraú. SEEBLA Engenharia de Projetos, 1977.

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 QUIÉTÉRIA, NO ESTADO DO CEARÁ

**RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS**

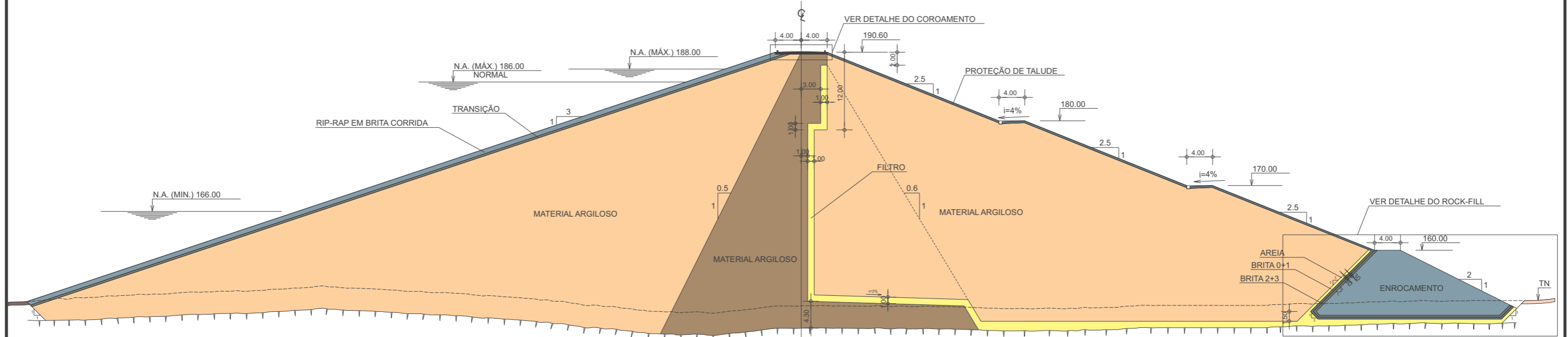
FIGURA 3.5  
**ARRANJO GERAL E PERFIL  
 LONGITUDINAL DAS OBRAS  
 DO AÇUDE POÇO COMPRIDO**

COGERH  
 Companhia de Gestão  
 dos Recursos Hídricos

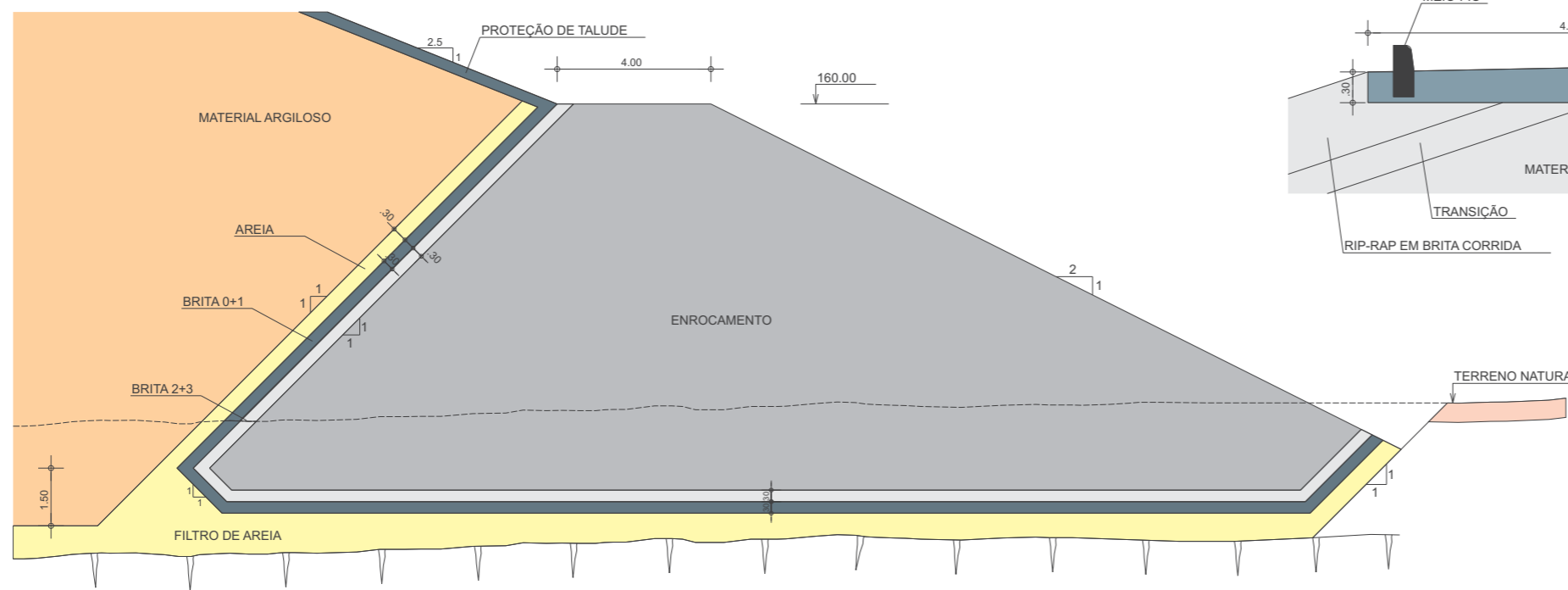
CONSORCIO  
 SERRA  
 SERRA  
 ENGENHARIA



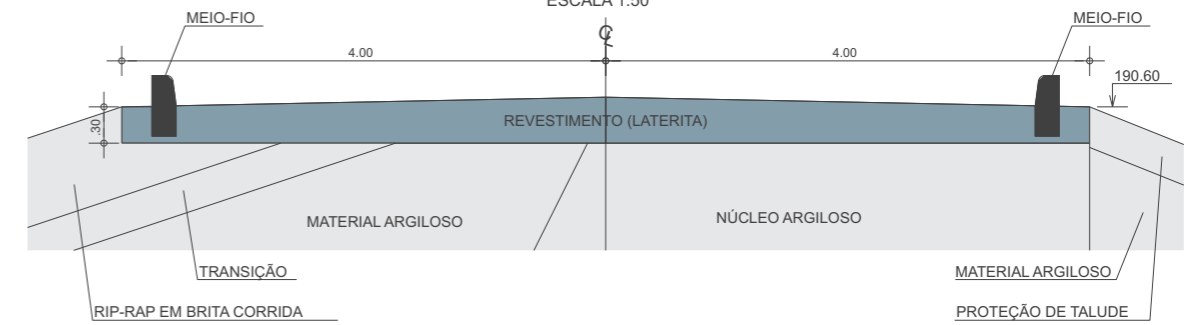
SEÇÃO TIPO  
ESCALA 1:500



DETALHE DO ROCK-FILL  
ESCALA 1:100



DETALHE DO COROAMENTO  
ESCALA 1:50



Nas fundações, conforme Projeto SEEBLA (1977), previu-se tratamento superficial em toda a área de implantação da barragem, sendo que na área do núcleo deverá ser procedido um tratamento profundo através da execução de injeções de cimento.

A Tomada D'água da Barragem de Poço Comprido foi concebida de forma a trabalhar em carga, com controle à jusante sendo constituída por:

- torre;
- conduto forçado;
- câmaras e bacias de dissipação;
- canais de tranquilização;
- vertedouro de medição;
- canal de restituição ao rio.

O anteprojeto prevê que a água captada através da torre é aduzida por condutos forçados até o pé de jusante da Barragem, onde é controlada e dissipada mediante uma válvula dispersora cônica e contida. A água saída da válvula tem parte de sua energia dissipada através de uma câmara e bacia, passando daí, a um canal para sua tranquilização definitiva. A vazão derivada é então medida no final deste canal através de um vertedor de medição de lâmina delgada e em queda, sendo finalmente restituída ao rio Macacos.

A torre se constitui em uma estrutura de concreto armado de seção retangular externamente e subdividida em dois poços geminados e independentes, encimadas por uma plataforma coberta e possuindo no lado externo frontal ao paramento da barragem uma escada, também em concreto, para acesso à plataforma.

Na parte inferior dos poços estão localizadas as duas bocas de entrada d'água, uma para cada poço, providas de grades móveis para retenção de detritos e proteção de todo o conjunto de adução. A seguir situam-se as ranhuras para os stop-logs, no lado externo da torre e, internamente, das comportas deslizantes de vedação. Em prosseguimento tem-se uma transição, em concreto, de seção retangular para circular, iniciando-se a partir deste ponto os condutos forçados.

Foram previstos dois condutos forçados paralelos. Cada um dos condutos parte de um poço da torre e termina na câmara e bacia de dissipação.

Os condutos forçados tratam-se de tubulação, em aço soldado, de 1,5 metros de diâmetro interno, com espessura mínima de 3/8", assente sobre vala escavada em rocha e todo encamisado em concreto armado. O maciço de concreto deste encamisamento terá juntas estanques e colares anti-percolantes.

Está prevista a utilização dos seguintes equipamentos:

- Grade, localizadas nas duas bocas de entrada da tomada d'água, formadas por painéis móveis, cada um deles com 4,80 de largura e 2,60 de altura.
- "Stop- Logs", colocados em guias situadas na torre, movimentados através de talha elétrica situada na ponte rolante, com 1,60 de largura e 2,45 de altura.

- Comportas retangulares, com "by-pass" colocadas em guias situadas na torre, movimentadas por servo-motor, com 1,60 de largura e 2,45 de altura.
- Ponte rolante colocada sobre vigas na plataforma da torre, movimentada eletronicamente e provida de uma talha elétrica com capacidade de 7 toneladas.
- Válvulas dispersoras colocadas nas extremidades dos condutos forçados com um metro de diâmetro, do tipo cônico e controlada por servo-motor.

Como é possível verificar no arranjo geral, apresentado anteriormente, o vertedouro da Barragem Poço Comprido foi projetado (anteprojeto) em seu lado direito, fora do corpo da barragem.

As condições geológicas, geotécnicas e topográficas definiram a escolha do local e tipo de vertedouro.

A solução proposta consiste em um vertedouro do tipo em queda, com tomada e escoamento à montante através de um canal de declividade subcrítica, escavado em rocha, tendo o fundo em mesmo material e paredes laterais em concreto armado.

O canal até a queda terá um comprimento estimado em 360 m, largura de 240,00 m.

A queda de 3,40 m de altura será ventilada pelas laterais, desde que foi previsto no anteprojeto um alargamento do canal inferior de 10 m para cada lado, evitando, desse modo, o colamento da veia líquida contra o parâmetro vertical do vertedouro.

A estrada que passa sobre a barragem deverá cruzar, também, o vertedouro, já que foram previstas rampas de acesso em ambos os seus lados, convenientemente protegidas por muros laterais.

### 3.3.5 - Ficha Técnica do Anteprojeto

#### Características Gerais

- Denominação.....Barragem Poço Comprido
- Município .....Santa Quitéria
- Estado.....Ceará
- Curso d'água barrado .....Rio Macacos (Bacia do Acaraú)
- Bacia Hidráulica.....6.675 ha
- Acumulação .....680,0 hm<sup>3</sup>

#### Barragem

- Tipo de barragem .....terra zoneada
- Comprimento da barragem .....3.960,0 m
- Largura do coroamento .....8,0 m
- Altura máxima acima das fundações .....38,0 m
- Talude de montante .....2,0 H:1 V
- Talude de jusante .....1,7 H: 1 V
- Cota do coroamento .....190,0 m
- Volume de aterro: .....4.750.000,0 m<sup>3</sup>

### Vertedouro

- Tipo .....soleira espessa escavado em rocha (Cordão de fixação)
- Largura.....240,0 m
- Comprimento do canal.....300,0 m
- Lâmina máxima vertente (TR = 1.000 anos) ...1,84 m
- Descarga de projeto (TR = 1.000 anos) .....1.200,0 m<sup>3</sup>/s
- Cota da soleira .....186,0

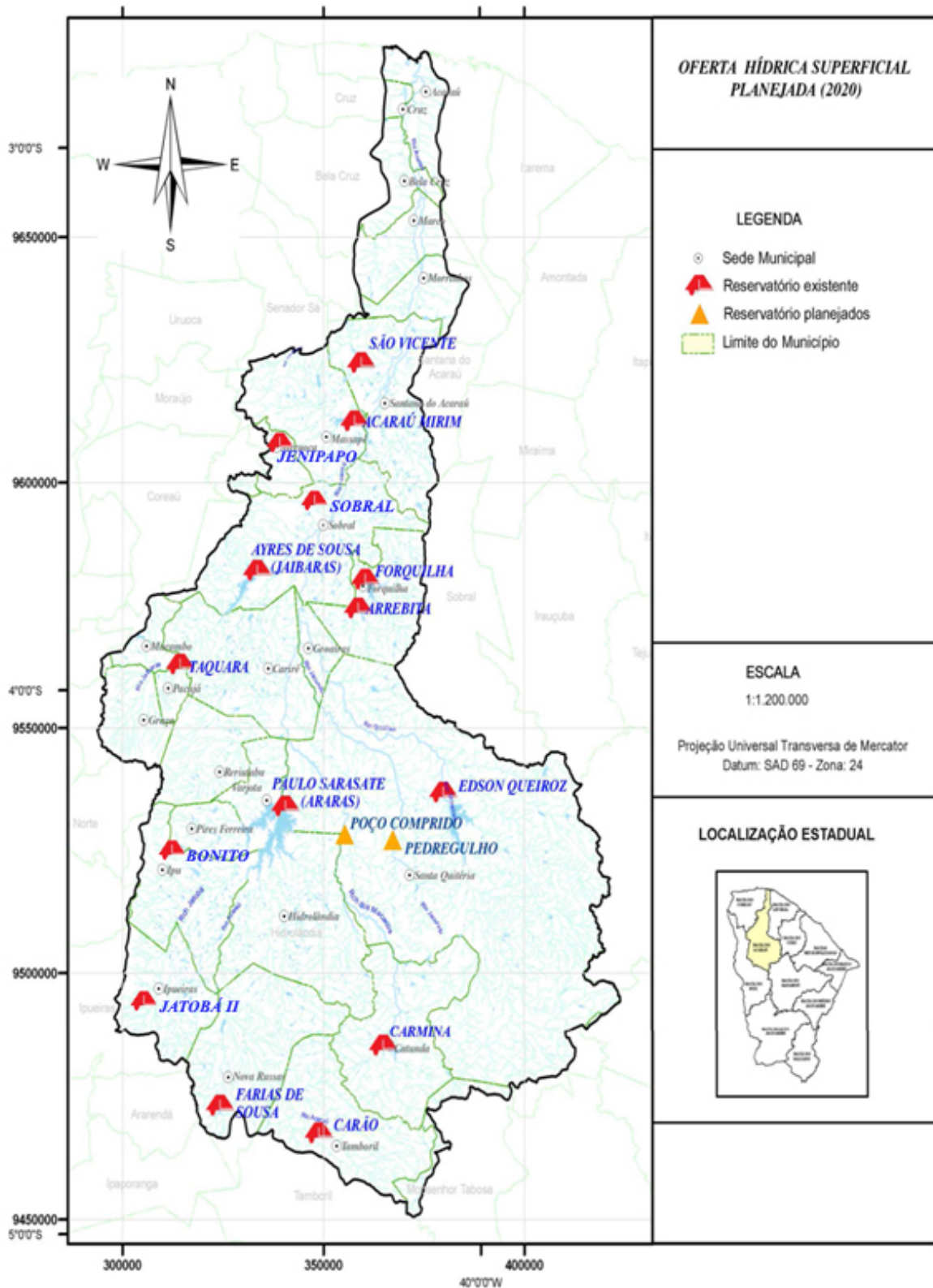
### Tomada D'água

- Tipo .....2 condutos em aço
- Diâmetro .....1500 mm
- Equipamento de controle.....Válvula dispersora
- Vazão média de regularização .....9,25m<sup>3</sup>/s
- Nº de Dimensões dos Septos.....2 x (1,60 x 2,45) m<sup>2</sup>
- Comprimento .....138,0 m
- Cota de assentamento.....156,0 m

## 3.4 - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS – PLANERH

Segundo o Plano de Gerenciamento das águas da bacia do Acaraú de novembro de 2010, a infraestrutura hídrica atual dos açudes já construídos ou em construção, foi atualizada segundo informações disponibilizadas pela COGERH e pela SRH.

Para a bacia do Acaraú, a oferta de água superficial atual conta com 10 (dez) reservatórios, correspondendo a uma vazão regularizada de 15,82 m<sup>3</sup>/s, conforme pode ser visto no **Quadro 3.5** abaixo e na **Figura 3.7** onde estão indicados os reservatórios existentes na área dessa bacia e os planejados para o horizonte de 2020.



**Figura 3.7 - Reservatórios com capacidade superior a 10 hm<sup>3</sup> existentes e os planejados para o horizonte de 2020.**

**Quadro 3.5 – Açudes Existentes Na Bacia**

Reservatórios	Q90 (m³/s)	Capacidade de Armazenamento hm³
ACARAÚ MIRIM	0,72	36,71
ARREBITA	0,17	18,53
AYRES DE SOUZA (JAIBARAS)	1,5	96,8
BONITO	-	6
CARÃO	0,22	26,23
CARMINA	0,12	13,48
EDSON QUEIROZ (SERROTE)	2,44	254
FARIAS DE SOUZA	0,11	12,23
FORQUILHA	0,45	50,13
JATOBÁ II	0,03	6,24
JENIPAPO	-	3,5
PAULO SARASATE (ARARAS)	9,27	859,53
SÃO VICENTE	-	9,84
SOBRAL (CACHOEIRA)	-	4,27
TAQUARA	-	320,78

Fonte: Portal Hidro, COGERH, 2019.

Conforme os estudos realizados para o horizonte de 2020, pelo Planejamento dos Recursos Hídricos – PLANERH/2005, os açudes têm como objetivo, contribuir para a diminuição das regiões com “vazios hídricos”, onde estão envolvidos os reservatórios de Poço Comprido e Pedregulho. Diante disso, será necessário que sejam realizados estudos de viabilidade técnica e econômica mais aprofundados destes reservatórios.

Com estes dois reservatórios haverá um incremento de 1,52 m³/s na vazão regularizada desta Bacia, o que equivale a um aumento de cerca de 10%, como pode ser visto no **Quadro 3.6**, a seguir:

**Quadro 3.6 – Reservatórios Planejados**

Reservatórios	Q90 (m³/s)	Capacidade de Armazenamento hm³
Poço Comprido (MACACOS II)	1,04	360,00
Pedregulho (JACURUTU)	0,48	78,00
TOTAL	1,52	438,60

Fonte: PLANERH, 2005.

O reservatório do açude Poço Comprido (Macacos II) regularizará 1,04 m³/s para 90% de garantia mensal, para uma capacidade de 360,00 hm³. Sua construção visa o atendimento de demandas da área rural e irrigação nas aluviões localizadas ao longo do riacho dos Macacos, nos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia.

O documento Plano de Gerenciamento das águas da bacia do Acaraú, emitido em novembro de 2010 pela SRH/CE, apresenta uma avaliação do nível de saturação da bacia, que no geral apresenta-se “muito baixa”.

As informações sobre Índice do Grau de Saturação da Açudagem (IGAS) da bacia do Acaraú é mostrada no **Quadro 3.7**, contendo a relação entre o estoque e o armazenamento nas sub bacias da região hidrográfica.

**Quadro 3.7 – Relação Entre o Estoque e o Armazenamento Nas Sub Bacias**

Sub Bacia	Volume Total (hm <sup>3</sup> )	Área da Sub Bacia (KM <sup>2</sup> )	Lâmina Média (MM)	Escoamento Potencial (HM <sup>3</sup> /ANO)	IGAS (estoque/ escoamento)
MACACOS	36,52	1634	80	131	28%
JATOBA	939,74	1036	155	161	585%
JABAIRAS	140,51	1573	200	315	45%
JACURUTU	13,55	681	100	68	20%
GROAIRAS	291,24	2837	95	270	108%
ALTO ACARAÚ	124,08	2484	110	273	45%
MÉDIO ACARAÚ	125,65	1940	140	272	46%
BAIXO ACARAÚ	94,23	2257	150	339	28%

Fonte: COGERH, SRH, 2010.

### 3.5 - ANÁLISE DOS ASPECTOS E CONDIÇÕES FÍSICAS

#### 3.5.1 - Climatologia

Segundo a classificação de Koeppen (1948), o clima da região considerada no estudo é o semiárido quente (BSh), caracterizado por chuvas irregulares e escassas, forte insolação e alta evaporação.

De acordo com as Normais Climatológicas (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET) não existem estações climatológicas na área de estudo, dessa forma os dados utilizados para caracterizar o clima da região correspondem aos da estação climatológica mais próxima da bacia, a estação de Sobral, localizada com as coordenadas de latitude 3,73°S, longitude 40,33°WG e altitude de aproximadamente 109,62 m, com período de registro de 1981 a 2010. As características gerais da estação climatológica estão apresentadas no **Quadro 3.8**.

**Quadro 3.8 - Características da estação meteorológica de Sobral-CE**

Código	Nome	UF	Latitude	Longitude	Altitude (M)	Nº de anos
82392	Sobral	CE	-3,73	-40,33	109,62	30

Fonte: INMET

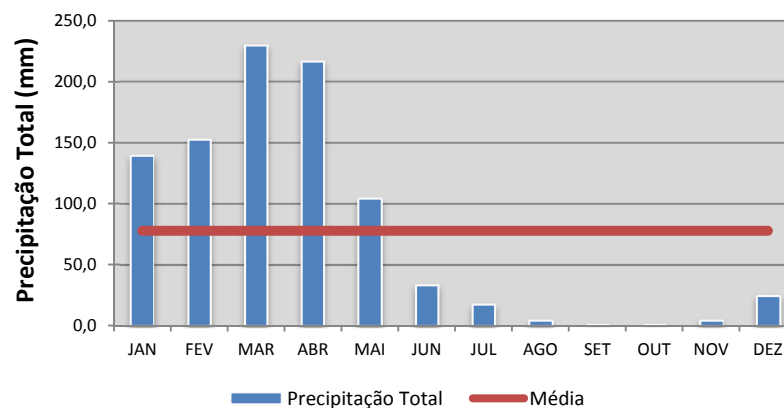
Para a região de Sobral existem Normais Climatológicas dos anos 1919 a 2010, entretanto, para a análise da região, foram considerados apenas os dados dos 30 anos mais recentes.

O **Quadro 3.9** apresentado a seguir, consolida as principais informações climáticas da região baseadas nas Normais Climatológicas de 1981-2010 da Estação Meteorológica de Sobral.

**Quadro 3.9 - Normais climatológicas da estação meteorológica de Sobral**

Meses	Precipitação Acumulada	Insolação Total	Evaporação Total	Temperatura Máxima	Temperatura Média	Temperatura Mínima	Umidade Relativa	Pressão Atmosférica	Intensidade do Vento
JAN	139,5	191,9	193,3	34,0	27,5	23,2	71,3	1000,8	2,34
FEV	153	169,8	114,4	32,6	26,7	22,8	79,0	1001,2	2,07
MAR	229,9	171,3	87,7	31,8	26,2	22,7	84,9	1001,4	1,78
ABR	217	177,6	69,9	31,3	26,0	22,7	85,9	1001,4	1,54
MAI	104,6	206,8	91,5	31,7	26,0	22,2	82,0	1002,4	1,44
JUN	33,7	218,1	142,5	32,6	26,1	21,2	73,9	1003,4	1,62
JUL	17,7	243,8	203,2	33,9	26,8	21,1	67,0	1003,7	1,88
AGO	5,1	277,8	268,5	35,4	27,5	21,3	59,3	1003,3	2,31
SET	0,8	273,5	297,9	36,4	28,1	22,1	56,8	1002,6	2,86
OUT	0,8	280,7	309,0	36,6	28,3	22,5	56,2	1001,3	2,88
NOV	4,7	253,7	293,8	36,5	28,4	22,8	58,0	1000,7	2,90
DEZ	24,9	242,4	272,0	35,9	28,5	23,2	63,7	1000,7	2,74
ANO	931,7	2707,4	2343,7	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	77,6	225,6	195,3	34,1	27,2	22,3	69,8	1001,9	2,20

O regime pluviométrico da região é extremamente bem definido com o primeiro semestre com chuvas e o segundo semestre sem chuvas como pode ser observado na **Figura 3.8**. Como pode ser analisado nos dados listados no quadro acima, as informações das normais climatológicas mostram que a maior concentração de chuvas acontece no período de janeiro a maio, representando 90,6% do total precipitado ao longo do ano, com picos de precipitação nos meses de março e abril. O trimestre mais seco vai de setembro a dezembro com precipitação acumulada de 6,3 milímetros, correspondente a 0,7% do total anual. A precipitação média anual é de 77,6 mm/mês, com máxima de 229,9 mm e mínima de 0,8 mm.

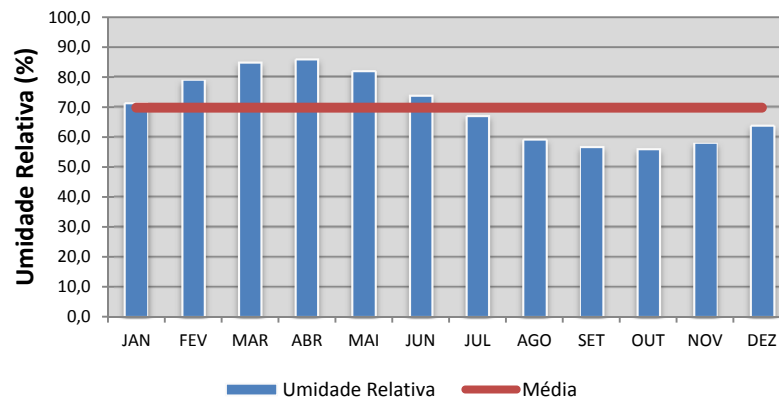


**Figura 3.8 - Precipitações totais registradas na estação meteorológica de Sobral**

Como é possível observar no gráfico acima, o período mais chuvoso ocorre entre os meses de janeiro e abril. Dessa forma, é aconselhável evitar que as obras de construção da barragem se iniciem nesse período.

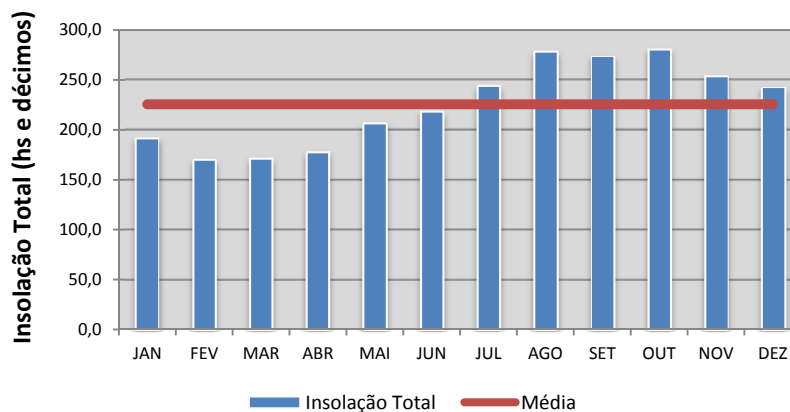
A umidade relativa da região é mediana, variando de 56,2 a 85,9% durante o ano, com seus maiores valores concentrados no primeiro semestre. Sua média é de 69,8%, com o maior valor registrado em abril e o menor em outubro, como pode ser observado na **Figura 3.9**.





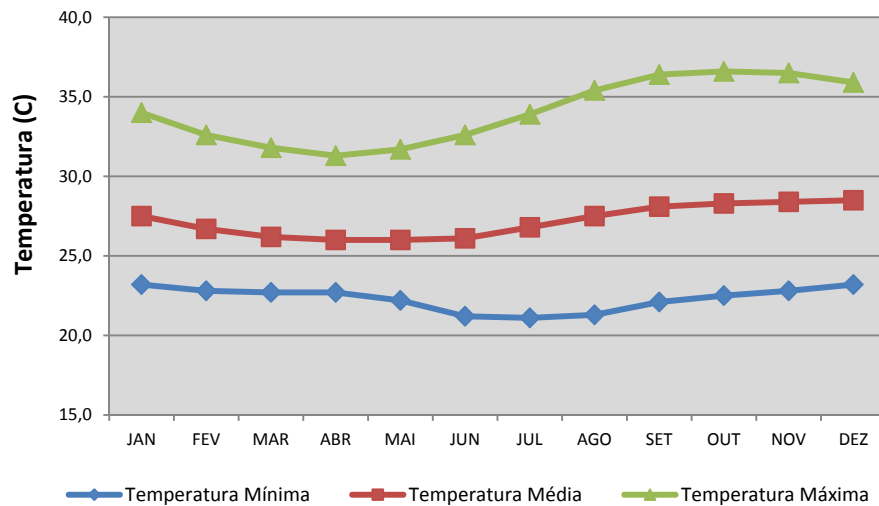
**Figura 3.9 - Umidade relativa registrada na estação meteorológica de Sobral**

De acordo com os registros da estação climática, ocorre intensa insolação na região, atingindo valores máximos no segundo semestre, entre os meses de julho e dezembro, com média mensal de 225,6 horas de insolação e insolação total de 2.707,4 horas anuais. As normais climatológicas registram a maior insolação, de 280,7 horas, no mês de outubro e a menor, de 169,8 horas, em fevereiro (Figura 3.10).



**Figura 3.10 - Insolação total registrada na estação meteorológica de Sobral**

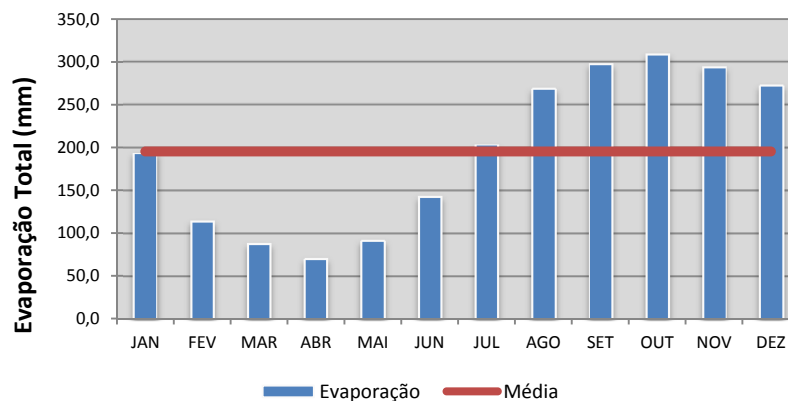
O registro da temperatura na região é feito em três categorias: temperatura mínima mensal, temperatura média mensal e temperatura máxima mensal. Devido à alta e consideravelmente uniforme insolação, as temperaturas médias mensais são constantes, variando entre 26,0 °C e 28,5°C. Já as temperaturas mínimas mensais variam entre 21,1 °C, no mês de julho, e 23,2 °C, no mês de dezembro e janeiro, com uma média de 22,3 °C durante o ano. As temperaturas máximas mensais vão de 31,3 °C, em abril, até 36,6 °C, em outubro, com média anual de 34,1 °C. Os registros mensais de temperatura podem ser vistos na Figura 3.11.



**Figura 3.11 - Temperaturas registradas na estação meteorológica de Sobral**

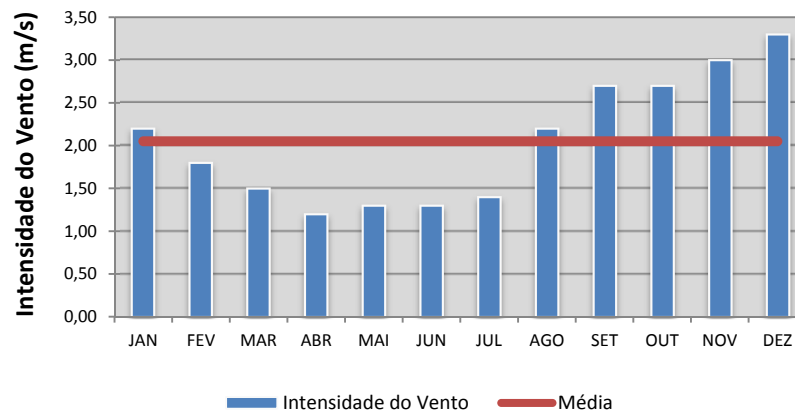
A forte insolação e o consequente aumento da temperatura no período do segundo semestre, associado às baixas precipitações no mesmo período, contribuem para as altas taxas de evaporação nos meses de julho a dezembro, que atinge 2.343,7 mm/ano na região, sendo 1.644,4 mm concentrados no segundo semestre e 699,3 mm no primeiro, e o registro informa média mensal de 195,3 mm. A maior evaporação foi registrada no mês de outubro: 309,0 mm.

A evaporação ocorre de forma inversamente proporcional à precipitação: durante o período mais chuvoso, nos meses de janeiro a junho, observam-se os menores índices de evaporação (Figura 3.12). As máximas ocorrem durante o período de estio, nos meses de julho a dezembro.



**Figura 3.12 - Evaporação registrada na estação meteorológica de Sobral**

Os ventos na região sopram na direção nordeste/leste predominantemente durante todos os meses do ano, sendo a ocorrência dos ventos mais intensa no segundo semestre, no período de agosto a janeiro, registrando intensidade máxima de  $3,30 \text{ ms}^{-1}$  em dezembro e mínima de  $1,20 \text{ ms}^{-1}$  no mês de abril, como pode ser visto na Figura 3.13.



**Figura 3.13 - Intensidade do vento registrada na estação meteorológica de Sobral**

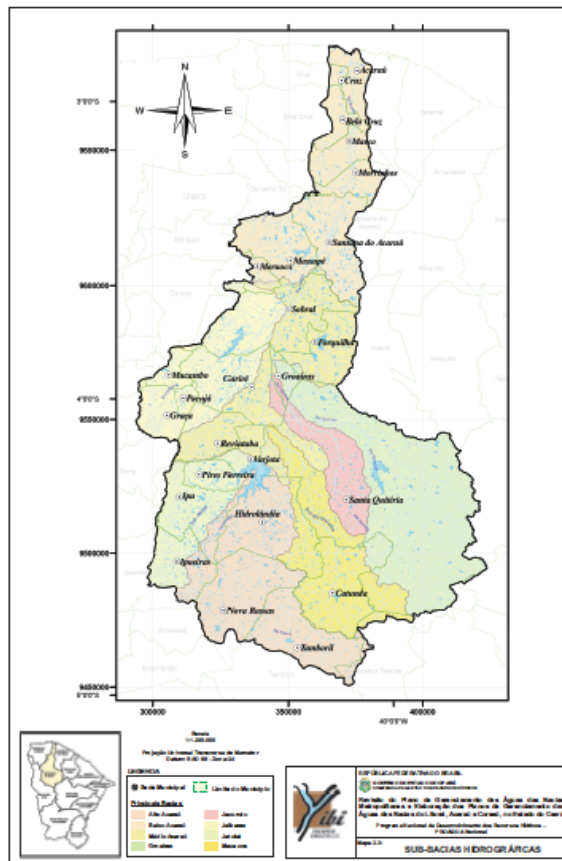
### 3.5.2 - Hidrografia

A bacia hidrográfica do Acaraú tem como principal coletor de drenagem o Rio Acaraú que se desenvolve, preferencialmente, no sentido sul-norte. Os principais afluentes do rio Acaraú são os rios Groaíras, dos Macacos, Jacurutu e Sabonete, pela sua margem direita e o rio Jaibaras, pela sua margem esquerda. A bacia hidrográfica do rio Macacos e a rede hidrográfica próxima a região de estudo estão mostradas na **Figura 3.14**.

O Rio Acaraú apresenta um desnível topográfico de cerca de 960 m em uma extensão aproximada de 315 km, desde suas cabeceiras na Serra das Matas, na região centro-oeste, até a sua foz no Oceano Atlântico, no Município de Acaraú. Conta com elevado índice de compacidade (1,85) e fator de forma reduzido (0,15). A drenagem apresenta-se com padrão dendrítico no alto e médio curso do Rio Acaraú, em virtude da bacia estar em sua maior parte assentada sobre rochas cristalinas, onde o escoamento superficial é bastante significativo. Em seu baixo curso, a área é drenada por sedimentos da Formação Barreiras, Paleodunas e Campos de Dunas.

A bacia da barragem do Poço Comprido drena cerca de 70% da área da bacia do rio Macacos, recebendo águas de terras dos municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia, Catunda e Monsenhor Tabosa. A área total de contribuição da bacia hidrográfica da barragem é de 1.469,28 km<sup>2</sup>.

O posto fluviométrico mais próximo à região a ser estudada é o posto Trapiá, de código 35240000. Essa estação está localizada na latitude -4:11:42 e na longitude -40:19:4, à 90 metros de altitude e possui uma área de drenagem de 1.530 km<sup>2</sup>. A série possui 23 anos de dados. Dessa forma, esta foi a estação escolhida como representativa do escoamento na região.



**Figura 3.14 – Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Macacos e Rede Hidrográfica**

Os valores relativos as descargas estão relacionadas no **Quadro 3.10** a seguir.

**Quadro 3.10 - Série Histórica 1974/2018 Posto Santa Quitéria (Cód. 00440077) mensais afluentes da estação Trapiá**

Ano	Meses												Total Anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1974	316,9	24,0	426,0	544,2	270,8	21,4	4,9	0,8	3,8	4,8	0,0	10,4	1.628,0
1975	51,7	125,8	206,1	187,0	208,8	55,6	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,4	899,4
1976	0,0	252,4	214,9	147,3	77,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,5	0,0	741,1
1977	139,0	82,5	197,0	247,0	75,0	22,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,3	879,8
1978	119,5	218,0	200,6	164,5	36,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	40,8	0,0	782,9
1979	2,6	3,0	189,9	217,9	85,8	31,5	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	534,4
1980	97,8	237,0	166,0	33,5	6,3	16,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	558,7
1981	30,2	50,3	203,9	25,6	29,0	0,0	0,0	18,3	2,0	0,0	0,0	41,4	400,7
1982	44,4	171,1	156,4	146,0	41,7	2,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	568,6
1983	2,0	99,1	24,1	41,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	167,0
1984	73,9	40,5	311,7	249,8	98,0	64,1	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	852,3
1985	215,7	333,4	404,0	751,3	150,3	56,8	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	130,2	2.065,6
1986	122,9	324,3	542,8	176,5	90,1	62,4	0,0	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0	1.334,3
1987	21,8	156,3	403,6	95,3	16,6	28,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	721,8
1988	79,5	211,4	189,6	329,9	153,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,6	1.025,7
1989	50,0	44,0	368,0	208,5	191,7	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,5	923,7
1990	0,0	163,1	57,5	98,3	87,7	9,5	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	435,1
1991	50,5	215,3	243,1	97,2	118,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	724,9
1992	319,8	53,8	127,0	115,5	1,7	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	631,0
1993	16,0	212,2	67,9	81,5	22,4	17,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	430,9
1994	208,6	70,6	259,9	212,8	91,8	79,1	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,0	1.002,8
1995	26,2	231,7	360,7	249,7	183,4	11,4	9,4	0,0	0,0	7,8	28,3	0,0	1.108,6
1996	155,7	132,0	469,5	235,9	65,0	11,0	0,0	5,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1.077,1
1997	79,7	26,0	226,2	183,7	76,3	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	28,0	623,9

Ano	Meses												Total Anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1998	135,4	37,3	119,5	23,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	331,2
1999	82,5	74,0	355,0	87,8	127,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,4	786,8
2000	207,6	270,3	125,2	190,9	47,0	9,0	0,0	21,0	0,0	0,0	0,0	6,2	877,2
2001	44,8	110,0	123,4	252,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	530,9
2002	316,1	2,0	119,5	94,9	69,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	602,0
2003	64,5	214,3	326,7	142,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	754,6
2004	392,3	237,7	172,1	45,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	906,1
2005	137,5	44,4	213,8	53,2	98,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	547,4
2006	13,8	154,1	153,2	308,3	102,5	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	749,9
2007	0,0	200,0	89,7	257,7	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	602,4
2008	69,5	29,0	328,5	239,5	67,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,1	756,1
2009	114,8	109,4	167,7	391,5	132,4	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	954,3
2010	66,9	25,0	21,3	166,6	41,6	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,8	373,2
2011	232,1	155,0	16,5	255,7	83,4	24,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	767,0
2012	12,0	110,6	74,9	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	224,7
2013	31,5	28,5	6,5	95,2	37,0	11,0	6,0	0,0	0,0	0,0	19,0	17,1	251,8
2014	62,2	56,0	163,0	120,5	71,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	0,0	483,8
2015	24,0	87,6	110,4	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	337,0
2016	267,2	77,6	165,9	61,5	33,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	605,7
2017	94,3	182,9	276,3	53,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	620,5
2018	86,8	199,5	71,0	219,9	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	10,0	107,0	729,2
Média	101,7	127,9	200,4	172,3	70,2	13,7	3,3	1,2	0,5	0,7	3,5	20,0	715,4

### 3.5.3 - Solos

O **Quadro 3.11** apresenta a síntese das principais unidades pedológicas existentes na Bacia do Acaraú, com os solos associados às mesmas. (tipologia dos solos não atualizados).

**Quadro 3.11 - Síntese das principais unidades pedológicas da Bacia do Acaraú**

Classe do Solo	Símbolo	Solos Associados
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO E VERMELHO-ESCURO	LVd7	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura média + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO A proeminente textura argilosa e média, ambos fase floresta subperenifolia relevo plano e suave ondulado.
PODZÓLITO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO E DISTRÓFICO	PV6	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrupção plinthico textura arenosa/argilosa + LATERITA HIDROMÓRFICA EUTRÓFICO textura argilosa cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média, todos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
	PV7	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrupção plinthico textura arenosa/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média + PODZÓLICO ACINZENTADO DISTRÓFICO com fragipan textura média, todos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila e floresta/caatinga relevo plano e suave ondulado.
	PE1	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A moderado textura argilosa fase floresta caducifolia relevo suave ondulado.
	PE5	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A moderado + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A chernozêmico, ambos textura argilosa cascalhenta fase floresta subcaducifolia relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	PE8	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa fase floresta caducifolia + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa cascalhenta fase caatinga hipoxerófila + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila substrato gnaisse e granito, todos A fraco e moderado fase relevo forte ondulado e montanhoso.

Classe do Solo	Símbolo	Solos Associados
	PE12	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco e moderado textura argilosa + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS INDISCRIMINADOS fase pedregosa é rochosa, ambos fase floresta/caatinga relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	PE13	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco e moderado textura argilosa + LATOSSOLO VERMELHO ESCURO EUTRÓFICO podzólico A fraco textura argilosa e média, ambos fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
PODZÓLITO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO E DISTRÓFICO	PE14	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa fase relevo plano e suave ondulado + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO abruptico textura média/argilosa cascalhenta fase relevo suave ondulado, ambos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila.
	PE22	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco e moderado textura argilosa fase relevo ondulado e forte ondulado + SOLOS LITÓLICOS A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + BRUNOS NÃO CÁLCICOS INDISCRIMINADOS fase relevo suave ondulado e ondulado, todos fase caatinga hipoxerófila.
	PE27	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa fase relevo ondulado e forte ondulado + BRUNO NÃO CÁLCICO textura argilosa fase relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo ondulado e forte ondulado substrato gnaisse e granito, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
	PE28	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO abruptico textura média/argilosa cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO ESCURO EUTRÓFICO podzólico textura média, todos A fraco fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
	PE38	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO raso textura argilosa e média cascalhenta + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa substrato gnaisse e granito + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa cascalhenta + BRUNO NÃO CÁLCICO textura média cascalhenta, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
	PE39	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO raso abruptico textura média/argilosa cascalhenta fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO abruptico textura arenosa/argilosa cascalhenta fase relevo suave ondulado, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
AREIAS QUARTZOSAS	AQd2	AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS fase relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média fase relevo plano e suave ondulado + SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS textura arenosa fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado substrato arenito, todos A fraco e moderado fase floresta/caatinga.
BRUNO NÃO-CÁLCICO BRUNO NÃO-CÁLCICO	NC7	BRUNO NÃO CÁLCICO textura argilosa fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito + BRUNO NÃO CÁLCICO vértico textura argilosa fase pedregosa relevo suave ondulado, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
	NC14	BRUNOS NÃO CÁLCICOS INDISCRIMINADOS fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito + PLANOSSOLO SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa fase pedregosa relevo plano e suave ondulado, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.

Classe do Solo	Símbolo	Solos Associados
	NC15	BRUNOS NÃO CÁLCICOS INDISCRIMINADOS fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaiss e granito + PLANOSOL SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média e argilosa fase pedregosa relevo plano e suave ondulado, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
PLANOSSOLO SOLÓDICO	PL3	PLANOSSOLO SOLÓDICO + SOLONETZ SOLODIZADO, ambos A fraco textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	PL4	PLANOSSOLO SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa substrato gnaiss e granito + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média e argilosa, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila e campo xerófilo relevo plano e suave ondulado.
	PL6	PLANOSSOLO SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado substrato gnaiss a granito, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
SOLONETZ SOLONÉTICO	Sk2	SOLONCHAK SOLONÉTICO A fraco fase campo halófilo de várzea e floresta ciliar de carnaúba + SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUES, todos textura indiscriminada fase relevo plano.
SOLOS ALUVIAIS	Ae3	SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS + SOLOS HALOMÓRFICOS INDISCRIMINADOS + PLANOSSOLO SOLÓDICO, todos A fraco textura indiscriminada fase floresta ciliar de carnaúba e caatinga hiperxerófila relevo plano.
REGOSSOLOS EUTRÓFICOS E DISTRÓFICOS	REd2	REGOSSOLO DISTRÓFICO com fragipan textura arenosa fase relevo plano e suave ondulado + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média, fase relevo plano, ambos A fraco fase caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	REe3	REGOSSOLO EUTRÓFICO A fraco textura arenosa cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS E DISTRÓFICOS	Re3	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco, moderado e chernozêmico textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaiss e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco, moderado e chernozêmico textura argilosa cascalhenta fase floresta/caatinga relevo forte ondulado e montanhoso.
	Re7	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaiss e granito + BRUNO NÃO CÁLCICO textura argilosa fase pedregosa relevo ondulado + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO raso A fraco e moderado textura argilosa cascalhenta fase relevo ondulado e forte ondulado, todos fase caatinga hipoxerófila.
	Re8	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa substrato gnaiss e granito + BRUNO NÃO CÁLCICO textura argilosa fase pedregosa, ambos fase caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Re14	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa, média e argilosa fase pedregosa e rochosa substrato arenito, argilito e siltito + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa + PLANOSSOLO SOLÓDICO vértico textura média/argilosa, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
	Re15	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa, média e argilosa fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado substrato arenito, argilito e siltito + PLANOSSOLO SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila

Classe do Solo	Símbolo	Solos Associados
		e floresta ciliar de carnaúba relevo plano, ambos A fraco.
	Re16	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa substrato gnaisse e granito + BRUNO NÃO CÁLCICO textura argilosa fase pedregosa, ambos fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Re19	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito + BRUNOS NÃO CÁLCICOS INDISCRIMINADOS fase pedregosa relevo suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
	Re23	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa cascalhenta fase pedregosa relevo forte ondulado, ambos A fraco fase caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Re26	Associação complexa de: SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Red4	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS e DISTRÓFICOS A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato gnaisse, granito e quartzito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Red11	REGOSSOLO EUTRÓFICO A fraco textura arenosa cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

Fonte: SUDENE (1973)

Analisando a **Figura 3.15A**, verifica-se que a região em estudo possui aproximadamente quatro variações de solos, sendo eles: podzólico vermelho-amarelo eutrófico, planossolo solódico, regossolos eutróficos e bruno não cálcico. Segue descrição de cada um abaixo.

#### ❖ Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de atividade baixa. Diferem da classe Podzólico Vermelho-Amarelo, essencialmente, por apresentar, além de média a alta saturação de bases (V%), baixa saturação com alumínio, menor acidez, bem como conteúdo mineralógico que encerra, comumente, quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas.

São, por conseguinte, solos de média a alta fertilidade natural. Apresentam sequência de horizontes A, B<sub>t</sub> e C, com profundidade do A + B<sub>t2</sub>, na maioria dos perfis, superior a 150 cm, exceto nos solos rasos.

Na Bacia do Acaraú, apresentam perfis bem diferenciados, comumente profundos (poucas vezes rasos), textura normalmente arenosa ou média, no horizonte A, e argilosa ou média no B, frequentemente cascalhenta ou com cascalho.

Os tipos de horizonte A que ocorrem nestes solos são chernozêmico, moderado e fraco. A coloração, quando úmida, varia de bruno-escuro a cinzento-escuro, estrutura, normalmente, granular, moderada



a fracamente desenvolvida, de consistência ligeiramente duro a duro, quando seco e friável, quando úmido. Transita, normalmente, de maneira plana ou ondulada e clara ou gradual, para o B<sub>t</sub>.

O horizonte B apresenta coloração, normalmente, variando do vermelho-amarelado ao vermelho, estrutura, geralmente, em blocos sub-angulares, moderada a fracamente desenvolvida, consistência ligeiramente duro a duro, quando seco e friável, quando úmido; geralmente apresenta cerosidade que varia de fraca a forte e de pouca a abundante. Na Bacia do Acaraú, a ocorrência desse tipo de solo se dá mais a sudoeste, ocorrendo também ao sul e sudeste.

Nos solos distróficos há uma limitação da fertilidade e, além disso, podem apresentar problemas com a eficiência da adubação e da calagem se estiverem localizados em relevos de ondulados a forte-ondulados. Os problemas podem ser mais graves ainda se o solo for cascalhento.

São moderadamente ou bem drenados, excetuando-se os solos rasos ou com plinthite, que apresentam drenagem moderada/imperfeita. São moderadamente ácidos a ácidos, raramente neutros, ou mesmo alcalinos, como nota-se em alguns perfis de solos rasos.

O material originário é constituído, predominantemente, de saprolito de gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano Indiviso, de granitos e anortositos (Plutônicas Ácidas) e de micaxistos do Pré-Cambriano (A), entre outras rochas menos frequentes.

Muitas vezes este material é influenciado por cobertura de material retrabalhado. Os solos da zona do Litoral são, geralmente, oriundos de um recobrimento pouco espesso de materiais areno-argilosos ou argilo-arenosos, possivelmente do Terciário sobre o Pré-Cambriano.

São, de modo geral, solos com elevado potencial agrícola, apresentando, entretanto, em determinadas áreas, problemas de relevo, principalmente onde as precipitações pluviométricas são mais elevadas (serras).

Possuem média e alta fertilidade natural, prestando-se para culturas de ciclo ou adaptadas às condições de pouca umidade.

#### ❖ **Planossolo Solódico**

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, normalmente com argila de atividade alta, saturação com sódio (100.Na+/T) entre 6 e 15% nos horizontes B<sub>t</sub> e/ou C, mostrando estes horizontes sub-superficiais feições associadas com umidade (mosqueado e/ou cores de redução), em face da drenagem imperfeita, apresentando problemas de encharcamento durante o período chuvoso e ressecamento e fendilhamento durante a época seca.

São solos moderadamente profundos a rasos, raramente profundos, tendo, de modo geral, sequência de horizontes A, B<sub>t</sub> e C, com espessura do A + B<sub>t</sub>, comumente, entre 35 e 120 cm ou pouco mais. São imperfeitamente drenados, de baixa permeabilidade e muito susceptíveis à erosão, em geral, moderadamente ácidos a, praticamente, neutros (raramente alcalinos), com alta saturação de bases (V%), contendo, nos horizontes subsuperficiais B<sub>t</sub> e C, principalmente neste último, elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, fontes de nutrientes às plantas.

Apresentam, em geral, de textura arenosa no horizonte A e média ou argilosa, no B<sub>t</sub>, com transição normalmente plana e abrupta ou clara, do A para o B<sub>t</sub>, relação textural de 4,5 a 10,4 (quando de textura arenosa/argilosa) e de 2,5 a 3,7 (quando de textura arenosa/média).

O horizonte A é, comumente, fraco (podendo ser moderado), com espessura de 30 a 100 cm, exceto em áreas onde a erosão é mais intensa, quando variam de 10 a 18 cm. A coloração mais frequente (úmido) varia de bruno escuro a bruno-amarelado escuro; a estrutura apresenta-se maciça, pouco a muito pouco coesa ou em grãos simples, de consistência solto, macio ou ligeiramente duro (seco) e muito friável ou friável, quando úmido.

É característico destes solos apresentar um horizonte bastante lavado (eluvial) A<sub>2</sub>, de coloração clara, muitas vezes com mosqueados ou mesmo coloração variegada. O horizonte B<sub>t</sub> caracteriza bem estes solos, por sua cor e estrutura. Apresenta espessura que varia de 25 a 70 cm, com coloração frequentemente variegada ou com mosqueados. A estrutura é moderada ou forte, prismática ou colunar, composta de moderada ou forte, média a grande, blocos angulares ou sub-angulares, de consistência extremamente duro (seco) e extremamente firme, quando úmido.

O material originário é constituído, principalmente, por saprolito de gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano Indiviso e de micaxistos do Pré-Cambriano (A), quase sempre influenciados, superficialmente, por uma delgada cobertura de material pedimentar. Na Bacia do Acaraú, esse tipo de solo ocorre de forma dispersa em toda a região central.

São solos bastante susceptíveis à erosão, apresentando ligeiro excesso d'água no curto período chuvoso e um grande ressecamento no período seco, tendo o horizonte B<sub>t</sub> condições físicas pouco favoráveis à penetração das raízes.

São fortemente limitados pela falta d'água em áreas semi-áridas, devendo-se considerar, também, a saturação com sódio elevada, nos horizontes subsuperficiais, fator de restrição importante para a maioria das culturas.

#### ❖ Solos Litólicos Eutróficos

Compreende solos pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, possuindo, apenas, um horizonte A assente, diretamente, sobre a rocha (R), ou sobre materiais desta rocha em grau mais adiantado de intemperização, constituindo um horizonte C, com muitos materiais primários e blocos de rocha semi-intemperizados, de diversos tamanhos, sobre a rocha subjacente, muito pouco intemperizada ou compacta (R).

Nestes solos pode-se constatar, pois, sequência de horizontes A-C-R ou A-R e, por vezes, o início da formação de um horizonte (B) incipiente. Estes solos podem ser eutróficos ou distróficos, quase sempre apresentando bastante pedregosidade e rochosidade na superfície.

O horizonte A apresenta-se, comumente, fraco ou moderado, com pequena ocorrência de A chernozêmico e a textura pode ser arenosa, média, siltosa ou argilosa, com cascalho ou cascalhenta, ou, mesmo, muito cascalhenta. A espessura varia de 15 a 40 cm, de coloração diversa, sendo que os tipos moderado e chernozêmico são, naturalmente, melhor estruturados, apresentando estrutura

granular e/ou em blocos sub-angulares, variando de forte a fraca, enquanto o A fraco possui estrutura fraca a muito fraca, granular e/ou em blocos sub-angulares ou maciça pouco coesa ou, ainda, em grãos simples. Segue-se ao horizonte A, a rocha (R) muito pouco intemperizada ou um horizonte C com muitos materiais primários sobre a rocha subjacente.

Possuem drenagem variando de moderada a acentuada e são, comumente, bastante susceptíveis à erosão, em decorrência de sua reduzida espessura. Os de caráter eutrófico possuem, no horizonte A ou AC, reação moderadamente ácida a praticamente neutra (pH 5,4 - 7,2), soma de bases trocáveis (S) entre 2,4 a 27,1 mE, saturação de bases (V) de 63 a 100% e com alumínio trocável, por vezes, ausente.

Alguns solos eutróficos derivados de filitos têm perfis que apresentam reação fortemente ácida, valor V em torno de 50% e alumínio trocável alto. Ocorrem principalmente na porção sudeste da Bacia do Acaraú, na forma de diversas manchas, e no médio curso do Rio Acaraú, em porção oeste.

O material originário, em grande parte, corresponde ao saprolito de gnaisses, migmatitos e de granitos, ocorrendo, também, solos derivados de quartzito, arenito, filito e xisto, bem como áreas menores, onde são derivados de siltito, argilito, calrário, filonito, folhelho, ardósia e diorito, pertencentes a diversos períodos geológicos.

São solos de baixo potencial para uso agrícola, apresentando, porém, problemas relacionados com suas condições físicas, fortemente associados ao conteúdo de argila 2:1.

Estas condicionam um comportamento extremo a estes solos, em relação aos períodos de chuva e de seca: quando na estiagem, ressecam-se e fendilham-se, tornando-se extremamente duros, enquanto que, quando úmidos, tornam-se encharcados, muito plásticos e muito pegajosos, dificultando o manejo e uso de máquinas agrícolas.

Acrescente-se a elevada susceptibilidade a erosão, principalmente, nas áreas de relevo mais movimentado, limitação por falta d'água e risco de salinização.

#### ❖ **Bruno Não Cálculo**

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de atividade alta. São de alta fertilidade natural, com 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, tendo, de modo geral, sequência de horizontes A, Bt e C, com espessura do A + Bt, entre 30 e 90 cm, textura arenosa ou média, no horizonte A e média ou argilosa, no Bt, mudança textural abrupta do A para o Bt (transições planas e abruptas ou claras), relação textural de 1,5 a 4,0 e, frequentemente, apresentado descontinuidade quanto à natureza do seu material originário, entre os horizontes superficiais e sub-superficiais.

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. Quando vértico possui, sempre, estrutura prismática e consistência extremamente dura (seco). É muito comum nas áreas destes solos, a presença de pedregosidade superficial, constituída por calhaus e, por vezes, matações, de quartzo, caracterizando um pavimento desértico.

A erosão laminar muitas vezes chega a ser severa ou em sulcos repetidos ocasionalmente ou com frequência, principalmente quando vérticos. São os tipos solos predominantes na Bacia do Acaraú, ocorrendo principalmente em sua porção central e sul, na região do sertão semiárido.

O material originário é constituído, principalmente, por saprolito de micaxisto (Pré-Cambriano A) e gnaisses escuros (Pré-Cambriano Indiviso). O relevo varia de plano a forte ondulado, com predomínio dos relevos suave ondulado e ondulado.

Não obstante constituírem solos de alta fertilidade natural e com bastante reserva mineral, apresentam forte limitação ao uso agrícola, pela falta d'água, além de serem muito susceptíveis à erosão, mostrando, frequentemente, pedregosidade superficial e, muitas vezes, dentro da massa do solo, dificultando, em muito, a mecanização.

Igualmente, destaque-se a ocorrência e teores bastante significativos de sódio em profundidade, principalmente, nos Brunos vérticos, quando da utilização com irrigação.

### **3.5.4 - Vegetação**

Tendo em vista as diferenças litológicas, a estrutura geológica, a compartimentação topográfica, o clima regional, os mesoclimas e especialmente os solos, registram-se para a Bacia do Acaraú oito unidades fitoecológicas diferentes:

- Complexo Vegetacional da Zona Litorânea;
- Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular (Matas Úmidas);
- Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Matas Secas);
- Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea);
- Caatinga Arbustiva Densa;
- Caatinga Arbustiva Aberta;
- Floresta Perenifólia Paludosa Marítima;
- Floresta Mista Dicotilo-Palmacea (Mata Cilfar com carnaúba).

Estas unidades atuais são resultantes, por um lado, da evolução dos "stocks" antigos da vegetação e da flora que se encontravam nesta região, por outro, da evolução do ambiente físico global, cujas modificações geológicas, geomorfológicas, pedológicas e especialmente climáticas tiveram

importância fundamental no estabelecimento e na distribuição da vida vegetal e na florística, principalmente nas últimas épocas geológicas, com o estabelecimento da caatinga.

O mapa da **Figura 3.15B** mostra as unidades fitoecológicas da região de influência da bacia do rio Macacos.

São quatro unidades fitoecológicas na região de estudo, sendo elas: floresta subcaducifólia tropical pluvial (mata seca), floresta caducifólia espinhosa (caatinga arbórea), caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva aberta. Apresenta-se a seguir uma breve descrição dessas unidades fitoecológicas.

#### ❖ **Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Matas Secas)**

Recobre os níveis inferiores (meia encosta) e vertentes de sotavento dos relevos cristalinos antes citados, assim como dos serrotes que se distribuem no território da Bacia do Acaraú. Ocorre em setores de declividade média a alta, com solos rasos, do tipo Litólico, onde os afloramentos rochosos são frequentes e a temperatura é mais elevada do que no ambiente da floresta úmida. Essas características são mais marcantes nas encostas voltadas para oeste (sotavento), onde o intemperismo físico é o principal processo modelador da paisagem.

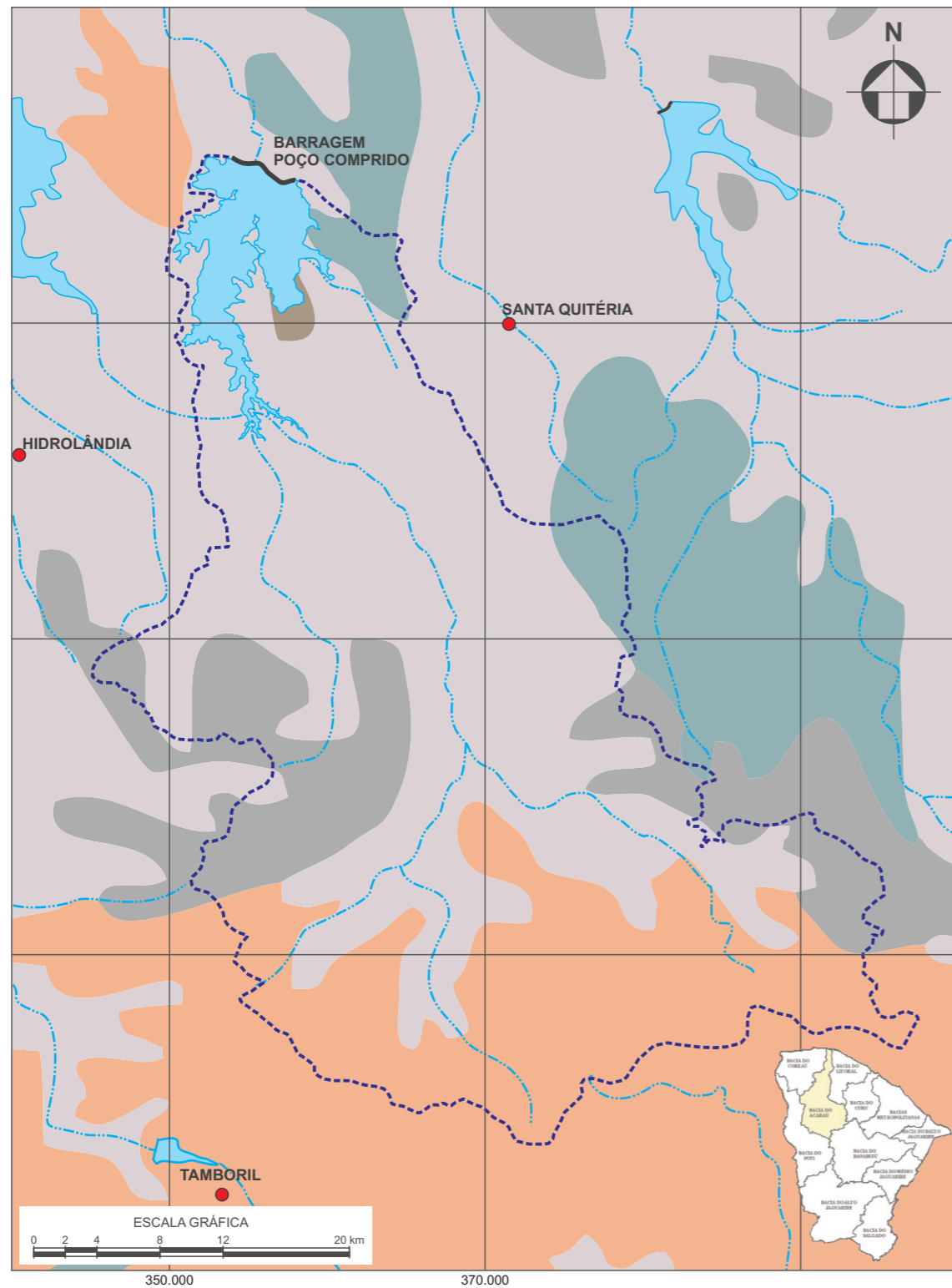
Trata-se de uma cobertura vegetal de porte arbóreo, intermediária entre floresta úmida e caatinga que circunda esses relevos. A maioria das espécies apresenta queda de folhas nos períodos de estiagem.

Essas áreas têm sido exploradas agricolamente, embora haja restrições de uso devido aos riscos de erosão. Em consequência dos desmatamentos, alguns setores das vertentes secas estão sendo amplamente ocupados pela vegetação de caatinga, a qual já atinge níveis topográficos elevados.

#### ❖ **Caatingas (Caatinga Arbórea, Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta)**

É a unidade fitoecológica predominante do território da Bacia do Acaraú, associando-se aos domínios dos terrenos cristalinos da Depressão Sertaneja, onde a deficiência hídrica é a característica mais marcante, juntamente com solos de pouca profundidade, frequentemente revestidos por pavimentos detríticos (seixos).

Constitui a vegetação típica dos sertões nordestinos, ostentando padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos, e faixas de transição para outras unidades fito-ecológicas. Apresenta espécies arbóreas e arbustivas, podendo ser densa ou aberta, refletindo as relações mútuas entre os componentes do meio físico, tais como: relevo, tipo de rocha, tipo de solo e grau de umidade.



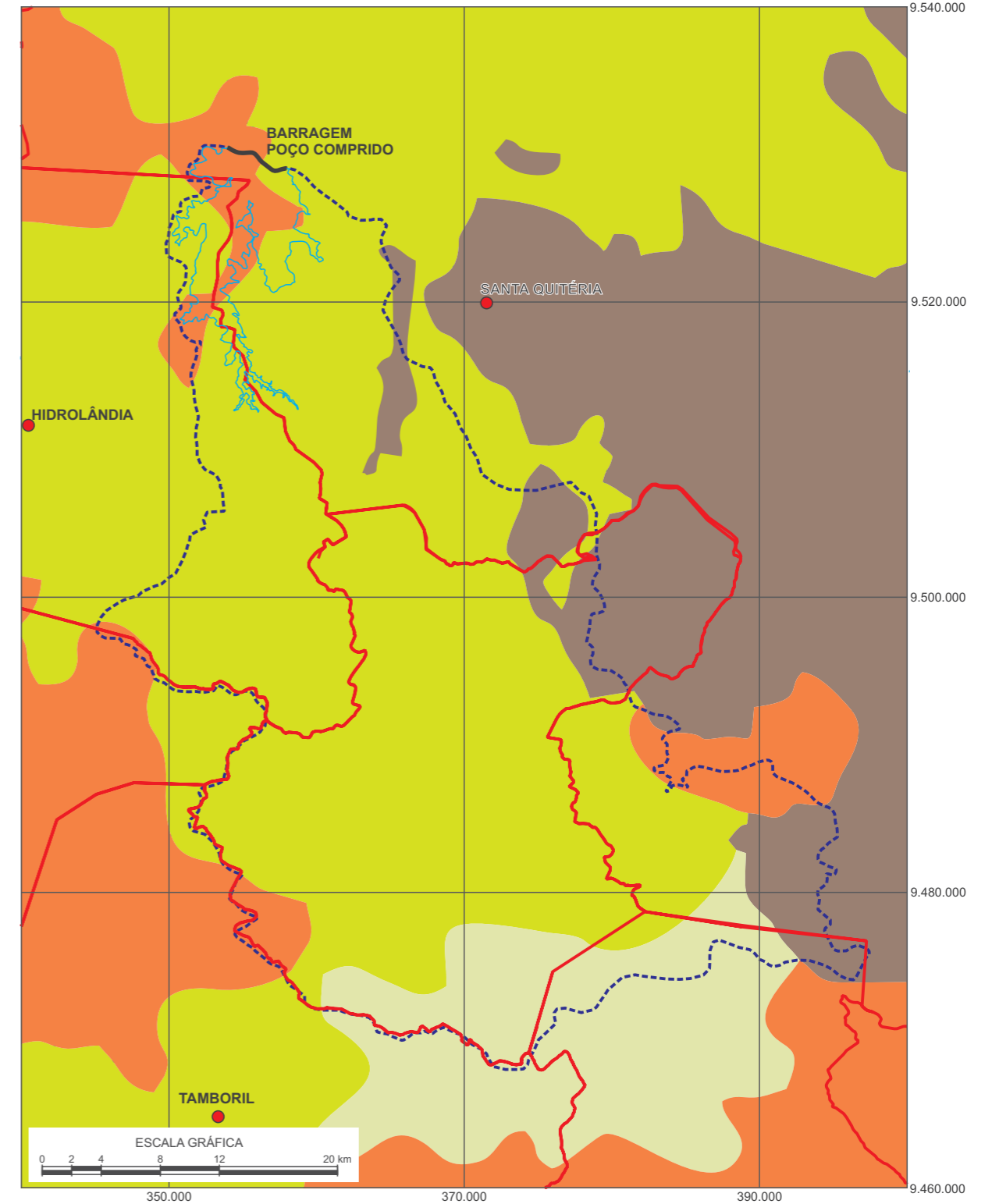
MAPA DE SOLOS (A)

LEGENDA

- Sede Municipal
- ⋯ Bacia Hidrográfica
- ⋯ Bacia Hidráulica
- ▭ Limite do Município

CLASSES DE SOLOS

- PE - Podzólio Vermelho - Amarelo Distrófico
- PL - Planossolo Solódico
- NC - Bruno Não - Cálxico
- Re - Solos Litólicos Eutróficos



MAPA DE VEGETAÇÃO (B)

LEGENDA

- Sede Municipal
- ⋯ Bacia Hidrográfica
- ⋯ Bacia Hidráulica
- ▭ Limite do Município

Unidades Fitoecológicas

- MS - Floresta subcaducifólia tropical pluvial (mata seca)
- CA - Floresta caducifólia espinhosa (caatinga arbórea)
- CAD - Caatinga arbustiva densa
- CAA - Caatinga arbustiva aberta

<p>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH</p>		
<p>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</p>		
<p>RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS</p>		
	<p>FIGURA 3.12 MAPA DE SOLOS (A) MAPA DE VEGETAÇÃO (B)</p>	

Encontra-se bastante descaracterizada, tanto pela interferência antrópica, através da agricultura, pecuária e retirada de lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagem acentuada. a degradação da floresta caducifólia espinhosa (caatinga arbórea) determina a maior expansão das espécies arbustivas, reduzindo a diversidade da flora e modificando o equilíbrio ecológico. Tendo em vista os fatores limitantes para a atividade agrícola (clima, profundidade do solo, pedregosidade superficial, deficiência hídrica e erosão), tem-se praticado nesses ambientes uma agricultura nômade, em que, após dois ou três anos, a área é abandonada, favorecendo o aparecimento de uma vegetação secundária (capoeira) que não oferece nenhuma proteção ao solo e não possui nenhum valor econômico.

A caatinga arbustiva tem porte mais baixo do que a arbórea, com caules retorcidos e espinhosos, perdendo a folhagem nas estações secas. A exemplo da caatinga arbórea, a densidade maior ou menor dos indivíduos determina a fisionomia do conjunto, que pode ser classificado como caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva aberta.

Atualmente, as áreas onde a vegetação típica da caatinga predomina são intercaladas por áreas de pastagens e lavouras e outras áreas modificadas pelo homem, como assentamentos e rodovias. A vegetação nativa apresenta sinais de uso, devido, por exemplo, à exploração da madeira e ao pisoteio pelo gado bovino e caprino.

### 3.6 - SOCIOECONOMIA

Este capítulo expõe e analisa os aspectos sociais das regiões a serem influenciadas pela construção da barragem Poço Comprido, comparando os municípios quanto aos seguintes pontos: demografia, saúde, educação, economia e indicadores sociais.

A bacia hidrográfica do açude ocupa as áreas dos municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia, Catunda e Monsenhor Tabosa. Entretanto, visto que somente uma pequena região de Monsenhor Tabosa é influenciada pela bacia, apenas os municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda serão considerados neste conhecimento do problema.

As obras de implantação da barragem se concentrarão nas terras dos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia, sendo o rio Macacos o limite geográfico dos dois municípios.

### 3.6.1 - Demografia

O **Quadro 3.12** mostra os dados de população residente, de 1970 a 2010, em cada um dos três municípios que serão mais afetados pela construção da barragem Poço Comprido. Ao avaliar a evolução da população, é possível constatar um grande crescimento da população urbana, em contraste com a redução da rural. No município de Santa Quitéria, a população urbana cresceu por volta de 70% em relação à população de 1970. Já a população rural da região decresceu 76%.

Segundo a projeção feita pelo IPECE, a população residente em 2010 nos municípios considerados passou de 9.952 em Catunda, 19.325 em Hidrolândia e 42.763 em Santa Quitéria para 10.437, 20.352 e 43.695, respectivamente, no ano de 2018 (**Quadro 3.13**).

Com densidade demográfica projetada, para 2018, de 10,26 hab/km<sup>2</sup>, Santa Quitéria é o município mais populoso dos 3, correspondendo a quase 60% da população dos três municípios avaliados, seguido por Hidrolândia (21,05 hab/km<sup>2</sup>) e, então, Catunda (13,20 hab/km<sup>2</sup>).

Através da análise dos dados dos três municípios em questão, é possível notar que, apesar de a população urbana ter crescido de 1991 a 2000, a densidade populacional dos três, nesse mesmo período, decresceu, voltando a ter um leve crescimento nos 10 anos seguintes (2000 a 2010). Devido ao crescimento populacional urbano, verifica-se um aumento considerável na taxa de urbanização em todos os três municípios, no período de 1991 a 2010, estando estes hoje com, em média, 54,5% de taxa de urbanização. Os dados estão listados no **Quadro 3.14**.

### 3.6.2 - Saneamento Básico

O saneamento básico (serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos) é um fator indispensável para o desenvolvimento de uma localidade. Investimentos nesta área levam à melhoria na educação, no turismo, na preservação dos recursos hídricos da região e, principalmente, na qualidade de vida da população, com melhorias e redução de gastos na saúde, evitando a propagação de doenças,

Segundo o Perfil Básico Municipal, do ano de 2016, elaborado pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), a taxa de cobertura d'água urbana dos municípios considerados neste estudo possui valores muito satisfatórios, variando de 98,35 a 99,98% (**Quadro 3.15**), valor maior que a média encontrada para o estado do Ceará (91,76%). Já o número de domicílios atendidos por rede de coleta de esgotos é inexistente nessas cidades.



**Quadro 3.12 - População residente nos municípios da Bacia do rio Macacos nos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010**

Município	População de 1970			População de 1980			População de 1991			População de 2000			População de 2010		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Catunda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.068	5.218	9.286	5.395	4.557	9.952
Hidrolândia	3.031	14.427	17.458	4.649	13.030	17.679	6.763	11.137	17.900	9.122	8.565	17.687	11.054	8.271	19.325
Santa Quitéria	6.689	36.089	42.778	11.000	41.263	52.263	15.856	33.487	49.343	19.355	23.020	42.375	22.260	20.503	42.763

Fonte: IBGE (2010).

**Quadro 3.13 - População residente projetada nos municípios da Bacia do rio Macacos para o ano de 2018**

Município	População Projetada para 2018	
	Total	
Catunda	10.437	
Hidrolândia	20.352	
Santa Quitéria	43.695	

Fonte: IBGE.

**Quadro 3.14 - Dados de taxa de urbanização e de densidade demográfica dos municípios da Bacia do rio Macacos nos anos de 1991, 2000 e 2010**

Município	Taxa de Urbanização			Densidade Demográfica		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Catunda	-	43,81	54,22	-	11,55	12,71
Hidrolândia	37,78	51,57	57,15	23,43	18,15	20,84
Santa Quitéria	32,13	45,68	52,05	10,95	9,97	10,04

Fonte: IBGE (1991/2000/2010).

**Quadro 3.15 - Abastecimento de Água nos Municípios de Catunda, Hidrolândia e Santa Quitéria (2016)**

Discriminação	Ligações Reais	Ligações Ativas	Volume Produzido (m³)	Taxa de Cobertura d'Água Urbana (%)
Catunda	2.132	1.991	167.764	99,67
Hidrolândia	4.427	4.121	321.540	99,98
Santa Quitéria	8.994	8.303	1.143.528	98,35

Fonte: Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

Os três municípios não possuem rede de coleta de esgoto, entretanto o **Quadro 3.16** resume os tipos de esgotamento sanitário utilizados pelas comunidades. O número de domicílios sem estrutura de esgotamento sanitário é preocupante, em vista que a ausência desse serviço contribui para o surgimento e proliferação de doenças.

**Quadro 3.16 - Domicílios Particulares Permanente Segundo os Tipos de Esgotamento Sanitário (2010)**

Discriminação	Rede Geral ou Pluvial	Fossa Séptica	Outra	Não tinham banheiros
Catunda	20	22	2.080	625
Hidrolândia	237	127	4.169	1.075
Santa Quitéria	1.168	1.634	6.509	2.530

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos 2010.

### 3.6.3 - Saúde

A saúde é um dos indicadores sociais mais importantes para avaliar as condições da região em estudo, retratando a realidade vivida pela população. Para analisar as demandas existentes nos municípios de Catunda, Hidrolândia e Santa Quitéria, coletaram-se dados de unidades de saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS) e os principais indicadores de saúde (médicos por 1.000 habitantes, leitos por 1.000 habitantes, unidades de saúde por 1.000 habitantes e taxa de mortalidade infantil por 1.000 nascidos vivos).

Conforme indicam os dados listados no **Quadro 3.17**, todos os municípios estão vinculados ao SUS, entretanto apenas através da rede pública de saúde, com exceção de Santa Quitéria, que possui uma unidade de saúde privada vinculada ao SUS.

**Quadro 3.17 - Unidades de Saúde Ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS) por Tipo de Prestador (2016)**

Discriminação	Rede Pública	Rede Privada	Total Geral
Catunda	8	-	8
Hidrolândia	9	-	9
Santa Quitéria	17	1	18

Fonte: Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA).

A rede de saúde desses municípios é muito precária, com poucas unidades de saúde para seus habitantes, sendo menos de uma unidade para cada 1.000 habitantes. A baixa qualidade da rede de saúde se torna mais evidente ao analisar os principais indicadores de saúde, que estão listados no **Quadro 3.18**.

**Quadro 3.18 - Principais Indicadores de Saúde (2016)**

Discriminação	Atendimento Médico		Unidades de Saúde por 1000 hab.	Taxa de Mortalidade Infantil por 1000 nv.
	Médicos por 1000 hab.	Leitos por 1000 hab.		
Catunda	0,97	2,23	0,77	38,96
Hidrolândia	0,55	1,04	0,45	16,76
Santa Quitéria	0,48	1,13	0,42	24,14
Estado do Ceará	1,39	2,14	0,43	12,69

Fonte: Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA).

Merece destaque a quantidade de leitos por 1.000 habitantes e de unidades de saúde por 1.000 habitantes do município de Catunda, que possui valores maiores que a média para o Estado do Ceará. Apesar disso, possui a maior taxa de mortalidade infantil por 1.000 nascidos vivos dentre os municípios avaliados.

### 3.6.4 - Educação

A educação é um dos indicadores mais importantes a serem analisados, devido ao fato de que exerce um papel fundamental no conhecimento das características da população e no conhecimento da possibilidade de crescimento econômico da região. Os dados de educação podem indicar tanto o aumento da produtividade dos setores econômicos como a presença de mão-de-obra qualificada, o que possibilita e facilita a instalação de empresas com conteúdo tecnológico na região.

No **Quadro 3.19** são listados os estabelecimentos de ensino por dependência administrativa (federal, estadual, municipal e particular) instaladas em cada um dos municípios em estudo. Segundo seus dados, Santa Quitéria é o município com maior número de unidades, detendo 59% dos estabelecimentos de ensino da região em estudo. Em uma comparação com o número de habitantes, o município de Hidrolândia é o que possui uma rede de ensino mais insatisfatória quanto a quantidade de unidades de ensino.

**Quadro 3.19 - Estabelecimentos de Ensino por Dependência Administrativa (2016)**

Discriminação	Total	Dependência Administrativa			
		Federal	Estadual	Municipal	Particular
Catunda	16	-	1	14	1
Hidrolândia	23	-	2	19	2
Santa Quitéria	56	-	4	49	3
Estado do Ceará	8.196	25	691	5.846	1.634

Fonte: Secretaria da Educação Básica (SEDUC).

O **Quadro 3.20** aponta dados que indicam o desempenho obtido pelos alunos nas unidades de ensino da região em análise, listando as taxas de aprovação, de evasão e de reprovação para o ensino fundamental e para o ensino médio.

**Quadro 3.20 - Principais Indicadores Educacionais (%) por Nível de Ensino (2016)**

Discriminação	Ensino Fundamental			Ensino Médio		
	Taxa de Aprovação	Taxa de Abandono	Taxa de Reprovação	Taxa de Aprovação	Taxa de Abandono	Taxa de Reprovação
Catunda	98,4	0,5	1,1	85,1	7,3	7,6
Hidrolândia	93,6	2,7	3,6	92,8	3,7	3,5
Santa Quitéria	95,5	0,9	3,6	91,5	5,6	2,9
Estado do Ceará	93,1	1,4	5,4	84,6	8,7	6,8

Fonte: Secretaria da Educação Básica (SEDUC).

Conforme a tabela apresentada com os principais indicadores educacionais percebe-se que a taxa de reprovação, tanto no ensino fundamental, é melhor nos três municípios considerados do que a média do estado. A taxa de aprovação, no ensino fundamental, é maior nos municípios de Catunda e de Santa Quitéria em relação à média cearense. Da mesma forma acontece com a taxa de abandono no

ensino fundamental, que é bem maior na cidade de Hidrolândia quando comparada com a média estadual. Já ao considerar o ensino médio, é possível perceber que todos os municípios possuem taxas melhores que as taxas cearenses.

### 3.6.5 - Economia

A base da economia nos municípios de Catunda, Hidrolândia e Santa Quitéria é a agropecuária e a criação de animais, com prática, geralmente, de agricultura familiar. O setor de serviços também é muito importante.

Essas características podem ser confirmadas através dos dados listados no **Quadro 3.21**, que contém os valores de Produto Interno Bruto (PIB) a preços de mercado, PIB per capita e PIB por setor. A partir desses dados, é possível constatar que Santa Quitéria é o município com maior PIB dentre os municípios em estudo. Nos três municípios, o setor de serviços é o setor com maior PIB, seguido pelo setor de agropecuária e pelo de indústria, com exceção de Santa Quitéria, onde o setor industrial possui maior PIB que o setor de agropecuária.

**Quadro 3.21 - Dados de PIB total, per capita e setorial de Catunda, Hidrolândia e Santa Quitéria para o ano de 2015**

Município	PIB a preços de mercado (R\$ mil)	PIB per capita (R\$ 1,00)	PIB por setor %		
			Agropecuária	Indústria	Serviços
Catunda	75.227	7.308	12,96	4,54	82,50
Hidrolândia	123.976	6.182	12,41	6,50	81,09
Santa Quitéria	366.537	8.454	13,69	16,58	69,73

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)/Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará.

De modo geral, os municípios em estudo possuem empregos formais, porém em um número pouco expressivo, como pode ser observado no **Quadro 3.22**, dependendo de transferências governamentais para o orçamento municipal.

**Quadro 3.22 - Número de Empregos Formais nos Municípios de Catunda, Hidrolândia e Santa Quitéria (2016)**

Município	Número de Empregos Formais							
	Extrativa Mineral	Indústria de Transformação	Serviços Industriais de Utilidade Pública	Construção Civil	Comércio	Serviços	Administração Pública	Agropecuária
Catunda	-	4	-	9	26	16	519	-
Hidrolândia	-	47	-	16	106	66	1.025	-
Santa Quitéria	123	1.161	-	52	473	279	1.339	4

Fonte: Ministério do Trabalho (MTb) – RAIS.

### 3.6.6 - Renda

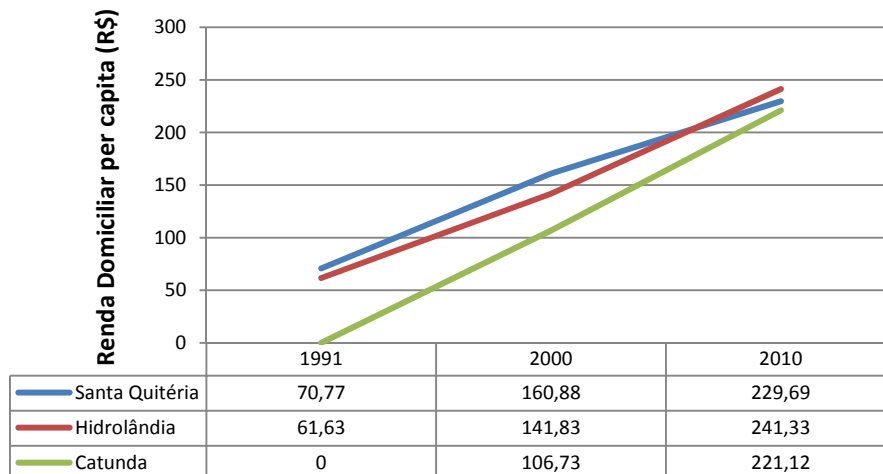
A renda da população da região onde será implantado o açude Poço Comprido é muito baixa. A pobreza e o êxodo rural são características da população local.

As principais fontes de renda da área são as aposentadorias rurais e os benefícios dos programas sociais, em que se destaca o Bolsa Família.

A renda da região tem crescido substancialmente nos últimos anos. Em Santa Quitéria, a renda Per Capita subiu de R\$ 70,77 em 1991 para 229 em 2010. Esta estimativa decorre dos censos demográficos disponibilizados pelo DATASUS que, por sua vez, utiliza fontes do IBGE.

A renda média domiciliar per capita representa a soma dos rendimentos mensais dos moradores do domicílio, em reais, dividida pelo número de seus moradores.

A **Figura 3.16**, apresentada a seguir ilustra a evolução da renda nos municípios da área de influência do empreendimento.



**Figura 3.16 - Evolução da Renda na área do Empreendimento**

### 3.6.7 - Indicadores Sociais

Um importante indicador social é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), desenvolvido pela ONU, que indica a condição socioeconômica da população. O cálculo do IDH se refere aos índices educacionais, à longevidade e à renda. Seus números podem variar de 0 a 1, com 1 representando uma situação melhor da população. Entretanto, este indicador não informa uma visão mais local da comunidade estudada e não reflete, em curto prazo, os impactos de um grande investimento econômico em uma micro região.

Outro indicador importante é o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), desenvolvido e calculado pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece), que tem como objetivo mensurar os níveis de desenvolvimento alcançados pelos municípios cearenses.

O **Quadro 3.23** mostra os dados IDH e IDM dos municípios de Catunda, Hidrolândia e Santa Quitéria. Como pode ser visto, Santa Quitéria possui o melhor valor para o IDH e para o IDM. Hidrolândia possui o valor IDH menor e Catunda possui o menor valor IDM.

**Quadro 3.23 - Dados de IDH e IDM dos municípios de Catunda, Hidrolândia e Santa Quitéria**

Município	IDH	IDM
	2010	2016
Catunda	0,609	18,93
Hidrolândia	0,597	21,33
Santa Quitéria	0,616	27,70
Ceará	0,723	-
Brasil	0,699	-

Fonte: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

### 3.6.8 - Ocupação da área atingida pelo reservatório da barragem

#### 3.6.8.1 - Estudo do anteprojeto

Na elaboração do anteprojeto, foi realizada pesquisa socioeconômica na região do empreendimento. Esta pesquisa abrangeu uma área de 16.305 ha, equivalente a 2,3 vezes a área da bacia de inundação e correspondendo, na época, a 101 imóveis. Apesar de a situação socioeconômica local ter mudado consideravelmente nos últimos anos, resumiremos a seguir, para efeito ilustrativo, os resultados da pesquisa.

A estratificação dos imóveis por área revelou a seguinte estrutura fundiária: 14% dos imóveis incluídos no estrato de área entre 5 a 25 ha ocupavam 3% da área total, enquanto que 40% dos imóveis de tamanho entre 25 a 100 ha ocupavam 19% da área total.

Por outro lado, os imóveis de 100 a 500 ha da área, representavam 33% do número de imóveis e correspondiam a 63% da área total.

A análise da distribuição da propriedade fundiária com base no coeficiente de Gini e Curva de Lorens, resultou na conclusão de que havia grande concentração, evidenciada pelo índice de Gini de 0,5179.

Cerca de 82% dos imóveis dispunham de escritura pública definitiva. Residualmente, constatou-se a existência de escritura particular de compra e venda (5%) e recibo de compra de benfeitorias (1%).

O acesso às propriedades era realizado predominantemente por estrada carroçável (58%). A rodovia pavimentada apresenta uma frequência de 34%, seguindo-se o caminho ou trilha com 7%.

Verificou-se que a terra era muito pouco utilizada de vez que cerca de 60% da área total não tem qualquer aproveitamento produtivo. A área ocupada com culturas atingia, apenas, 5% da área total pesquisada. A principal cultura era o algodão arbóreo que ocupava 3% da área total. As áreas ocupadas com fruteiras, banana e mamona eram pouco expressivas. A pastagem natural ocupava área de 28% enquanto que as capineiras e pastagens artificiais representavam, respectivamente, 1% e 0,01% da área total. Era fácil constatar o sub-aproveitamento da área dos imóveis.

O melhor aproveitamento verificava-se nas propriedades com área entre 5,1 a 25 ha, com 14% ocupando culturas e 6% com capineiras.

O efetivo animal era predominantemente bovino com 2.905 cabeças.

A análise do quadro das relações de produção detectou haver predominância do sistema de posse sobre o de parceria, mantendo-se residual a ocorrência de relações capitalistas, ou seja, o salarizado. Observa-se mais uma vez, a rigidez com que a estrutura de propriedade da terra revestia o conjunto social da área. Empiricamente, com efeito, 63,9% eram posseiros, 35,1% parceiros e 0,5% são contratados.

Cerca de 90% dos entrevistados declararam não receber assistência técnica, o que se constitui no índice mais elevado das três áreas. O número de pessoas residentes na área pesquisada era, na ocasião da pesquisa, de cerca de 1.304 moradores, compreendidos em 252 famílias. O número médio de pessoas por família de 5,17. A densidade demográfica da área era de 0,079 pessoas por ha, ou 8 habitantes por km<sup>2</sup>. Cerca de 75% da população era constituída de não proprietários, sendo que 46,6% da população era encontrada nas propriedades com área entre 25 a 100 ha.

A taxa de analfabetismo gira em torno dos 51%.

Cerca de 6 a 7% das residências existentes na área da pesquisa eram de taipa o que revelava a baixa qualidade das construções.

Em síntese, eram as seguintes as seguintes características básicas da área:

- Estrutura fundiária caracterizada pela elevada concentração da propriedade da terra.
- Baixa ocupação e utilização da terra.
- Incipiente capitalização dos imóveis.
- Relações de produção características de um sistema pouco capitalizado, com a ressalva de apresentar um caso de arrendamento e uma substancial contratação de mão-de-obra, inclusive de profissionais de curso superior.
- Os Índices de uma concentração maior de habitantes e de força de trabalho. Essa população, entretanto, apresenta um elevado índice de analfabetismo.
- Nível tecnológico muito baixo, o que é revelado pela reduzida disponibilidade de máquinas e equipamentos de reduzida utilização da terra com capineiras e pastagem artificial.
- Situação jurídica de posse e domínio da terra com predominância de instrumentos legalmente mais confiáveis, mas com a singularidade de apresentar formas menos definidas como o recibo de compra de benfeitorias e escritura particular de compra e venda.
- Situação de acesso aos imóveis muito precária com predominância de estrada carroçável e com distâncias médias de acesso à sede municipal muito elevadas.
- Baixo nível de associativismo nas áreas estudadas.

#### 3.6.8.2 - Levantamento da visita de campo

Para visita de campo foi utilizado a carta plano altimetria da bacia hidráulica, desenvolvida com base na carta da Embrapa, e reforçada com a fotografia da área retirada do Google maps. A visita foi feita apenas em alguns pontos, devido a deficiência de acesso por estradas vicinais, estando as mesmas inundadas pela cheia do rio Macacos no período da visita.

Em primeiro lugar, verificou-se a baixa densidade demográfica atual dentro da bacia. Segundo os moradores entrevistados durante a visita, em toda a área que será inundada pelas águas somente cento e trinta casas estão habitadas atualmente, o que permite admitir, considerando-se um número de quatro moradores por casa, que na área residem cerca de cento e vinte pessoas, número esse que totalizaria cerca de 0,05 habitantes por km<sup>2</sup>, muito inferior aos números relativos ao município como um todo que é de 10,04hab/km<sup>2</sup>, incluindo a população urbana.

Nessa visita, verificou-se algumas casas fechadas, além de domicílio habitado por alguns moradores, que informaram que a família mora na sede do município para onde, os mesmos, se deslocam diariamente.

Em consequência das informações de campo, terem sido limitadas pela dificuldade de acesso as casas nas áreas de estudo, optamos para definição da quantidade de famílias apenas pela quantidade de imóveis construído com base na fotografia aérea, sendo elas;

- Alternativa 1 com 139 casas;
- Alternativa 2 com 144 casas;
- Alternativa 3 com 79 casas;

Na área existem escolas e um pequeno cemitério. Quanto aos serviços médicos e hospitalares, a população tende a se deslocar, em busca desses serviços, até a sede do município, percorrendo uma distância de, no máximo, 16 km para aqueles que residem na parte final da bacia hidráulica do futuro lago.

Outra curiosidade, é que nenhum dono de terras reside na área que é ocupada por moradores que se dizem proprietários de suas casas. Essas casas têm padrões construtivos desde muito precários, na maioria delas, tendo em poucas, um melhor nível de construção.



**Foto 3.1 - Casa no sopé do Serrote do Macaco**

Indagados sobre como obtinham renda na ocupação que ali praticavam, informaram que a mesma tinha origem em plantios de culturas de subsistência no período das chuvas, renda essa que era maior ou menor, em função da regularidade das chuvas a cada ano.



Informaram, ainda, que do total da produção colhida, uma parte era entregue aos donos das terras como pagamento pelo seu uso.

Durante o verão, e objetivando alcançar alguma renda, executavam pequenos trabalhos nas terras (cercas) e ajuda no criatório bovino praticado na área pelos donos das terras e de pouca representatividade econômica.

Existe, no seio desses moradores, expectativa com relação à construção da barragem, porém a indagação mais constante dizia respeito a indenização da desapropriação daquelas casas de baixo valor monetário.

Para as alternativas 1 e 2 de localização do eixo, identificamos algumas infraestrutura existentes dentro da bacia sendo elas uma estrada vicinal na margem esquerda do rio com um percurso em torno de 10km que tem como objetivo a interligação das sedes das fazendas a CE-257, e desta à sede do município, foi identificada uma rede de distribuição elétrica bifásica ao longo da estrada vicinal anteriormente citada, com uma extensão aproximada de 5Km. Também pode ser identificada nos afluentes do rio Macacos cinco barreiros de acumulação de água de pequeno porte. Vale ressaltar que para alternativa 2 a CE-257 será inundada independente do volume de acumulação, enquanto que para alternativa 1, dependendo do volume de acumulação a ser definido pela barragem a mesma poderá inundar a CE-366.



**Foto 3.2 - Estrada vicinal entrando na CE257, no sentido montante jusante com aproximadamente 10km**



**Foto 3.3 - Ao lado da Estrada vicinal existe uma linha bifásica com comprimento de 6km**

Para a alternativa 3 de localização do eixo, identificamos que a área inundada será maior; dentro desta área existe uma infraestrutura composta de uma estrada vicinal na margem esquerda do rio, com percurso de aproximadamente 12km, que tem como objetivo a interligação de sedes de fazendas à CE-257 e desta CE à sede do município. Foi identificada, também, uma rede de distribuição elétrica do tipo bifásica ao longo da estrada vicinal citada, com uma extensão aproximada de 7km. Também pode ser identificada nos afluentes do rio Macacos oito barreiros de acumulação de água de pequeno porte.

### 3.7 - PLANEJAMENTO REGIONAL

A bacia hidrográfica do Rio Macacos está inserida no sistema de Bacia do vale do Acaraú. A região apresenta um grande potencial agrícola e, assim a escassez de água poderia se constituir em fator restritivo na economia local. O governo do Estado, ciente da necessidade de viabilizar sem restrições o desenvolvimento de polo agrícola, tem tratado do tema relativo à oferta d' água para as sedes municipais e áreas rurais.

No médio curso do rio Acaraú, mais especificamente a montante da cidade de Sobral, a confluência dos rios Groaíras, dos Macacos e Jacurutu, bastante caudalosos, com o Acaraú, próximo à área onde este apresenta estreitamento de sua calha fluvial, resulta em enchentes que atingem a área urbanizada de Sobral. Como os rios Jacurutu e dos Macacos não são controlados por barramentos e especificamente este ultimo por ser bastante caudaloso, contribui consideravelmente para o evento acima referido. Daí a importância da barragem Poço Comprido, que além de controlar o rio dos Macacos, ampliará a reserva hídrica de perenização do médio e baixo Acaraú.

A ampliação da reserva hídrica do vale permitirá um fortalecimento da agricultura irrigada na região nomeadamente do projeto de irrigação do Araras e do Baixo Acaraú.

## 4 - RECONHECIMENTO

## 4 - RECONHECIMENTO

### 4.1 - FOTOINTERPRETAÇÃO

Para identificação inicial das alternativas dos eixos da barragem do poço Comprido, localizada no rio Macacos, foi utilizada as cartas da EMBRAPA/IBGE SRAM/CEARA- SB-24V-B e SB-14V-D, estas cartas foram elaboradas com base na fotografia de satélite Land Sat 7 de 2011. Estes produtos foram gerados a partir de dados de radar, obtidos de sensores a bordo do ônibus espacial Endeavour, no projeto SRTM (em inglês, Shuttle Radar Topography Mission), uma parceria das agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DLR) e Itália (ASI)

As cartas são disponibilizadas na escala de 1:250.000. com curvas de nível a cada metro, a fonte de pesquisa [www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/ce/ce.htm](http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/ce/ce.htm).

Com base na base cartográfica acima citada foram definidas as três alternativas de eixo, sendo os mesmos implantados em campo através da topografia clássica. O estudo cartográfico aqui definido foi utilizado para definição rede de drenagem existentes, assim como do estudo da geologia local feita para esta fase no projeto que será apresentado neste relatório.

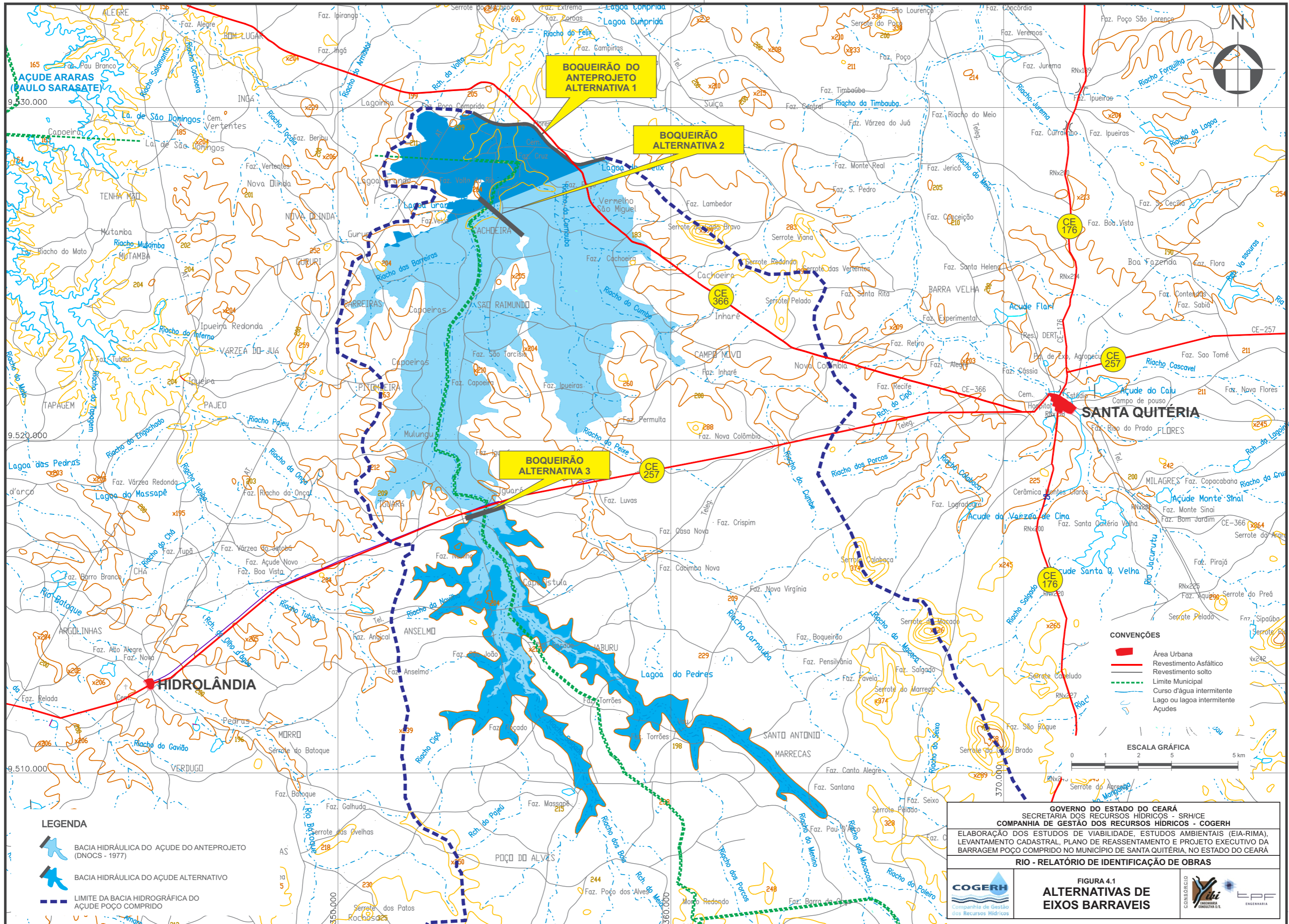
### 4.2 - ESCOLHA DOS EIXOS BARRÁVEIS

#### 4.2.1 - Generalidades

Na visita de campo, feita com a finalidade de examinar o entorno da região onde será feito o barramento do rio Macacos, para a implantação da barragem Poço Comprido, catalogou-se informações que são citadas a seguir:

Examinando todo o entorno do sítio, foi possível identificar o eixo que foi objeto de estudos da Empresa SEEBLA – Serviços de Engenharia Emilio Baumgort, entre os anos de 1980 e 1981, aqui nessa proposta denominada de eixo 01. Além do eixo estudado, identificaram-se mais outros dois possíveis locais de barramentos, denominados de eixos 02 e 03. Conforme mostra a **Figura 4.1**.

As cartas da Embrapa/IBGE SRAM/CEARA- SB-24V-B e SB-14V-D, na escala de 1:250.000, permitiu elaborar o modelo digital do terreno, através de soft GLOBAL Mapper, tendo como produto final as curvas de nível a cada metro de toda área a ser estudada para a identificação dos eixos. Com base nesta carta altimétrica, pode-se inicialmente localizar as alternativas de eixo e posteriormente elaborar a coleta dos dados para elaboração da curva Cota x área x volume CAV, para cada alternativa de eixo. Com os eixos definido foram implantados em campo os vértices e alinhamento principal, através da topografia clássica.



**BOQUEIRÃO DO ANTEPROJETO ALTERNATIVA 1**

**BOQUEIRÃO ALTERNATIVA 2**

**BOQUEIRÃO ALTERNATIVA 3**

**SANTA QUITÉRIA**

**HIDROLÂNDIA**

**LEGENDA**

- BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE DO ANTEPROJETO (DNOCS - 1977)
- BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE ALTERNATIVO
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE POÇO COMPRIDO

- CONVENÇÕES**
- Área Urbana
  - Revestimento Asfáltico
  - Revestimento solto
  - Limite Municipal
  - Curso d'água intermitente
  - Lago ou lagoa intermitente
  - Açudes

ESCALA GRÁFICA  
0 1 2 5 5 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

**RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS**

**FIGURA 4.1 ALTERNATIVAS DE EIXOS BARRAVEIS**

A área ao longo do rio Macacos, contendo os três eixos observados possíveis de serem barrados tem relevo com feição altimétrica bastante semelhante às 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 (SIRGAS2000). Já na lateral direita do rio, a característica do relevo é formada por duas feições. Até ser atingido um 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.

Sobre o aspecto geológico, os três eixos apresentam similaridade; encontra-se extensos afloramentos de rochas metamórficas, onde se destacam gnaisses, migmatitos, granodioritos e granitóides diversos (monzogranitos, sienogranitos, anfibolitos e rochas calcissilicáticas).

A seguir é feito um breve comentário sobre cada um dos eixos localizados:

#### EIXO 1:

Este eixo foi escolhido pela SEEBLA – Serviços de Engenharia Emilio Baumgart Ltda: para detalhar o projeto, e seu comprimento é da ordem de 3.422m. Se inicia pela ombreira esquerda com cotas em torno de 190 metros, percorre 1.000 m até chegar ao leito do Rio Macacos, e prossegue por mais 2.400 metros com suave inclinação até alcançar, já próximo à rodovia CE-366, a cota de 187 metros em sua ombreira direita. Durante esse percurso, verifica-se que os solos são pouco profundos (até 2,00m), em sua ombreira direita, havendo uma predominância de afloramentos rochosos na calha do rio, onde os gnaisses e migmatitos são abundantes, tanto em extensas superfícies, como também em blocos e matacões rolados. Com relação à topografia da bacia, a partir desse local, parece não existir ponto de fuga, pois as curvas de níveis se apresentam sempre crescentes até formar uma cumeada constante ao longo do traçado do rio.



**Foto 01: Vista do morro da ombreira esquerda (Eixo 01).**



**Foto 02: Vista do morro da ombreira esquerda (Eixo 01).**

#### EIXO 2:

Este eixo está posicionado um pouco a montante da confluência do Rio dos Macacos com o Riacho da Carnaúba, medindo em torno de 2,700 metros de extensão. Esse eixo é bastante semelhante ao eixo 1, principalmente nas suas ombreiras de características idênticas, como também no seu leito,

onde além de ocorrerem afloramentos rochosos com a mesma litologia, também encontram-se aluviões significativos compostos por areia grossa.

Constata-se que como esse eixo está muito próximo ao eixo 1, também o comportamento quanto à topografia da bacia é favorável, por não permitir pontos de fuga e a necessidade da construção de barragem auxiliar.

Seria um local que teria capacidade de aumentar o volume de armazenamento. Entretanto a implantação do barramento nesse local implicaria em custo elevado para construir a variante da CE-257, com uma ponte sobre o Rio dos Macacos.



**Foto 03: Bacia hidráulica, Areal no leito do rio Macacos.**



**Foto 04: Bacia hidráulica, Afloramento de rocha granítica, no leito do rio Macacos.**



**Foto 05: Ao fundo Serrote do Macaco – Ombreira esquerda (Eixo 02).**



**Foto 06: Ao fundo detalhe do Serrote do Macaco – Ombreira esquerda (Eixo 02).**

### EIXO 3:

Este eixo está situado a cerca de 13.500,00m a montante do eixo 01 e margeando a CE-257 que liga a cidade de Santa Quitéria a Hidrolândia, seu eixo tem uma extensão em torno de 3.190 metros. Do ponto de vista geológico e relevo o mesmo possui características semelhantes aos eixos 1 e 2., tendo uma capacidade de aumentar o volume de armazenamento, sem interferências com as infraestruturas existentes.



**Foto 07: Vista do rio Macacos próximo ao eixo 3.**



**Foto 08: Vista do morro da ombreira esquerda para a direita (Eixo 03).**

#### 4.2.2 - Elementos dos eixos localizados

A seguir é mostrado o **Quadro 4.1** com as coordenadas dos eixos observados:

**Quadro 4.1 – Coordenadas e extensão dos eixos**

Local	Ombreira	Coord. X	Coord. Y	Extensão (m)
EIXO 1	ESQUERDA	354.742	9.529.446	3.422
EIXO 1	DIREITA	355.810	9.529.416	
EIXO 2	ESQUERDA	354.415	9.527.745	2.491
EIXO 2	DIREITA	355.651	9.252.087	
EIXO 3	ESQUERDA	352.575	9.516.702	3.190
EIXO 3	DIREITA	355.821	9.517.818	

Obs.: As coordenadas foram obtidas na carta do IBGE.

#### 4.2.3 - Características físicas das alternativas

Para efeito de análise comparativa, foi definido uma capacidade de armazenamento de cada reservatório em torno de 200hm<sup>3</sup>, para possibilitar a quantificação e orçamento das alternativas foi utilizada a seção tipo de anteprojeto, que foi desenvolvido pela Empresa SEEBLA, cuja descrição foi feita no item 3.3.4 no capítulo 3, mostra um maciço em solo, com materiais oriundos de escavações de jazidas. O vertedouro é constituído de um canal escavado em material de 1ª, 2ª e 3ª categorias, com dominância desta última classificação, que são os materiais rochosos. As dimensões do vertedouro são de largura de 240,00m. A cota da soleira vertente varia de acordo com a alternativa utilizada, sendo utilizada uma estrutura de vertimento tipo creager. A tomada água será composta de uma torre de controle de entrada uma galeria com duas tubulações de 1.500mm em aço.



### Alternativa 1

O eixo da alternativa irá drenar uma área hidrográfica total de 1.469,00Km<sup>2</sup>, com a cota de soleira do vertedouro estipulada na cota 181,0m, sua bacia hidráulica terá uma área total de 2.547,00 hectares, e um volume acumulado de 186,0hm<sup>3</sup>. Para isto deverá ser construído um barramento em solo, provido de drenagem interna através drenos verticais e horizontais e em sua saída será construído um Rock-Fill em pedra. A montante seu talude terá uma forma inclinada na razão de 1V:3H, para protege-la será construído um rip rap em pedra. No talude de jusante o mesmo terá uma declividade 1V:2,5H, com bermas intermediárias a cada 10,0m e face será protegida por uma camada de 30 cm de brita. A berma de coroamento estará na cota 187,0m e terá uma largura de 8,0m sendo revestida com material granular.

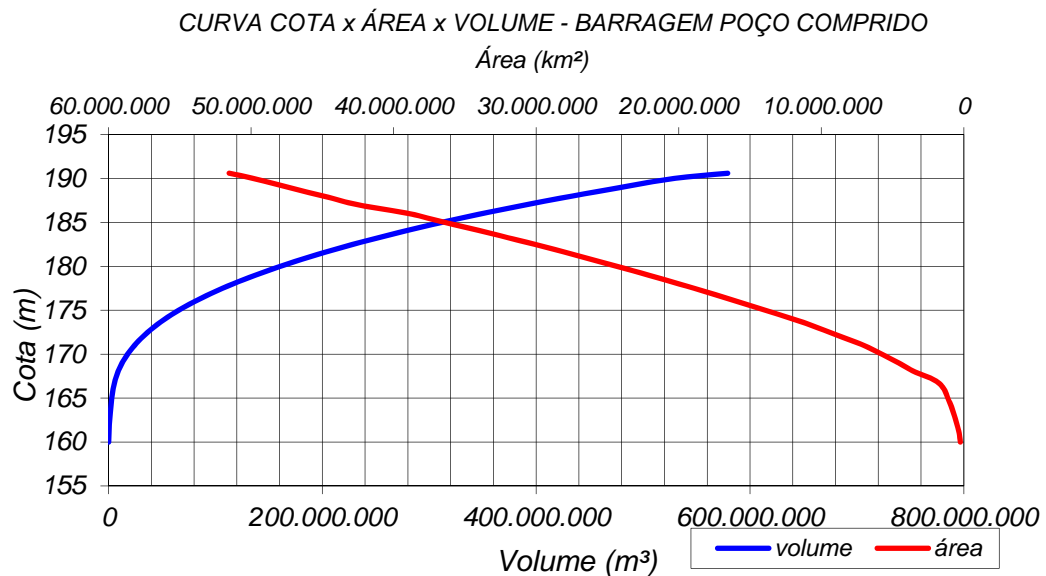
Para a perenização do rio, será construída uma tomada d'água, que será dividida em três parte; a primeira trata da torre de controle e manutenção de montante e uma caixa de equipamento de montante. Esta estrutura será construída em concreto armado e dotado de equipamento mecânicos para sua operação como grades e comportas. A segunda parte trata da galeria, estrutura esta que tem com finalidade a interligação do lado de montante à jusante da barragem, atravessando todo seu maciço de solo. A galeria será composta por dois tubos de 1.500mm em aço e envelopado por uma estrutura de concreto armado. Finalmente a terceira etapa trata da caixa de controle comando de jusante que será construída em concreto armado e nela será instalada os equipamentos de controle como registros e válvula dispersoras.

O vertedouro desta alternativa será na ombreira direita do maciço, onde será escavado em rocha e será construída uma estrutura de vertimento do tipo creager em concreto simples, a mesma terá uma largura 240,0m e cota de soleira de 181,0m. No tomo dos desenhos estão representados o perfil longitudinal da barragem e secção tipo máxima desta alternativa.

A seguir apresentamos o **Quadro 4.2** cota x área x volume e sua **Figura 4.2** respectiva.

Quadro 4.2 – Cota x Área x Volume

BPC-RIO-01-COTA ÁREA VOLUME DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO				
Cota (m)	Área		Volume Parcial (m³)	Volume Acumulado (m³)
	Km²	m²		
159,00		0,000		
160	0,24	244.098,668	122.049,334	122.049,334
161	0,32	323.574,874	283.836,771	405.886,105
162	0,48	478.505,950	401.040,412	806.926,517
163	0,67	668.510,173	573.508,062	1.380.434,579
164	0,85	851.578,732	760.044,453	2.140.479,031
165	1,13	1.130.679,180	991.128,956	3.131.607,987
166	1,38	1.381.974,822	1.256.327,001	4.387.934,988
167	1,99	1.992.966,119	1.687.470,471	6.075.405,459
168	3,44	3.438.807,514	2.715.886,817	8.791.292,275
169	4,57	4.567.810,093	4.003.308,804	12.794.601,079
170	5,75	5.753.680,839	5.160.745,466	17.955.346,545
171	7,01	7.009.101,929	6.381.391,384	24.336.737,929
172	8,62	8.619.892,281	7.814.497,105	32.151.235,034
173	10,23	10.228.118,027	9.424.005,154	41.575.240,188
174	11,93	11.932.821,472	11.080.469,750	52.655.709,937
175	13,95	13.950.336,826	12.941.579,149	65.597.289,086
176	15,93	15.927.508,119	14.938.922,473	80.536.211,559
177	17,85	17.851.858,630	16.889.683,375	97.425.894,933
178	19,98	19.980.528,387	18.916.193,509	116.342.088,442
179	22,13	22.125.487,716	21.053.008,052	137.395.096,493
180	24,31	24.309.889,318	23.217.688,517	160.612.785,010
181	26,63	26.631.240,021	25.470.564,670	186.083.349,680
182	28,85	28.854.492,785	27.742.866,403	213.826.216,083
183	31,35	31.354.677,027	30.104.584,906	243.930.800,989
184	33,79	33.787.866,846	32.571.271,937	276.502.072,925
185	36,43	36.429.284,863	35.108.575,855	311.610.648,780
186	38,89	38.889.888,480	37.659.586,672	349.270.235,451
187	42,50	42.497.000,437	40.693.444,459	389.963.679,910
188	44,89	44.888.230,231	43.692.615,334	433.656.295,244
189	47,44	47.437.280,916	46.162.755,574	479.819.050,817
190	49,80	49.797.456,188	48.617.368,552	528.436.419,369
190,6	51,53	51.530.680,275	50.664.068,232	579.100.487,601
191	52,38	52.383.150,662	51.956.915,469	631.057.403,069
192	55,40	55.398.896,797	53.891.023,730	684.948.426,799
193	58,42	58.421.954,282	56.910.425,540	741.858.852,338
194	61,50	61.502.700,522	59.962.327,402	801.821.179,740
195	64,45	64.453.822,122	62.978.261,322	864.799.441,062



**Figura 4.2 - Cota x Área x Volume**

#### Alternativa 2

O eixo da alternativa irá drenar uma área hidrográfica total de 1.283,00Km<sup>2</sup>, com a cota de soleira do vertedouro estipulada na cota 187,0m sua bacia hidráulica terá uma área total de 2.064,00 hectares e um volume acumulado de 188,0hm<sup>3</sup>. Para isto deverá ser construído um barramento em solo, provido de drenagem interna através drenos verticais e horizontais e em sua saída será construído um Rock-Fill em pedra. A montante seu talude terá uma forma inclinada na razão de 1V:3H, para protege-la será construído um rip rap em pedra. No talude de jusante o mesmo terá uma declividade 1V:2,5H, com bermas intermediárias a cada 10,0m e face será protegida por uma camada de 30 cm de brita. A berma de coroamento estará na cota 192,0m e terá uma largura de 8,0m sendo revestida com material granular.

Para a perenização do rio, será construída uma tomada d'água, que será dividida em três partes; a primeira trata da torre de controle e manutenção de montante e Caixa de equipamento de montante. Esta estrutura será construída em concreto armado e dotado de equipamento mecânicos para sua operação como grades e comportas. A segunda parte trata da galeria, estrutura esta que tem com finalidade a interligação do lado de montante ao jusante da barragem, atravessando todo seu maciço de solo. A galeria será composta por dois tubos de 1.500mm em aço e envelopado por uma estrutura de concreto armado. Finalmente a terceira etapa trata da caixa de controle comando de jusante que será construída em concreto armado e nela será instalada os equipamentos de controle como registros e válvula dispersoras.

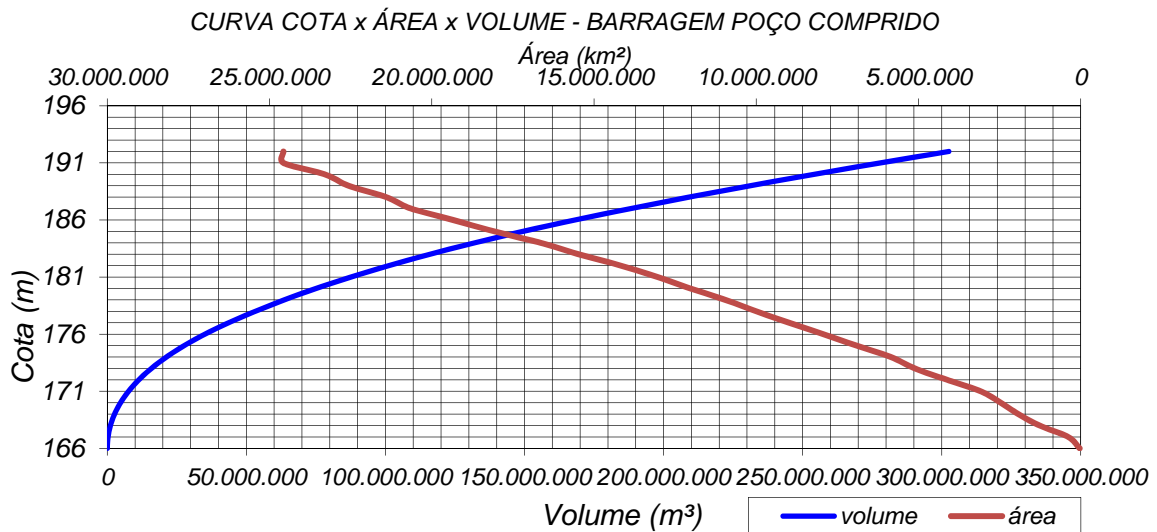
O vertedouro desta alternativa será na ombreira direita do maciço, onde será escavado em rocha e será construída uma estrutura de sangria do tipo creager em concreto simples, a mesma terá uma

largura 240,0m e cota de soleira de 187,0m. No tomo dos desenhos está representado o perfil longitudinal da barragem e secção tipo máxima desta alternativa.

A seguir apresentamos o **Quadro 4.3** cota x área x volume e **Figura 4.3** respectiva.

**Quadro 4.3 – Cota x Área x Volume**

<b>BPC-RIO-04-ALTERNATIVA 02_COTA ÁREA VOLUME DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO</b>				
<b>Cota (m)</b>	<b>Área</b>		<b>Volume Parcial (m³)</b>	<b>Volume Acumulado (m³)</b>
	<b>Km²</b>	<b>m²</b>		
165,00		0,000		
166	0,03	32.946,425	16.473,213	16.473,213
167	0,39	387.564,654	210.255,540	226.728,752
168	1,27	1.271.608,255	829.586,455	1.056.315,207
169	1,92	1.923.653,419	1.597.630,837	2.653.946,044
170	2,47	2.468.074,265	2.195.863,842	4.849.809,886
171	3,09	3.085.599,645	2.776.836,955	7.626.646,841
172	4,12	4.118.917,652	3.602.258,649	11.228.905,489
173	5,11	5.114.478,028	4.616.697,840	15.845.603,329
174	5,85	5.853.179,347	5.483.828,688	21.329.432,017
175	6,91	6.913.295,849	6.383.237,598	27.712.669,615
176	7,93	7.933.620,586	7.423.458,218	35.136.127,832
177	8,99	8.989.753,963	8.461.687,275	43.597.815,107
178	10,00	9.996.336,232	9.493.045,098	53.090.860,204
179	10,95	10.946.945,384	10.471.640,808	63.562.501,012
180	12,03	12.025.875,317	11.486.410,351	75.048.911,363
181	13,04	13.039.156,676	12.532.515,997	87.581.427,359
182	14,16	14.164.646,493	13.601.901,585	101.183.328,944
183	15,47	15.472.571,137	14.818.608,815	116.001.937,759
184	16,64	16.644.002,957	16.058.287,047	132.060.224,806
185	18,08	18.078.487,003	17.361.244,980	149.421.469,785
186	19,34	19.338.957,749	18.708.722,376	168.130.192,161
187	20,64	20.640.904,612	19.989.931,181	188.120.123,342
188	21,40	21.402.903,959	21.021.904,286	209.142.027,627
189	22,56	22.564.473,666	21.983.688,813	231.125.716,440
190	23,30	23.300.356,896	22.932.415,281	254.058.131,721
191	24,57	24.570.220,496	23.935.288,696	277.993.420,417
192	24,57	24.570.220,496	24.570.220,496	302.563.640,913



**Figura 4.3 - Cota x Área x Volume**

### Alternativa 3

O eixo da alternativa irá drenar uma área hidrográfica total de 1.235,00Km<sup>2</sup>, Com a cota de soleira do vertedouro estipulada na cota 211,0m, sua bacia hidráulica terá uma área total de 3.041,00 hectares, e um volume acumulado de 239,0hm<sup>3</sup>. Para isto deverá ser construído um barramento em solo, provido de drenagem interna através drenos verticais e horizontais e em sua saída será construído um Rock-Fill em pedra. A montante seu talude terá uma forma inclinada na razão de 1V:3H, para protege-la será construído um rip rap em pedra. No talude de jusante o mesmo terá uma declividade 1V:2,5H, com bermas intermediárias a cada 10,0m e face será protegida por uma camada de 30 cm de brita. A berma de coroamento estará na cota 216,0m e terá uma largura de 8,0m sendo revestida com material granular.

Para a perenização do rio, será construída uma tomada d'água, que será dividida em três partes; a primeira trata da torre de controle e manutenção de montante e Caixa de equipamento de montante. Esta estrutura será construída em concreto armado e dotado de equipamento mecânicos para sua operação como grades e comportas. A segunda parte trata da galeria, estrutura esta que tem com finalidade a interligação do lado de montante à jusante da barragem, atravessando todo seu maciço de solo. A galeria será composta por dois tubos de 1.500mm em aço e envelopado por uma estrutura de concreto armado. Finalmente a terceira etapa trata da caixa de controle comando de jusante que será construída em concreto armado e nela será instalada os equipamentos de controle como registros e válvula dispersoras.

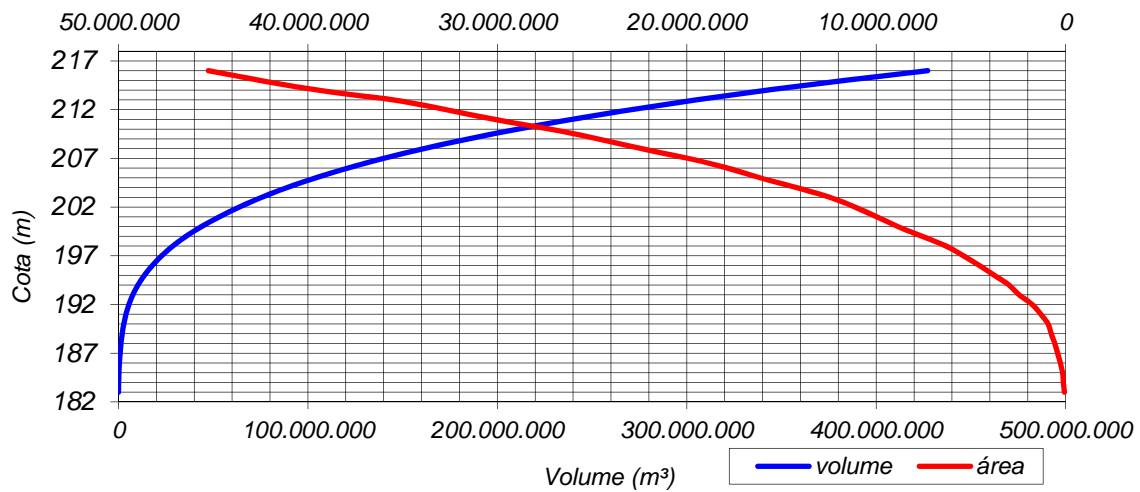
O vertedouro desta alternativa será na ombreira Esquerda do maciço, onde será escavado em rocha e será construída uma estrutura de vertimento do tipo creager em concreto simples, a mesma terá uma largura 240,0m e cota de soleira de 211,0m. No tomo dos desenhos estão representados o perfil longitudinal da barragem e seção tipo máxima desta alternativa.

A seguir apresentamos o **Quadro 4.4** cota x área x volume e **Figura 4.4** respectiva.

Quadro 4.4 – Cota x Área x Volume

BPC-RIO-05-ALTERNATIVA 03_ COTA ÁREA VOLUME DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO				
Cota (m)	Área		Volume Parcial (m³)	Volume Acumulado (m³)
	Km²	m²		
182		0,000		
183	0,06	62.876,925	31.438,463	31.438,463
184	0,12	121.830,661	92.353,793	123.792,256
185	0,16	155.151,350	138.491,006	262.283,261
186	0,28	281.009,154	218.080,252	480.363,513
187	0,43	425.426,924	353.218,039	833.581,552
188	0,57	569.080,575	497.253,750	1.330.835,302
189	0,76	758.979,578	664.030,077	1.994.865,378
190	0,93	926.455,346	842.717,462	2.837.582,840
191	1,31	1.310.631,427	1.118.543,387	3.956.126,227
192	1,76	1.763.080,964	1.536.856,196	5.492.982,422
193	2,46	2.459.818,489	2.111.449,727	7.604.432,149
194	2,99	2.993.091,175	2.726.454,832	10.330.886,981
195	3,77	3.765.491,147	3.379.291,161	13.710.178,142
196	4,55	4.547.871,390	4.156.681,269	17.866.859,410
197	5,40	5.395.868,655	4.971.870,023	22.838.729,433
198	6,31	6.311.310,330	5.853.589,493	28.692.318,925
199	7,57	7.574.509,990	6.942.910,160	35.635.229,085
200	8,87	8.868.560,143	8.221.535,067	43.856.764,152
201	9,98	9.978.166,438	9.423.363,291	53.280.127,442
202	11,08	11.082.379,603	10.530.273,021	63.810.400,463
203	12,47	12.467.457,990	11.774.918,797	75.585.319,259
204	14,20	14.204.560,322	13.336.009,156	88.921.328,415
205	16,13	16.133.775,435	15.169.167,879	104.090.496,294
206	17,83	17.827.049,511	16.980.412,473	121.070.908,767
207	19,94	19.941.919,440	18.884.484,476	139.955.393,242
208	22,43	22.434.437,422	21.188.178,431	161.143.571,673
209	24,63	24.634.009,289	23.534.223,356	184.677.795,029
210	27,27	27.266.974,666	25.950.491,978	210.628.287,006
211	30,14	30.141.923,029	28.704.448,848	239.332.735,854
212	32,71	32.708.504,555	31.425.213,792	270.757.949,646
213	35,47	35.468.179,618	34.088.342,087	304.846.291,732
214	39,49	39.492.645,624	37.480.412,621	342.326.704,353
215	42,47	42.474.973,504	40.983.809,564	383.310.513,917
216	45,25	45.254.125,211	43.864.549,358	427.175.063,275

**CURVA COTA x ÁREA x VOLUME - BARRAGEM POÇO COMPRIDO**  
Área (km<sup>2</sup>)



**Figura 4.4 - Cota x Área x Volume**

As características físicas das alternativas levantadas estão sendo representadas do **Quadro 4.5** e as plantas contendo a planta Baixa e o perfil de cada alternativa está apresentando no volume de desenhos.

**Quadro 4.5 – Características físicas das alternativas**

Características Gerais	Eixo I	Eixo II	Eixo III
Rio Barrado	Rio Macacos	Rio Macacos	Rio 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>
<b>Características do Maciço</b>			
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
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
Volume de escavação vertedouro(m <sup>3</sup> )	1.164.000,00	582.000,00	1.047.600,00

#### 4.3 - VISITA AOS LOCAIS DOS EIXOS BARRAVEIS

Para subsidiar a formulação de um conceito crítico dos documentos existentes, objetivando a seleção de alternativas de localização e adequação dos tipos de obras, como também a identificação das particularidades da área, que certamente contribuirão para o projeto, foram realizadas visitas de equipes multidisciplinares aos locais envolvidos pela implantação do empreendimento.

Nesta fase, foram feitas várias viagens, dentre elas destacam-se as seguintes:

- Viagem da equipe da Contratada, em seu primeiro contato com a região, a fim de localizar o eixo sobre o qual foi desenvolvido, pelo DNOCS (1977), o anteprojeto, como também identificar outros prováveis boqueirões, para orientação dos levantamentos topográficos preliminares.
- Visita dos técnicos da Contratada para reconhecimento das características geológicas e geotécnicas dos eixos selecionados.
- Visita à área de toda a bacia hidráulica, para observação das características dos acessos e benfeitorias que serão remanejadas, motivadas pela inundação que ocorrerá.
- Visita para conhecimento dos impactos socioeconômicos e ambientais da área de influência do reservatório planejado, realizada por técnicos da Contratada.

As avaliações, relatos e análises frutos destas visitas são descritas ao longo deste documento, nos itens relativos a cada disciplina.

#### 4.4 - LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES PRELIMINARES DA CARTOGRAFIA E TOPOGRAFIA

Como relatado anteriormente, em um primeiro momento, os 3 eixos alternativos da barragem foram locados com base na cartografia existente, citado anteriormente no item 4.1 deste documento. Os trabalhos de levantamento topográfico foram realizados sobre os eixos identificados preliminarmente, conforme planta de localização dos eixos, planta BPC-RIO-03,04 e 05.

Para a identificação dos eixos alternativos foram utilizados equipamentos geodésicos de dupla frequência (GNSS-*Global Navigation Satellite System* L1/L2G), e seus eixos foram identificados com ajuda de uma estação total.

Os eixos foram identificados e locados, quando necessário, para mostrar as irregularidades do terreno. Estes levantamentos foram realizados nos eixos alternativos da barragem 1, 2 e 3.

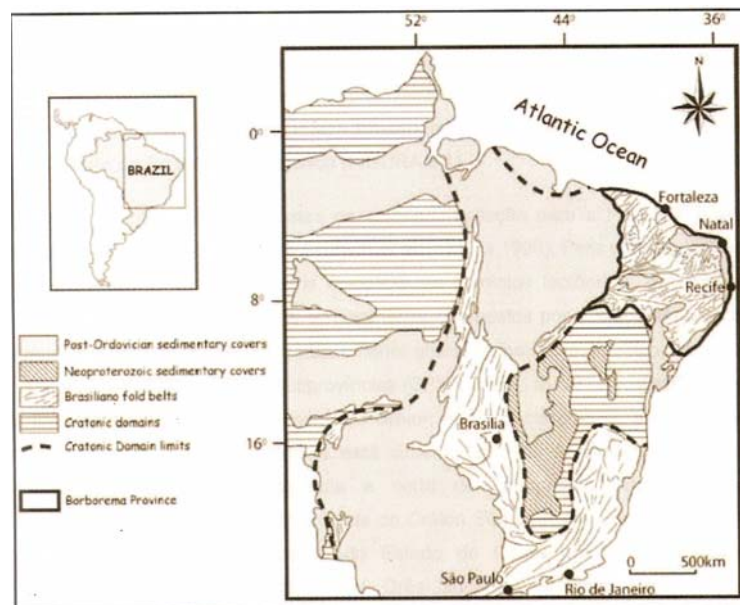
#### 4.5 - LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES PRELIMINARES DA GEOLOGIA E GEOTECNIA

##### 4.5.1 - Geologia geral

A área em estudo está inserida na Província Borborema (Almeida *et. al.* 1977 e 1981), mais especificamente no Domínio Ceará Central, cobrindo aproximadamente 450.000 km<sup>2</sup> do Nordeste Brasileiro (Almeida *et. al.*, 1977), onde afloram terrenos pré-cambrianos de idade variando entre o Arqueano e o Neoproterozóico.



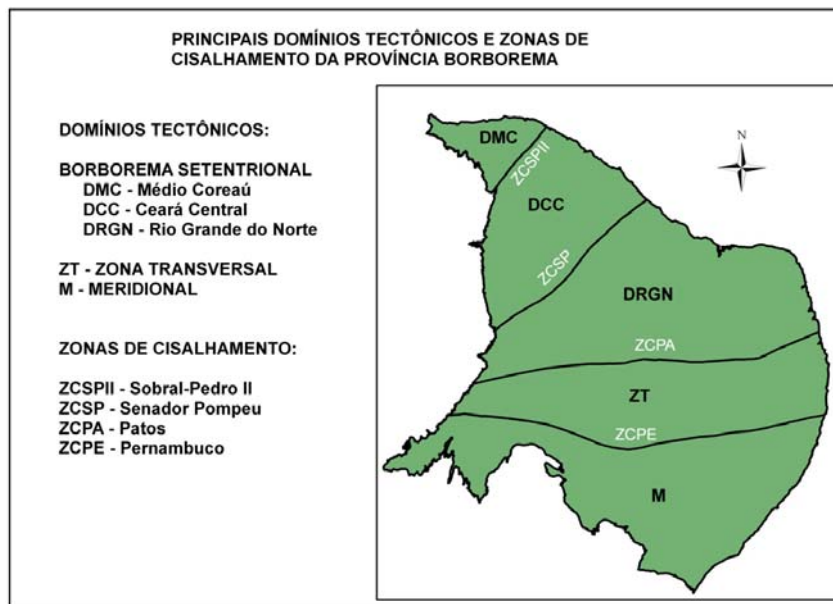
Tem como limites norte e leste a Província Costeira, a sul o cráton do São Francisco e a oeste a Bacia do Parnaíba (**Figura 4.5**).



**Figura 4.5 - Província Borborema em destaque, ao nordeste do Brasil. Schobbenhaus & Campos, 1984 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 PB em cinco domínios tectônicos principais, a saber: i) Domínio Tectônico Médio Coreau (DTMC) – localizado a norte do Lineamento Transbrasiliano e a sul da margem retrabalhada do Cráton São Luís; ii) Domínio Tectônico Ceará Central (DTCC) – onde está inserida a área de estudo e está situada entre os lineamentos Transbrasiliano e Senador Pompeu; iii) Domínio Tectônico Rio Grande do Norte (DTRGN) – localizado entre os lineamentos Senador Pompeu e Patos; iv) Domínio Tectônico Zona Transversal (DTZT) – limitada pelos lineamentos Patos e Pernambuco; e v) Domínio Tectônico Meridional (DMT) – situado entre o lineamento Pernambuco e a borda norte do Cráton São Francisco (**Figura 4.6**).

Dentre outras propostas de compartimentação para a PB, 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. Ainda, a PB seria constituída por três Subprovíncias (SP), a saber: a) SP1 : localizada entre o lineamento Patos e a borda norte do Cráton São Francisco; SP2: subprovíncia localizada entre os lineamentos Patos e Transbrasiliano; e SP3: localizada a norte do lineamento Transbrasiliano estendendo-se até a borda retrabalhada do Cráton São Luís. Arthud *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 está inteiramente contida no Domínio Ceará Central.



**Figura 4.6 - Província Borborema: principais domínios tectônicos e zonas de cisalhamento. (BIZZI et al, 2003).**

O Domínio Ceará Central onde está inserida a barragem, possui 80.000 km<sup>2</sup> de superfície, sendo considerada a mais ampla unidade geotectônica da porção norte da Província Borborema e alcança quase a totalidade do estado do Ceará. É delimitado a NW pela zona de cisalhamento Sobral-Pedro II (lineamento transbrasiliiano) e a SE pela zona de cisalhamento Senador Pompeu, sendo encoberto a SW-W pelas rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba.

O Domínio Ceará Central é dividido em quatro unidades geotectônicas que serão descritas separadamente a saber: embasamento arqueano (ortognaisses, granodioritos e tonalitos); terrenos do Paleoproterozóico, constituídos por rochas metassedimentares, com quartzitos basais seguidos de xistos, orto e paragnaisses e carbonatos; coberturas Neoproterozóicas, composta por um pacote de rochas psamito-pelítico-carbonáticas organizadas em diferentes arranjos lito-estratigráficos e; complexo Tamboril-Santa Quitéria constituído por rochas graníticas migmatizadas, com composição tonalítica e granodiorítica migmatizadas, situado a leste da zona de cisalhamento Sobral-Pedro II e recobrimdo quase 20% da área do Domínio Ceará Central

O Domínio Ceará Central é produto de longa e complexa história geológica, iniciada nos tempos arqueanos. Vários episódios de acreção crustal e vários ciclos orogênicos deixaram seus registros magmáticos, metamórficos e deformacionais.

O Embasamento Arqueano aflora na porção sudeste do Domínio Ceará Central e está balizado a leste pela zona de cisalhamento Senador Pompeu e a oeste e norte pelos gnaisses do embasamento Paleoproterozóico. O complexo é seccionado pela zona de cisalhamento Sabonete-Inharé, que o divide em duas unidades litológicas distintas, Mombaça a sudeste, e Pedra Branca a noroeste, ambas de afinidade tonalítica, trondjemítica, granodiorítica.

Os Terrenos Acrescionários Paleoproterozóicos são formados por uma sequência de rochas supracrustais metaígneas a oeste da cidade de Quixeramobim, formando o cinturão homônimo. Rochas de idade paleoproterozóica são comuns no Domínio Ceará Central, onde representam boa parte da área exposta. As rochas do embasamento que afloram na região de Madalena/Boa Viagem até a região do Choró são representadas por gnaisses, por vezes migmatíticos, de composição diorítica a tonalítica. Essas rochas encontram-se associadas a faixas supracrustais constituídas de rochas metavulcânicas básicas (anfíbolitos com ou sem granada) e rochas metassedimentares diversas, inclusive formações ferríferas e manganésíferas bandadas.

As coberturas Neoproterozóicas são representadas por cianita-muscovita-biotita gnaiss, gnaiss granadífero, gnaisses quartzo-feldspáticos, muscovita-biotita gnaiss e biotita gnaiss, podendo ou não ocorrer granada, com contribuições de mármore e cálcio-silicáticas.

Descrevem ainda sills de granitos alcalinos, derrames de riolitos alcalinos e metabasaltos.

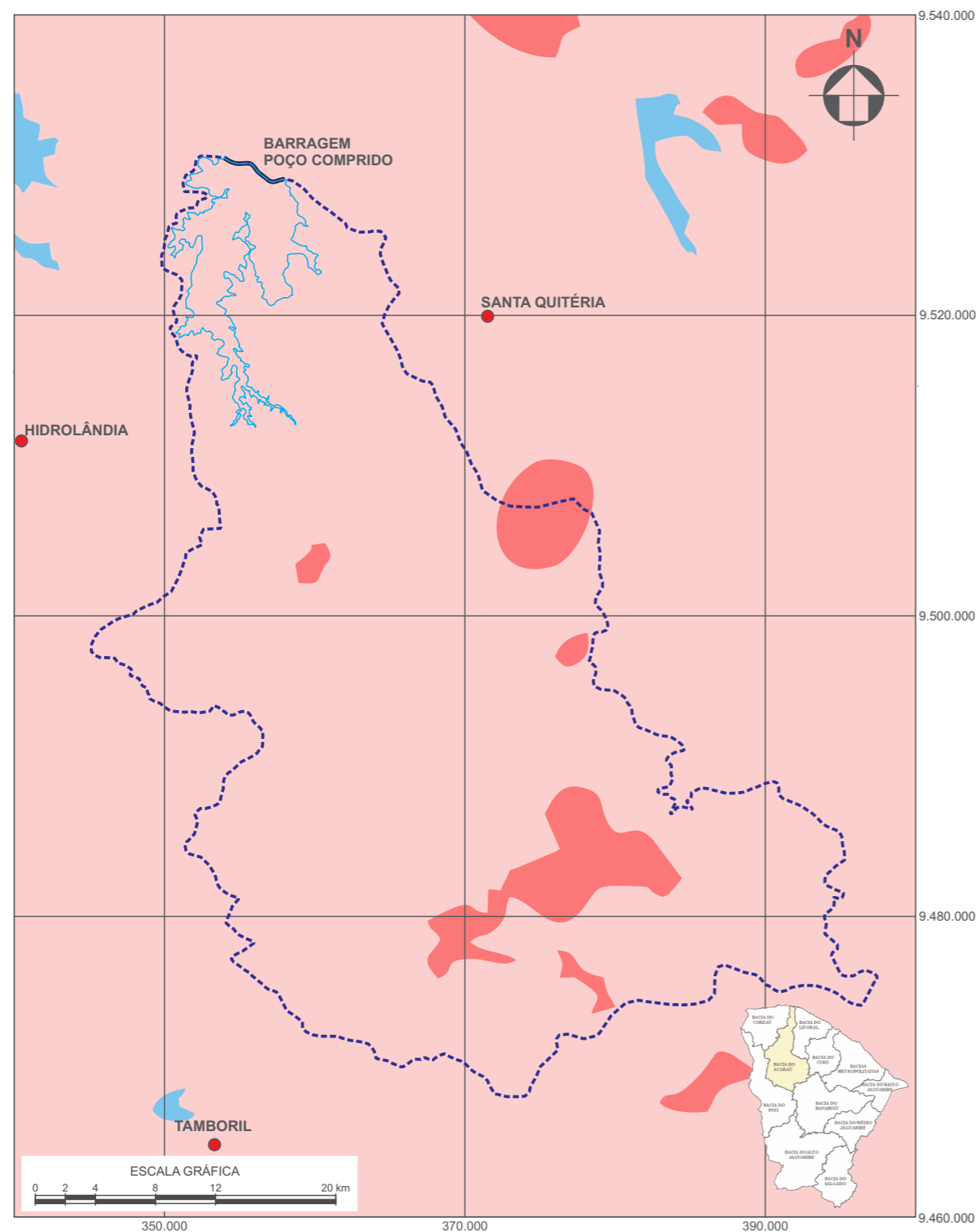
O Complexo Tamboril-Santa Quitéria apresenta como característica principal uma intensa migmatização associada a grande volume de granitos anatóxicos e restitos de anfíbolíticos e caciossilicadas. As rochas metaplutônicas do complexo Tamboril-Santa Quitéria apresentam dados indicativos de mistura de magmas juvenis Neoproterozóicos com gnaisses Paleoproterozóicos vizinho. Já as rochas metassedimentares basais, corresponderiam em parte ao produto da erosão do material juvenil. Na região estudada, segundo a CPRM 2013, afloram basicamente diatexito, sienito, monzogranito, sienogranito, quartzo sienito e quartzo monzonito, conforme pode ser observado no mapa geológico simplificado do Ceará.

Dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais (CPRM) informam que a região dos municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda, região ocupada pela bacia hidrográfica do barramento, são áreas com predominância de rochas ígneas intrusivas e terrenos constituídos por rochas metamórficas, como pode ser visto na **Figura 4.7A**.

#### **4.5.2 - Geomorfologia (relevo)**

A compartimentação do relevo do território da Bacia do Acaraú é representada, basicamente, por cinco domínios geomorfológicos: Planície Litorânea, Glacis Pré-Litorâneos dissecados em interflúvios tabulares, Depressão Sertaneja, Maciços Residuais e Planalto da Ibiapaba, cujos limites são estabelecidos com base na homogeneidade das formas de relevo, posicionamento altimétrico, estrutura geológica, atividade tectônica, bem como nas características do solo e vegetação.

Como pode ser observado na **Figura 4.7B**, a região a ser influenciada pela barragem Poço Comprido está localizada, em sua grande maioria, em áreas de depressão sertaneja. Além dessa, uma pequena porção encontra-se em maciços residuais.



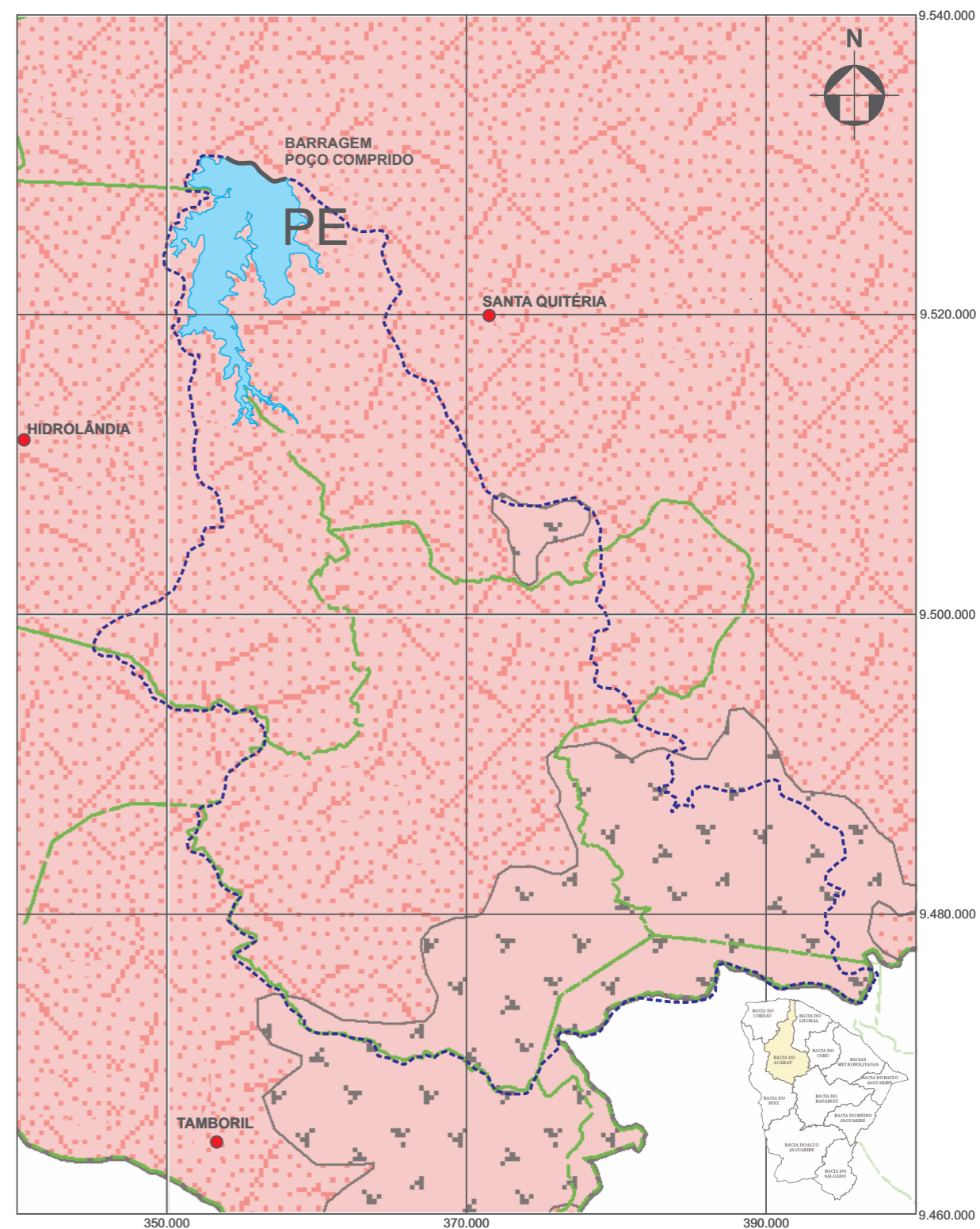
MAPA GEOLÓGICO (A)

LEGENDA

- Sede Municipal
- ⋯ Bacía Hidrográfrica
- Bacía Hidráulica
- ▭ Limite do Município

PRINCIPAIS DEPÓSITOS DO CEARÁ

- Áreas com predominância de rochas ígneas intrusivas
- Terrenos constituídos, predominantemente, por rocha metamórficas



MAPA GEOMORFOLÓGICO (B)

LEGENDA

- Sede Municipal
- ⋯ Bacía Hidrográfrica
- Bacía Hidráulica
- ▭ Limite do Município

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

- DEPRESSÕES SERTANEJAS
  - Depressões periférica e interplanálticas submetidas a processos de pecimentação
- MACIÇOS RESIDUAIS
  - Maciços residuais dissecados em feições de colinas e cristas

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		
RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS		
	FIGURA 4.7 <b>MAPA GEOLÓGICO (A)</b> <b>MAPA GEOMORFOLÓGICO (B)</b>	

A depressão sertaneja é o domínio geomorfológico que ocupa maior extensão de área no âmbito do território da Bacia do Acaraú. Corresponde a uma superfície de aplainamento, desenvolvida sobre as rochas cristalinas, onde o trabalho erosivo truncou indistintamente variados tipos litológicos. A morfologia da Depressão Sertaneja é representada por extensas rampas pedimentadas que se iniciam na base dos maciços residuais e se inclinam suavemente em direção aos fundos de vales e ao litoral. Verifica-se a predominância de uma topografia plana ou levemente ondulada, com altimetrias inferiores a 400 m.

As associações dos solos são bastante diversificadas, normalmente rasos ou medianamente profundos, com grande incidência de afloramentos rochosos e pavimentos detríticos. A vegetação é típica dos sertões semiáridos, onde predomina a caatinga, com seus padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos.

No território da Bacia do Acaraú destaca-se a serra da Meruoca que atingem níveis altimétricos superiores a 800 m. Elas caracterizam-se por apresentar condições de umidade bastante elevadas nas vertentes voltadas para o mar, onde o intemperismo químico é predominante, favorecendo o desenvolvimento de solos do tipo Podzólico Vermelho Amarelo, que sustentam uma cobertura vegetal de grande porte, formada por floresta plúvio-nebular (matas úmidas). A serra da Meruoca apresenta nos setores de sotavento, condições ambientais agressivas, sendo o intemperismo físico o principal processo modelador da paisagem. Nessas vertentes secas, observa-se o desenvolvimento de uma vegetação arbórea, intermediária entre a caatinga e a floresta plúvio-nebular (matas secas). As outras elevações, de menor representatividade espacial e altimétrica, possuem condições ambientais que se assemelham mais com as características físicas das superfícies rebaixadas do sertão, sendo denominadas de serras secas.

O mapa Hipsométrico da CPRM mostra que a região tem altitude variando entre 0 e 1.135 metros, com predominância de altitudes entre 201 e 500 metros, como pode ser visto na **Figura 4.8**.

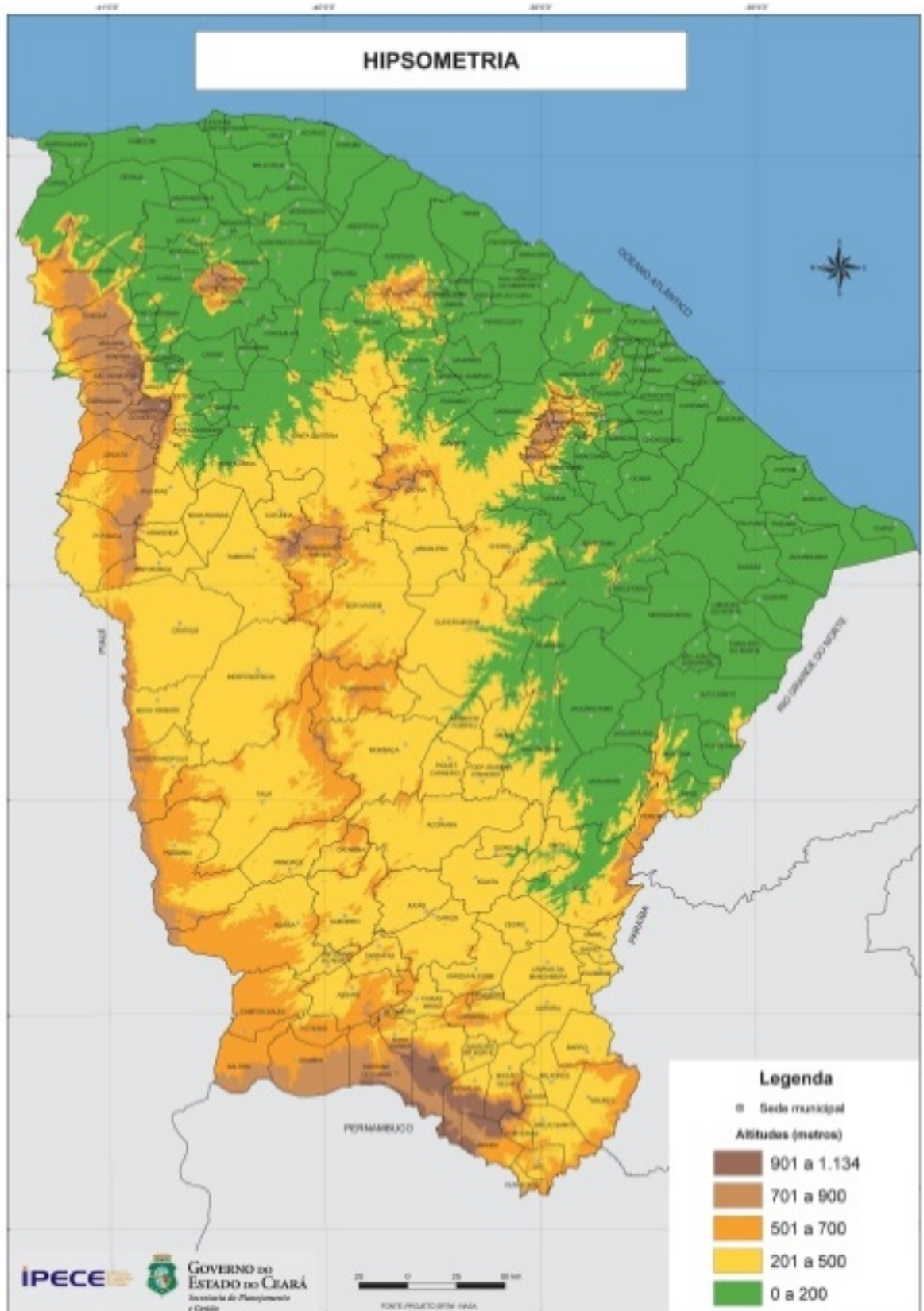
### **4.5.3 - Geologia Local da Barragem**

#### *4.5.3.1 - Introdução*

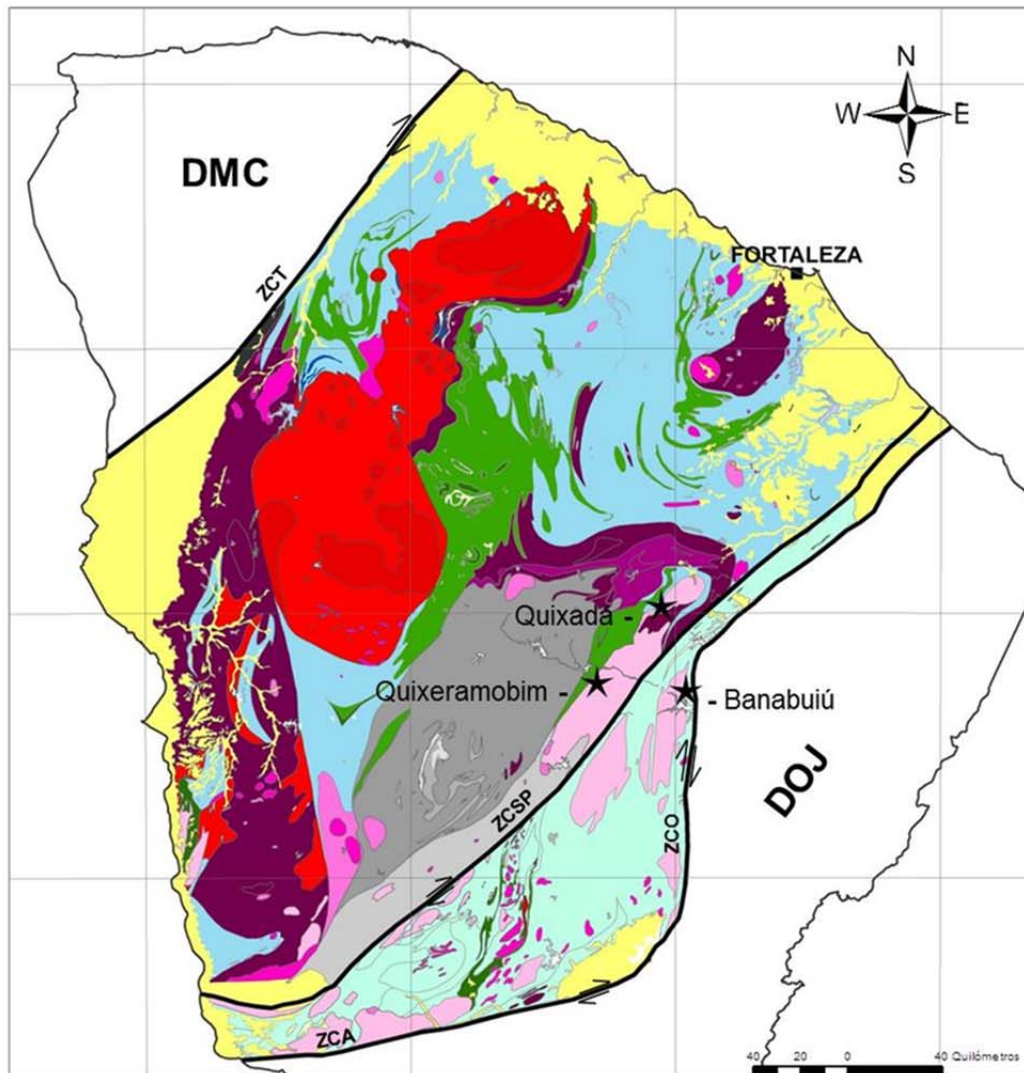
A geologia onde os três eixos foram levantados geologicamente encontram-se nos terrenos que englobam complexo anatético-igneo monocíclico, também denominado de Complexo Tamboril Santa Quitéria (CPRM, 2003) ou mesmo Arco Magmatico de Santa Quiteria (Fetter, 1999) e granitos brasileiros.

#### – Complexo Tamboril Santa Quitéria

O Complexo é formado principalmente por diatexitos e metatexitos provenientes da fusão parcial de rochas em sua maioria supracrustais, preservando mega-enclaves de rochas calcissilicáticas e anfibolitos. Esses migmatitos foram intrudidos por grande volume de magmas graníticos a alkali-granitos. Formam um grande corpo de forma sigmoidal que intercala-se com granitos neoproterozoicos (**Figura 4.9**).



**Figura 4.8 – Mapa Hipsométrico**



**Figura 4.9 - Mapa geológico do Domínio Ceará Central, representando os locais de recolha de amostras (estrelas), adaptado do Mapa Geológico do Ceará de Cavalcante et al. (2003). Em tons de vermelho o Complexo Tamboril Santa Quitéria e granitos neoproterozóicos.**

– Granito Neoproterozoicos

Eventos de plutonismo granítico caracterizaram a orogenia Brasileira na Província Borborema (Ferreira et al.,1995). A granitognese no complexo é caracterizada por séries de granitos de alto potássio que variam de granitos tipo a e b, alkaligranitos com ou sem fenocristais de k-f, granodioritos e grande quantidade de xenólitos de supracrustais.

O granito mais antigo datado no complexo apresenta idade de cristalização de ca. 660 Ma, já os cedo colisionais apresentam idades de cristalização U-Pb em zircão geralmente situadas entre ca. 630 e 620 Ma (Brito Neves et al.2003).

Granitos sin-cinemáticos se dividem:

Granitos anatóxicos aluminosos ocorreram juntamente ao espessamento crustal, cuja idade de cristalização é a mesma do metamorfismo brasileiro em torno de 610/300 Ma.

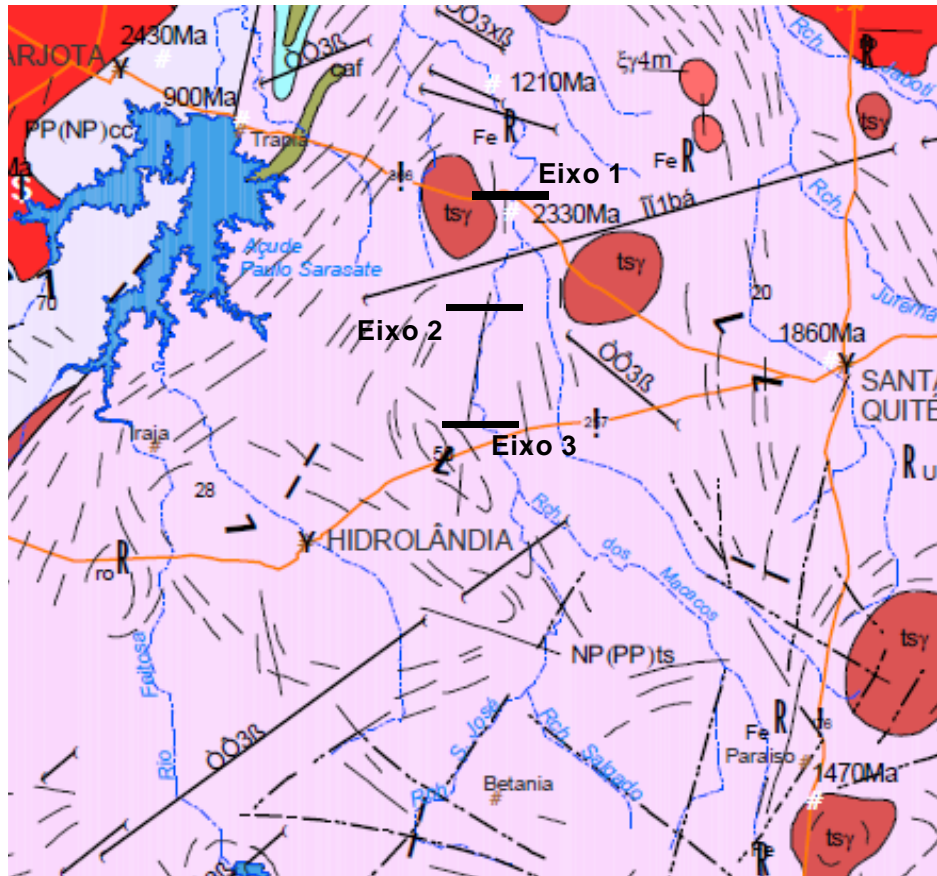
Granitos sin-fase transcorrente apresenta idade de cristalização U-Pb compreendidas entre ca. 580 e 590 Ma (Nogueira Neto, 2004). Os granitos tardi-tectônicos com idades em torno de 580 Ma (Fetter, 1999; Brito Neves et al.,2003) e granitos pós-orogênicos associados a molassas tardi-brasilianas de idade ca. 530 Ma (Fetter,1999).

#### 4.5.3.2 - Geologia dos Eixos - Eixo 1, Eixo 2, Eixo 3

Serão descritas as principais características, geológicas, estruturais, litológicas encontradas em campo durante o mapeamento dos três possíveis locais de barramento do projeto. Cada eixo será apresentado em planta e em perfil em escala igual a base DWG. A localização dos eventos descritos foi realizada com ajuda de GPS manual, sendo que a descrição e classificação do material foi do tipo tato visual

Os eixos estão assim localizados na geologia conforme **Figura 4.10**



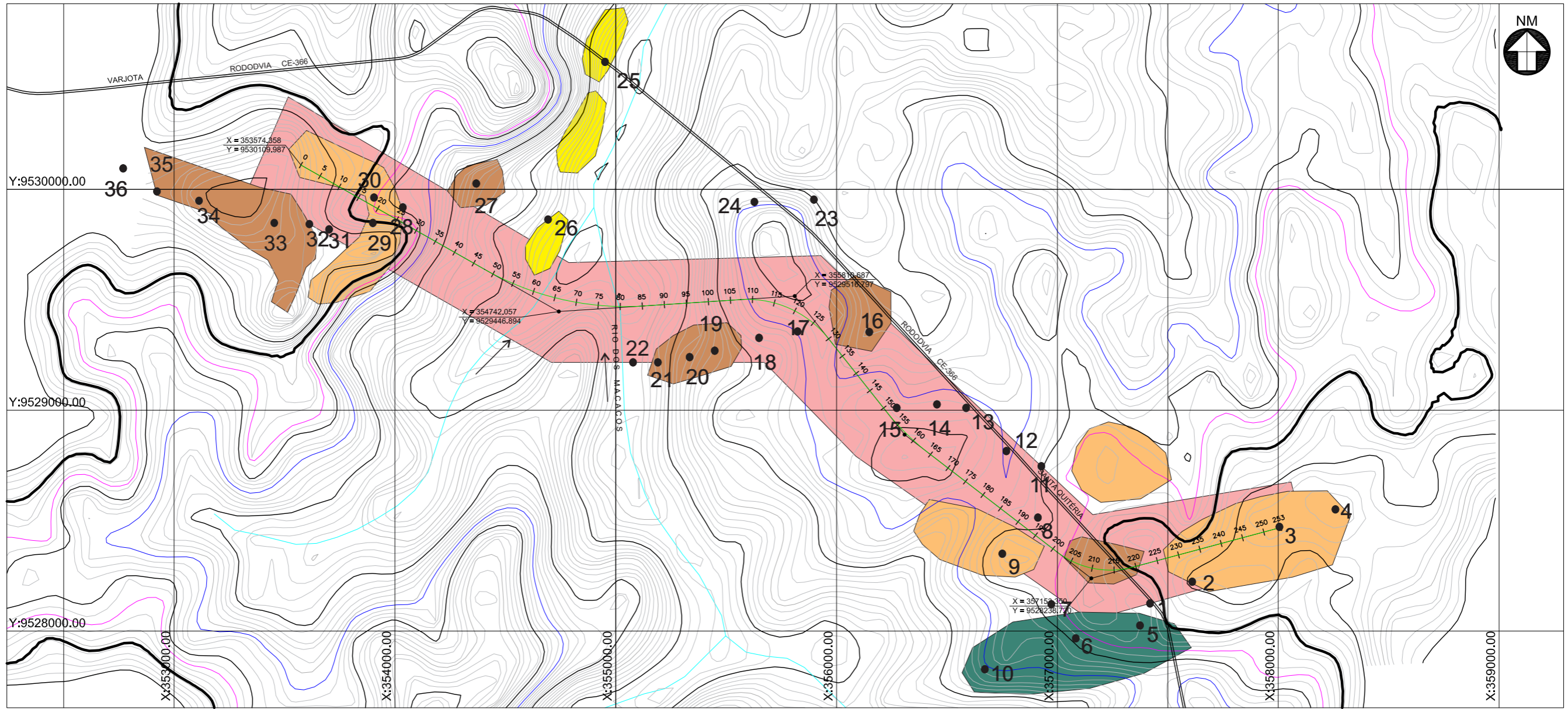
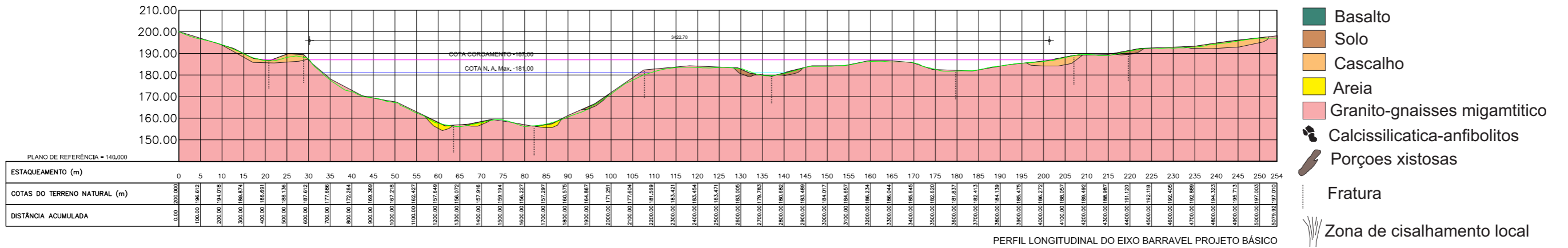


**Figura 4.10 – Mapa geológico resumido da região de Santa Quitéria e Hidrolândia e localização dos três eixos estudados, Cavalcante et al (2003).**

#### 4.5.3.3 - Mapeamento do Eixo 1

Situa-se próximo da junção entre o Rio dos Macacos e a CE-366.

O percurso do eixo na ombreira direita é caracterizado por algumas reservas de cascalho (área em amarelo, ponto 2, UTM - 357620/9528130, Foto 1) e solo raso pouco argiloso (área em marrom), estima-se de espessura máxima para estas reservas 5m, ocorre lajedos (Ponto 3, Foto 2, UTM – 357947/9528384) alternando com o solo e cascalho, formam o substrato de todo o perfil/eixo. Ocorrem um corpo mineral de basalto entre os pontos 5 e 10 (Foto 3, Ponto 5, UTM – 357389/9518002, Foto 6 – ponto 10 UTM – 356974/9527938) passível de reserva de rocha e brita, sendo importante no enrocamento pois o basalto maciço apresenta densidade média de 3,0, enquanto as rochas graníticas e migmáticas que predominam na região possuem densidade de 2,7, portanto 10% a mais. Abaixo das reservas de solo e cascalho ocorre de forma maciça as rochas graníticas e gnaisses migmatíticos (cor rosa) mostram na superfície moderado a fraco fraturamento quase sempre marcados pela quebra no relevo, mesmo de ordem métrica, sendo possível posicionar algumas fraturas no perfil (**Figura 4.11**). No ponto 8 foi identificado um marco antigo (**Foto 4**) e próximo do ponto 9 e 10 um segundo marco, são marcações de anteprojeto inicial feito anos atrás.



PLANTA BAIXA

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

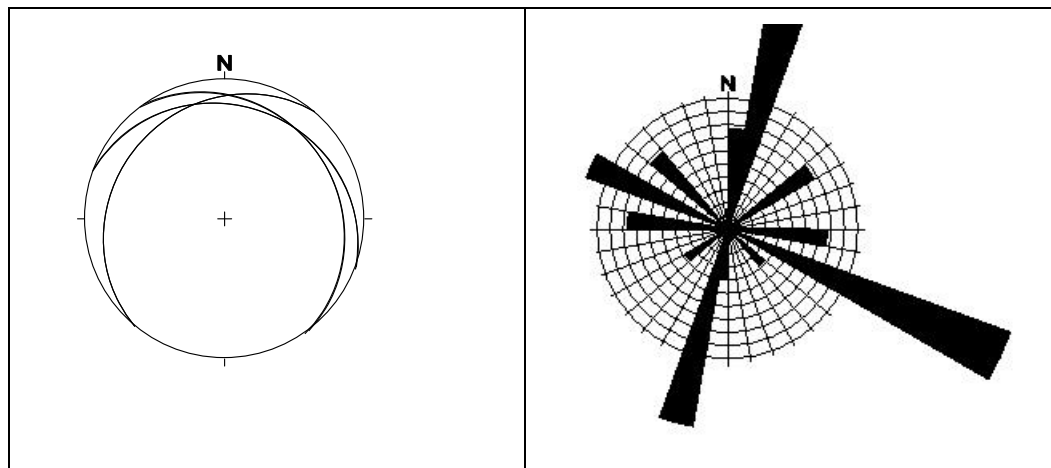
RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS

FIGURA 4.11  
EIXO 1, PERFIL E PLANTA,  
CARTOGRAFIA GEOLÓGICA  
LOCAL E ESTRUTURAL

Na parte central temos duas áreas com reserva de solo areno-argiloso, uma foi testada anteriormente no ponto 14 (Foto 7, Ponto 14, UTM-356310/9529042), porém se estende não continuamente até o ponto 16. Na calha do rio temos grande reserva de areia média a grossa, toda a parte basal é formada por granitos-gnaisses migmatítico, rocha sã rasa, Foto 8 (Ponto 20). Os rios do Macacos e Carnaúba marcam fraturas/falhas mais profundas que aquelas identificadas nas partes mais superiores. No ponto 24 temos maior ocorrência de xistos em meio aos granitos e gnaisses (Foto 9, Ponto 24 UTM-355703/9529974), são restos da rochas xistosa derivadas dos granitos, é que podem produzir áreas com maior fraqueza, porém não possuem continuidade.

Na ombreira esquerda temos duas reservas de solo, arenoso (Ponto 25, Foto 10) areno-argiloso (Ponto 35, Foto 12) e uma reserva de cascalho na encosta de todo o alto topográfico entre os pontos 30 e 31(Foto 11) onde também encontra-se um marco topográfico do anteprojeto. Neste local encontramos a picada feita no eixo e na sua lateral, todas as picadas possuem rocha aflorante e cascalho.

A foliação possui direção predominante NW e NE com caimento para E e W, as fraturas exibem 5 famílias, sendo as direções 300az e 10az as principais e E-W, NE e NW secundarias (**Figura 4.12**).



**Figura 4.12- A distribuição da foliação com direção preferencial NE e NW e caimento quase leste oeste. B Fraturas no eixo 1.**



Foto 1 - Ponto 2 (UTM- 357620/9528130) – Cobertura de cascalho espessura não maior que 3m, possível reserva, vai até o ponto 4 (UTM 358148/9528462).



Foto 2 - lajedos de granito e granodiorito maciço, rocha sã.



Foto 3 – blocos de basalto (ponto 5, UTM – 357389/9518002) formando um corpo de dimensão lavrável para brita e blocos de entroncamento.



Foto 4 – Marco topográfico do anteprojeto, situa-se na ombreira direita (Ponto 8, UTM – 357169/9528560).



Foto 5 – Ponto 11, próximo a CE, lajedos de granito-gnaisses (UTM – 356555/9528990).



Foto 6 - ponto 10 (UTM-356974/9527938) blocos de basalto.



Foto 7 - Ponto 14, UTM-356310/9529042, cava de teste para cubagem de reserva de solo.



Foto 8 - Ponto 20, UTM 355390/9529300, matações de granitos, rocha sã.



Foto 9 - Ponto 24, UTM 355703/9529974, rocha granítica com faixas xistosas descontinuas mais rica em biotita.



Foto 10 - ponto 25 UTM 354826/9530022, corte de estrada do terraço fluvial, solo arenoso 2m a 3m.



Foto 11 - Ponto 30 (UTM-354013/9529840) Marco e cascalho que ocorrem em toda a encosta.



Foto 12 - ponto 35 UTM-352949/9530016, solo de 2 a 3m argilo-arenoso passível de reserva.

#### 4.5.3.4 - Mapeamento Eixo 2

Situa-se a sul do eixo 1, aproximadamente 5km. Encontra-se inacessível devido a cheias dos rios e riachos na ombreira esquerda e devido a mata na ombreira direita, chegamos apenas no começo da ombreira esquerda e foi possível inferir parte do perfil, com certa confiabilidade.

Neste eixo e suas proximidades encontramos porções não contínuas de restos de xisto que foram submetidos a fusão, além de anfibólitos (rocha básica de coloração verde). Nos altos topográficos confirmamos a presença de cascalho e juntamente com a rocha aflorante gnaisses graníticos (**Figura 4.13**).

Na parte central na calha do rio temos reservas de areia e rocha aflorante. A ombreira esquerda está inacessível tanto por norte como por sul.

Temos nesta região um grande patamar de solo escuro argiloso que é passível de reserva, pois possui uma profundidade em torno de 2 a 3m.

Ponto 1, está fora do mapa DWG (UTM-357388/9530176) Foto 13.

Ponto 5, próximo a ombreira direita, blocos de granito, confirma substrato rochoso. Foto 14 (UTM-355859/9525598).

Ponto 9 – Reserva de cascalho, UTM-355400/9525700.

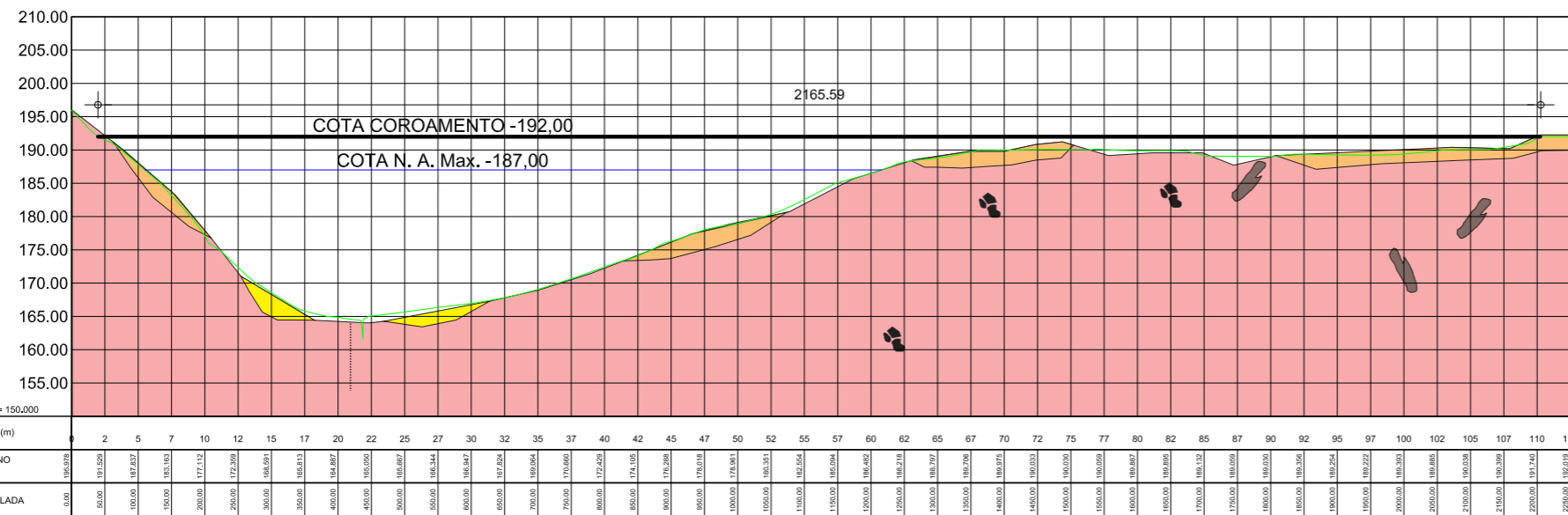
Não foi possível fazer um tratamento estatístico das fraturas e foliação no eixo 2.



**Foto 13 - Ponto 1 Eixo 2, a sul do eixo aproximadamente 2km. (UTM - 357388/9526322)**

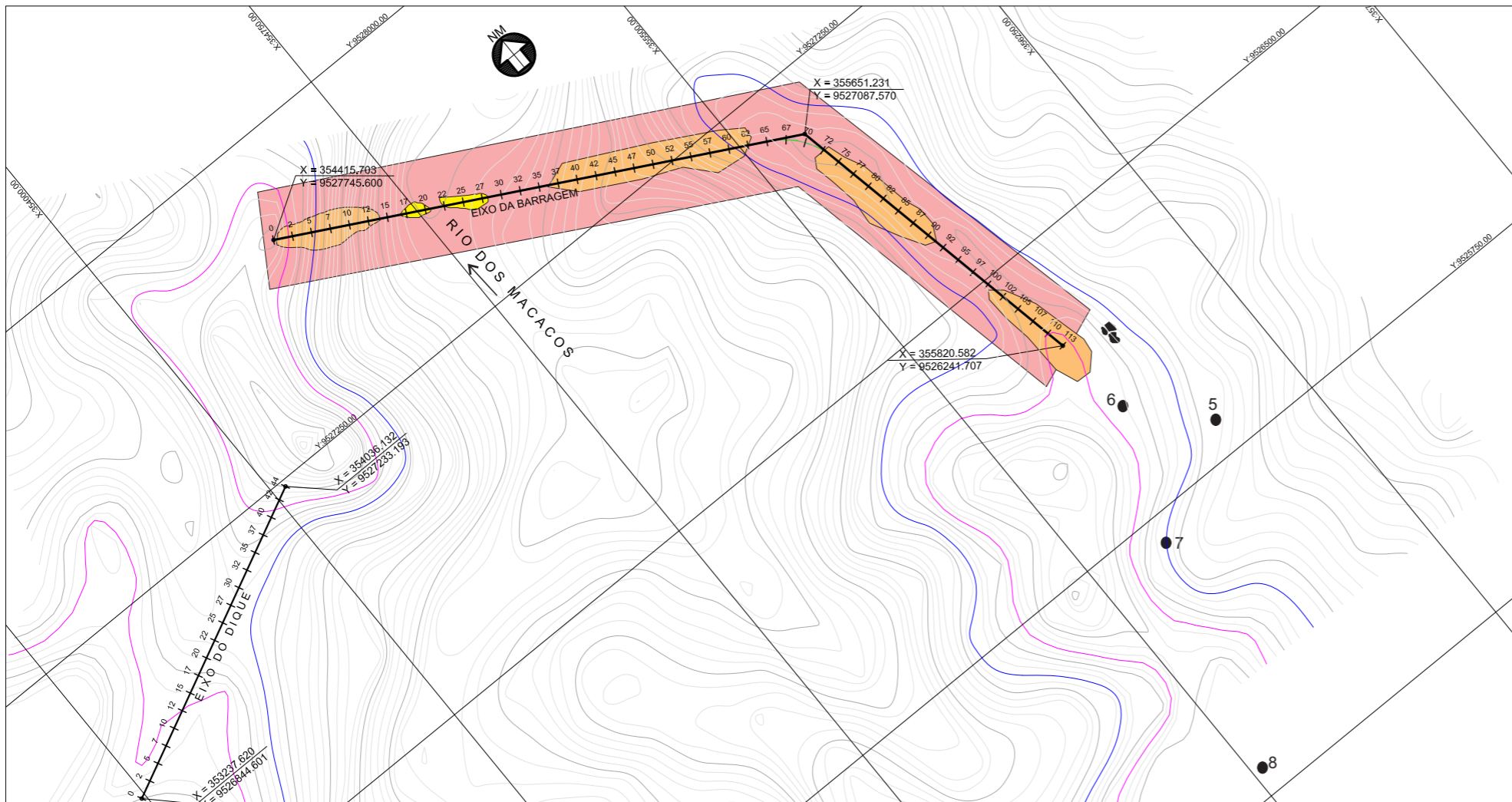


**Foto 14 – Blocos de granito, rocha aflorante pouco solo ponto 5 (UTM-355859/9525598)**



- Solo
- Cascalho
- Areia
- Granito-gnaisses migamítico
- Calcissilicatica-anfibolitos
- Porções xistosas
- Fratura
- Zona de cisalhamento local

PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO BARRAVEL




PLANTA

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

RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS




COMPANHIA DE GESTÃO  
DOS RECURSOS HÍDRICOS

FIGURA 4.13  
**EIXO 2, PERFIL E PLANTA,  
CARTOGRAFIA GEOLÓGICA  
LOCAL E ESTRUTURAL**



YITI  
ENGENHARIA  
CONSULTORIA E S.A.



EPF  
ENGENHARIA

#### 4.5.3.5 - Mapeamento Eixo 3

Na ombreira direita ocorrem grandes maciços (Foto 15, ponto 3) de rocha aflorante composta por granitos, gnaisses migmatíticos e uma área de solo raso; rocha pouco fraturada e por vezes ocorrendo com calcissilicáticas métricas (Foto 16, ponto 5).

Na parte central ocorrem reservas de areia associadas à calha do rio e uma pequena área de cascalho no encontro da vertente virada para oeste. Bem como as fraturas por onde encaixa o rio dos Macacos. O substrato todo é composto de rocha maciça (Foto 17 ponto 10).

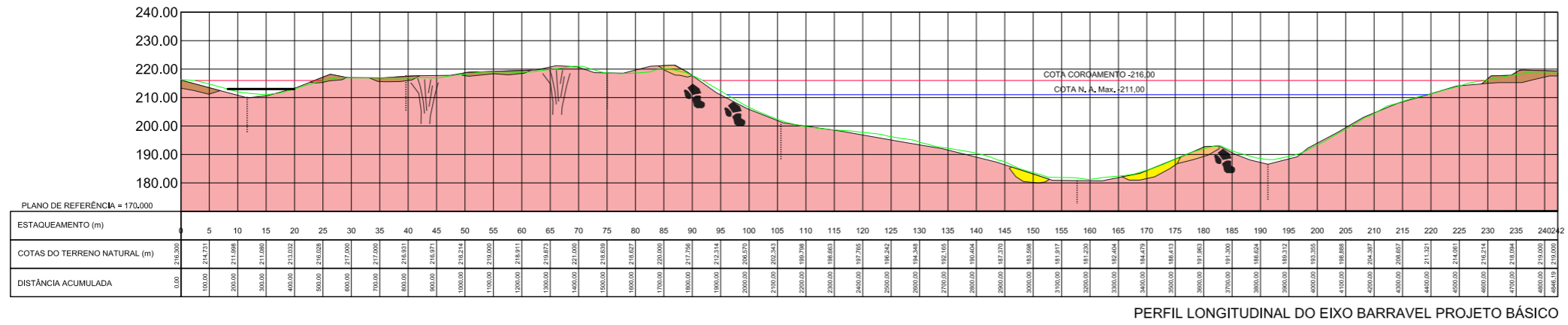
Na ombreira esquerda identificamos uma ondulação no terreno que reflete pequenos altos e baixos marcados pela presença de solo raso areno argiloso de profundidade não superior a 3m. As ondulações no relevo possuem drenagens e marcam fraturas existentes na rocha. Também foram identificadas duas pequenas zonas de cisalhamento perpendicular ao eixo.

A foliação possui caimento preferencial para NW e NE, com direção variando de 330az até 30az em média, porém algumas medidas marcam mergulhos para SW, portanto há uma heterogeneidade de direção, isto ocorre devido a forma como a rocha foi gerada com bolsões de granito em meio a gnaisses. As fraturas mostram 4 famílias um predominante norte sul que normalmente é perpendicular ao eixo. Uma família secundária de direção 300az, uma terceira de direção W-E e a quarta de direção NW-SE (**Figura 4.15**).

Também identificamos uma maior concentração de rochas calcissilicáticas entre os pontos 11 e 12, estes locais podem apresentar um grau de faturamento maior que a média devido ao contraste geológico entre as duas litologias. Todo o substrato também é composto por rocha granítica e gnaisses graníticos maciços e sem alteração **Figura 4.14**.

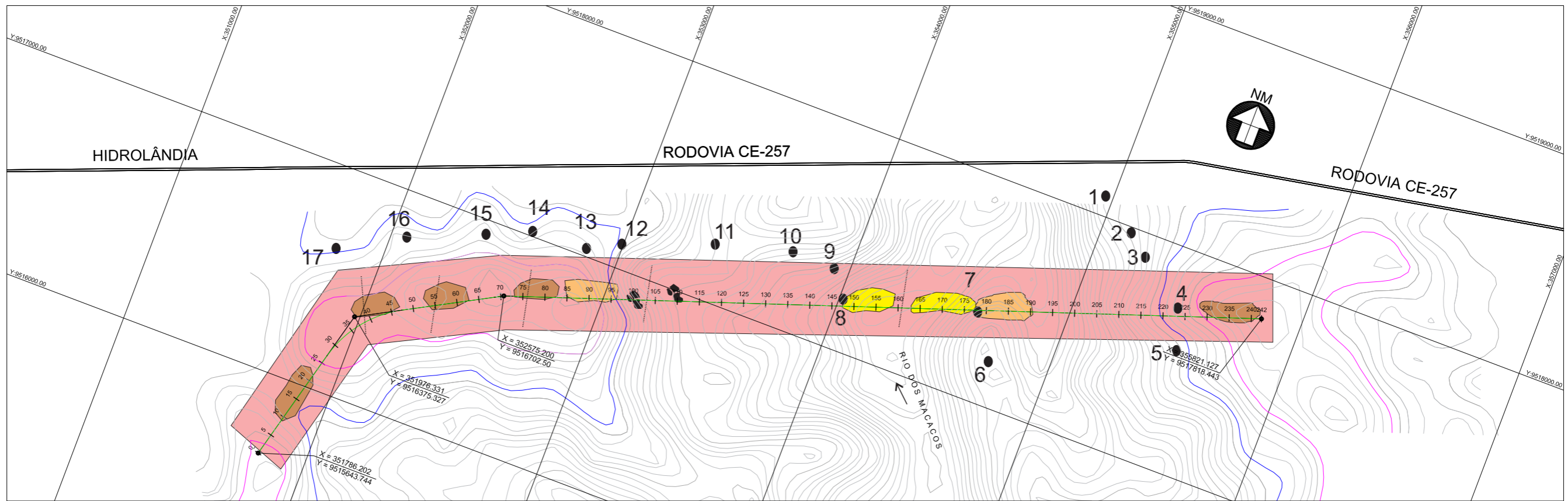
No ponto 15 ocorre uma zona de cisalhamento local que pode indicar algum deslocamento vertical, Foto 18. Os planos da foliação são verticais.





- Solo
- Cascalho
- Areia
- Granito-gnaisses migamítico
- Calcissilicática-anfibolitos
- Fratura
- Zona de cisalhamento local

PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO BARRAVEL PROJETO BÁSICO

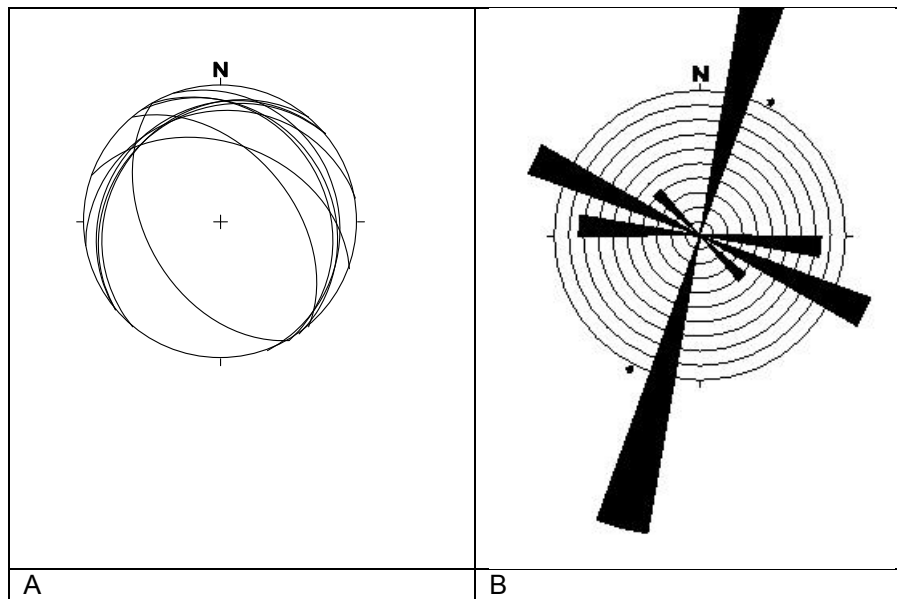


GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE  
 COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

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

**RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS**

**FIGURA 4.14**  
**EIXO 3, PERFIL E PLANTA,**  
**CARTOGRAFIA GEOLÓGICA**  
**LOCAL E ESTRUTURAL**



**Figura 4.15 - Estereogramas mostrando distribuição da foliação A e das fraturas em B no eixo 3.**



**Foto 15 – ponto 3 (UTM 355261/9517852) lajedos maciços de gnaisses graníticos**



**Foto 16 – ponto 5 mostrando rocha calcissilicática, que pode ser mais fraturada que os gnaisses-graníticos**



**Foto 17 – Ponto 10 UTM 353769/9517544, lajedos maciços de granito-gnaisse.**



**Foto 18 – Ponto 15, zonas de cisalhamento local UTM 352327/9516924.**

#### 4.5.3.6 - Ocorrência de Grutas

Não ocorrem grutas na região, pois os três eixos locados/estudados encontram-se sobre terrenos cristalinos onde ocorrem granitos e migmatitos que são rochas com baixíssima possibilidade de desenvolver cavidades a partir de processos de carstificação.

#### 4.5.3.7 - Áreas de mineração e processos minerários na área do empreendimento Processos DNPM/ANM. Consulta em 1/4/2109.

O levantamento das áreas de mineração, **Figura 4.16** (Autorização de pesquisa, Lavra) mostram que ocorre um grande requerimento em diversas áreas feita pela Codelco para substância cobre. Estas áreas foram requeridas em 2017 e são um tanto especulativa pois não ocorre cobre na região, bem como sua pesquisa que já foi abandonada pois consta desistência em todos os processo junto ao órgão competente.

Duas áreas de extração de areia encontram-se dentro da calha do rio com objetivo de retirada desta substância, os dois processos indicados como polígonos na **Figura 4.16** são:

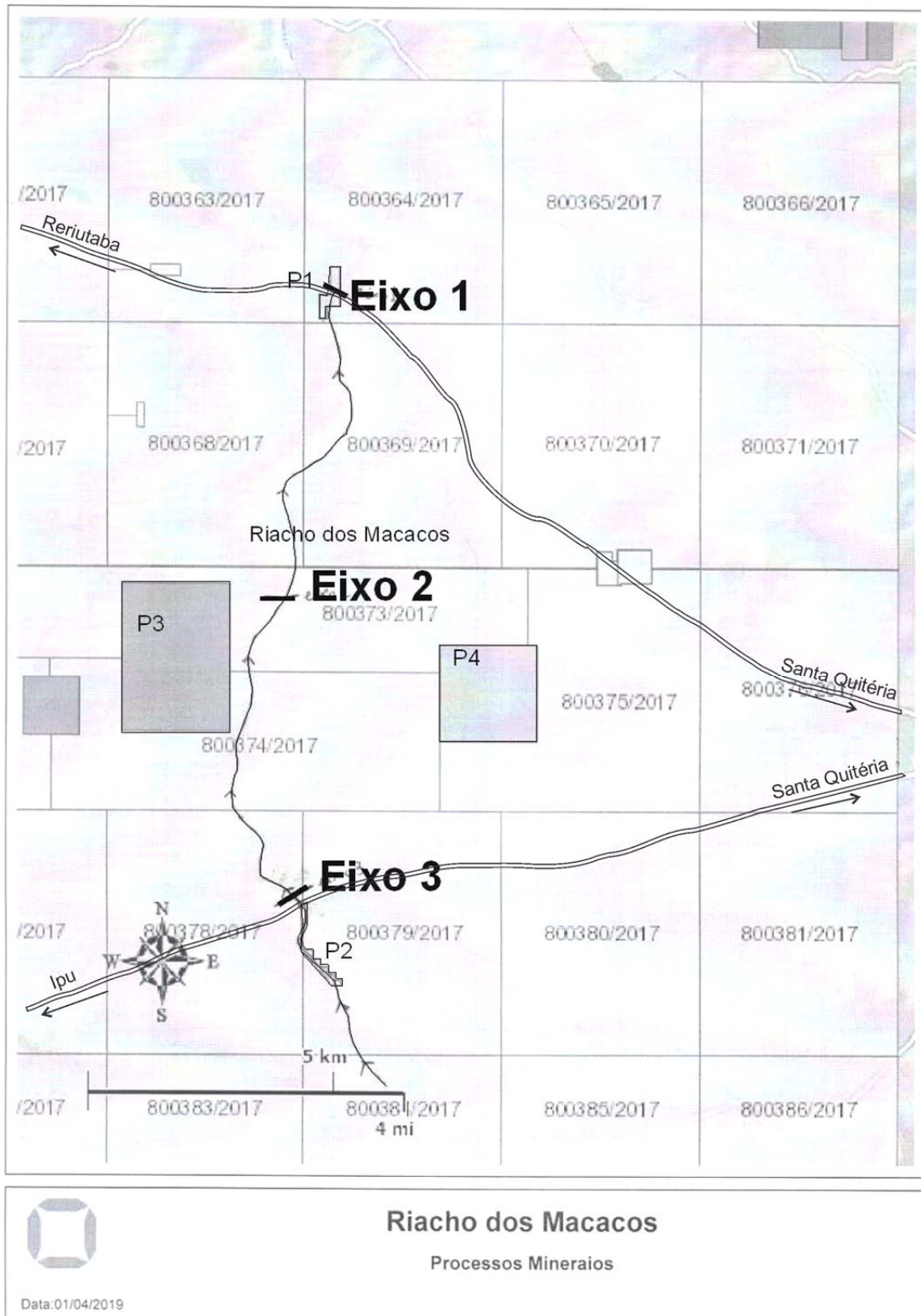
- 800553 de Kelly V. de Oliveira Magalhães Me, 2012. Polígono 1
- 800658 de JI Construções e Serviço Ltda, 2011. Polígono 2

Estes dois processos sobrepõem-se as áreas requeridas de cobre e constam como desistência. Portanto a calha do Riacho dos Macacos não possui processos minerários que inviabilizem a construção da barragem, independentemente do eixo que será escolhido. Porém os processos mostram a viabilidade da reserva em areia na própria calha do rio.

Duas outras áreas encontram-se próximas da área inundável:

MPP Indústria e Mineração Eireli Me, substância, Granito Número 800537 Polígono 3, este processo encontra-se com debito de relatório de pesquisa desde 2015. Polígono 4 – da mesma empresa, substância Quartzito, com requerimento de Lavra desde 2013.

Dentro da bacia hidrográfica da barragem, foi requerida pesquisa de chumbo através do protocolo 800341/2013 e da mesma forma foi requerida pesquisa de zinco através do protocolo 800079/2013, ambas constam com processo de desistência por parte do requerente.



0

**Figura 4.16 – Levantamento das áreas de mineração ou pesquisa mineral junto ao DNPM atual ANM-Agência Nacional de Mineração, Abril de 2019. Polígonos \_ P1, P2, P3, P4 e áreas da Codelco.**

#### 4.5.3.8 - Reservas Minerais (Areia, Pedregulho/Rocha, Argila) na área do entorno.

##### Eixo 1

O início da ombreira direita possui várias reservas indicadas no mapa e perfil, **Figura 4.11**, são ponto de referência:

- Ponto 3(UTM 357947/9528384) Foto 4.1 e Ponto 9 – Cascalho
- Ponto 5(UTM 357389/9518002) Foto 4.2, Ponto 6 (UTM 357234/9528020), Ponto10 (UTM 357389/9518002)– Basalto, material apropriado para pedreira.

Entre os pontos 16 (UTM 355985/9529380) e Ponto 21 (UTM 355223/529320) existem ocorrência de solo métrico passível de cubagem.



**Foto 4.1 – Ponto 3 mostrando ocorrência de cascalho, profundidade dificilmente superior a 5m.**

**Foto 4.2 – Basaltos aflorantes, Ponto 5**



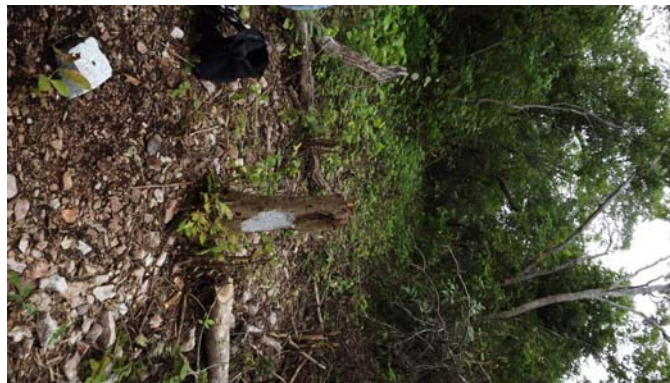
**Foto 4.3 – Teste de cubagem realizado, pequena cava, Ponto 14 (UTM 356310/9529042)**

Entre o Ponto 25 (UTM 354826/9530022) Foto 4.4 e 26 (UTM 354760/9529834) ocorrem reservas de areia associada a calha do rio dos macacos; enfatizamos que areia é abundante.



**Foto 4.4 – Corte do terraço fluvial com reserva de areia, ponto 25.**

No ponto 29 (UTM354206/9529814) e ponto 30 (UTM 354013/9529840) ocorrem cascalho que recobre todo o topo da crista onde se situam esses pontos (Foto 4.5).



**Foto 4.5 – Ponto 30 com cascalheira, região de topo de crista, indicada no mapa do perfil geológico.**

No ponto 32 (UTM 353724/9529732) e ponto 33 (UTM 353442/9519776) e ponto 35 (UTM 352949/9530016) exibem ocorrência de solo areno-argiloso, argilo-arenoso de coloração vermelha (Foto 4.6).



**Foto 4.6 – Ponto 35 solo vermelho passível de reserva.**

## Eixo 2

Não foi possível chegar ao eixo, contudo, na parte sul, próximo a ele, alguns pontos são áreas com boa presença de sedimentos. O Ponto 1 357388/9526322 (Foto 4.7) apresenta bom volume de sedimento. O ponto 4 (UTM 354908/9524972, Foto 4.8) também apresenta bom volume de solo argiloso, talvez o único visto nas 3 áreas. Pode ser usado no eixo 1 e 2.



**Foto 4.7 – Ponto 1 – patamar de sedimento, passível de reserva de solo.**



**Foto 4.8 – Ponto 4 encosta com sedimento argiloso de coloração marrom escuro de 2m de espessura, só vimos este tipo de material neste ponto.**

Ponto 9 (UTM 3554009525700) grande quantidade de cascalho no topo da crista próximo ao eixo 2, no fim da ombreira direita para leste nos Pontos 6 (UTM 355832/952564) e 7 (UTM 355700/9525800)

## Eixo 3

Na ombreira direita toda parte superior possui rocha para pedreira, os pontos de 1 a 5 são sobre lajedos, maciços, bem como seu prolongamento para E (**Figura 4.14**).

Ponto de referência (Ponto 3 UTM 355261/9517852 alt-240m Foto 4.9

e Ponto 5, UTM 355481/9517480, alt-251m, Foto 4.10)



**Foto 4.9 - Ponto 3 Lajedos aflorantes rocha maciça e sã.**



**Foto 4.10 – Ponto 5 lajedos aflorante local bom para pedreira, com acesso e proximo a CE.**

Ponto 7 possível reserva de cascalho e talvez solo (UTM 355391/9517004)

Na ombreira esquerda tem muitos locais com lajedos e que podem ser aproveitados para pedreira próximos a CE, toda a crista é formada por rocha cristalina. Os Pontos 10 (UTM 355769/9517544, Foto 4.11, Ponto 11 (UTM 353374/9517412) e Ponto 12 (UTM 352868/9517278) são referência.



**Foto 4.11 – Lajedos de rocha cristalina sã.**

No trecho não existe registro de quantidade abundante de areia para construção, pois quando de nossa visita todo leito do rio estava inundado o que não permitiu sua visualização.

Na ombreira esquerda e ao longo da bacia hidráulica, identificamos ondulações no terreno que reflete pequenos altos e baixos marcados pela presença de solo raso areno argiloso de profundidade não superior a 3m, que após uma análise quantitativa, o mesmo não apresenta uma quantidade suficiente para a construção do maciço da barragem, além de sua difícil exploração.

## 4.6 - HIDROLOGIA

### 4.6.1 - Caracterização Geral

O presente estudo se concentra na determinação dos deflúvios afluentes ao Açude Poço Comprido a ser construído a partir do barramento do rio Macacos, afluente do rio Acaraú, no município cearense de Santa Quitéria. O açude Poço Comprido possui uma bacia hidrográfica de 1469,28 km<sup>2</sup>, tendo como base o eixo da alternativa 1.

### 4.6.2 - Pluviometria

A bacia hidrográfica do açude Poço Comprido localiza-se em uma única região homogênea e está sob a influência de quatro postos pluviométricos, como o posto Santa Quitéria, de código 440077, possui uma área de influência extremamente maior que as outras e por localizar no centro da bacia hidrográfica, optou-se por utilizá-lo como a precipitação de referência da área em estudo. O órgão responsável por tal posto é a Funceme.

O **Quadro 4.6** apresenta as precipitações mensais da série entre os anos de 1974 e 2014 para as estações utilizadas nesse estudo. As estatísticas determinadas nesse estudo excluem os anos de 2007, 2011 e 2014, por possuírem falhas em sua série. Nenhum preenchimento de falhas foi executada neste estudo.



**Quadro 4.6 - Estatísticas mensais da série de precipitação do posto pluviométrico Santa Quitéria - 440077 (mm)**

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1974	316,9	24,0	426,0	544,2	270,8	21,4	4,9	0,8	3,8	4,8	0,0	10,4	1628,0
1975	51,7	125,8	206,1	187,0	208,8	55,6	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,4	899,4
1976	0,0	252,4	214,9	147,3	77,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,5	0,0	741,1
1977	139,0	82,5	197,0	247,0	75,0	22,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,3	879,8
1978	119,5	218,0	200,6	164,5	36,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	40,8	0,0	782,9
1979	2,6	3,0	189,9	217,9	85,8	31,5	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	534,4
1980	97,8	237,0	166,0	33,5	6,3	16,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	558,7
1981	30,2	50,3	203,9	25,6	29,0	0,0	0,0	18,3	2,0	0,0	0,0	41,4	400,7
1982	44,4	171,1	156,4	146,0	41,7	2,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	568,6
1983	2,0	99,1	24,1	41,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	167,0
1984	73,9	40,5	311,7	249,8	98,0	64,1	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	852,3
1985	215,7	333,4	404,0	751,3	150,3	56,8	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	130,2	2065,6
1986	122,9	324,3	542,8	176,5	90,1	62,4	0,0	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0	1334,3
1987	21,8	156,3	403,6	95,3	16,6	28,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	721,8
1988	79,5	211,4	189,6	329,9	153,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,6	1025,7
1989	50,0	44,0	368,0	208,5	191,7	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,5	923,7
1990	0,0	163,1	57,5	98,3	87,7	9,5	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	435,1
1991	50,5	215,3	243,1	97,2	118,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	724,9
1992	319,8	53,8	127,0	115,5	1,7	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	631,0
1993	16,0	212,2	67,9	81,5	22,4	17,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	430,9
1994	208,6	70,6	259,9	212,8	91,8	79,1	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,0	1002,8
1995	26,2	213,7	360,7	249,7	183,4	11,4	9,4	0,0	0,0	7,8	28,3	0,0	1090,6
1996	155,7	132,0	469,5	235,9	65,0	11,0	0,0	5,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1077,1
1997	79,7	26,0	226,2	183,7	76,3	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	28,0	623,9
1998	135,4	37,3	119,5	23,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	331,2
1999	82,5	74,0	355,0	87,8	127,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,4	786,8
2000	207,6	270,3	125,2	190,9	47,0	9,0	0,0	21,0	0,0	0,0	0,0	6,2	877,2
2001	44,8	110,0	123,4	252,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	530,9
2002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,5	94,9	119,5	2,0	316,1	602,0
2003	64,5	214,3	326,7	142,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	754,6
2004	392,3	237,7	172,1	45,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	906,1
2005	137,5	44,4	213,8	53,2	98,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	547,4
2006	13,8	154,1	153,2	308,3	102,5	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	749,9
2007	0,0	200,0	89,7	257,7	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
2008	69,5	29,0	328,5	239,5	67,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,1	756,1
2009	114,8	109,4	167,7	391,5	132,4	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	954,3
2010	66,9	25,0	21,3	166,6	41,6	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,8	373,2
2011	232,1	155,0	16,5	255,7	83,4	24,3	-	-	-	-	-	-	-
2012	12,0	110,6	74,9	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	224,7
2013	31,5	28,5	6,5	95,2	37,0	11,0	6,0	0,0	0,0	0,0	19,0	17,1	251,8
2014	62,2	56,0	163,0	120,5	71,9	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Média	94,7	129,1	215,9	180,6	76,0	15,3	4,0	3,3	3,1	3,5	3,8	27,4	756,5
Mínimo	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	167,0
Mediana	68,2	110,3	198,8	165,6	71,3	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	745,5
Máximo	392,3	333,4	542,8	751,3	270,8	79,1	23,9	69,5	94,9	119,5	49,5	316,1	2065,6
Des.pad.	95,3	93,7	134,4	147,6	66,1	21,7	7,0	11,9	15,5	19,4	11,3	57,0	372,4
Coef.Var.	1,01	0,73	0,62	0,82	0,87	1,42	1,76	3,61	5,08	5,58	3,02	2,08	0,49
Curtose	2,16	-0,85	-0,29	5,52	0,78	1,59	1,69	26,93	35,81	37,53	9,61	18,10	3,40
Assimetria	1,53	0,46	0,46	1,94	0,98	1,58	1,72	4,98	5,93	6,11	3,20	3,89	1,35

#### 4.6.3 - FLUVIOMETRIA

No rio dos Macacos verifica-se a existência da estação Trapiá de código 35240000, a qual possui uma área de drenagem de 1.530 km<sup>2</sup> e uma série com 23 anos de dados e localiza-se a jusante do ponto do barramento. Assim considera-se esta estação como representativa do escoamento na região.

A bacia de contribuição da barragem Poço Comprido representa 96% da área da estação fluviométrica 35240000 assume-se que a lamina escoada segue a mesma proporção, gerando assim uma série de pseudo-histórica de vazões afluentes. No **Quadro 4.7** é apresentada a série pseudo-histórica de vazões médias afluentes ao açude Poço Comprido.

**Quadro 4.7 – Série pseudo-histórica de vazões mensais afluentes ao açude Poço Comprido entre os anos de 1982 e 2006 (m<sup>3</sup>/s)**

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1982	0,00	2,54	3,81	18,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08
1983	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
1984	0,00	0,00	14,37	83,82	14,23	3,36	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,65
1987	0,00	0,00	38,91	9,19	0,26	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,03
1988	0,00	3,86	28,75	56,99	17,95	0,98	0,19	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	9,07
1989	0,00	0,00	5,35	84,59	34,28	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	10,43
1990	0,03	1,55	0,93	1,59	6,12	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85
1991	0,00	5,40	2,94	6,23	1,38	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33
1992	9,78	1,94	0,50	2,30	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21
1993	0,00	0,35	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
1994	3,58	0,09	8,97	4,97	2,79	0,30	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75
1995	0,00	0,29	2,68	31,28	7,13	0,82	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52
1996	0,00	0,00	28,11	66,86	13,23	0,16	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,03
1997	0,15	0,00	3,87	16,20	0,53	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73
1998	0,11	0,00	0,00	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1999	0,00	0,00	4,98	0,47	0,57	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
2000	0,28	12,51	17,74	40,26	1,13	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00
2001	0,00	0,03	2,19	21,45	0,92	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05
2002	13,86	0,72	0,66	10,27	2,70	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36
2003	0,00	5,75	44,20	30,52	0,95	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,79
2004	94,96	66,50	27,12	0,85	0,22	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,81
2005	0,00	0,00	21,03	4,15	2,68	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35
2006	0,00	0,00	7,48	16,71	9,95	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,85
Média	5,34	4,41	11,50	22,10	5,09	0,33	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	4,069
Desv. Padrão	19,84	13,85	13,45	26,82	8,24	0,72	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06	4,176
Coef. Variação	3,7	3,1	1,2	1,2	1,6	2,2	2,6	4,7	-	-	-	4,8	1,0
Mínimo	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
Mediana	0,00	0,09	4,98	10,27	1,13	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,351
Máximo	94,96	66,50	44,20	84,59	34,28	3,36	0,28	0,12	0,00	0,00	0,00	0,28	15,81
Curtose	21,4	20,7	0,3	0,8	6,5	15,3	9,5	23,0	-	-	-	23,0	1,3
Assimetria	4,57	4,47	1,19	1,37	2,41	3,70	3,11	4,79	-	-	-	4,80	1,34

#### 4.6.4 - Estudo de regularização de vazão do açude Poço Comprido

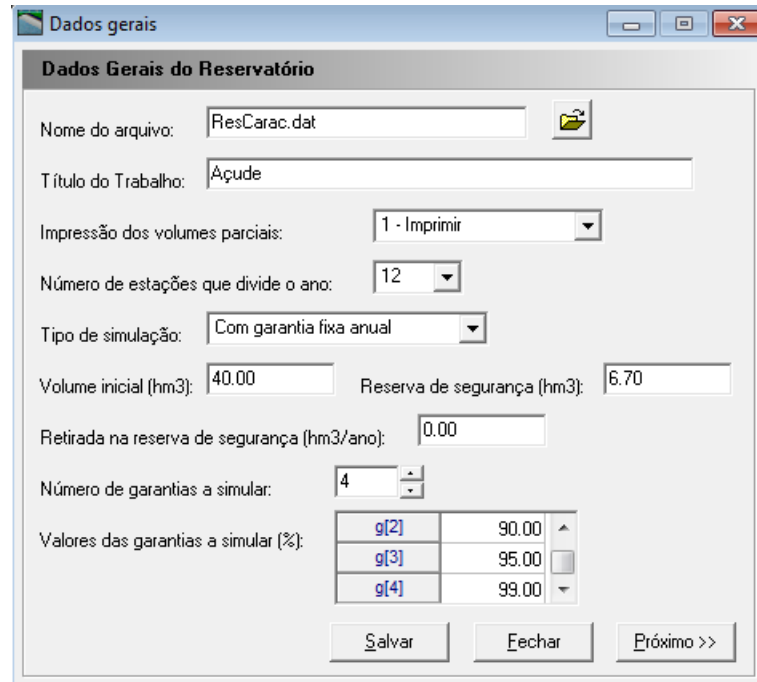
Para a análise da capacidade de armazenamento do açude Poço Comprido foram utilizadas as ferramentas disponíveis no programa SIMRES, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará – DEHA-UFC (*Campos et.al.*, 1999). Tal programa será descrito a seguir em conjunto com os dados utilizados na simulação do açude Poço Comprido e por fim serão apresentados seus resultados.

O programa SIMRES possui diferentes módulos, primeiramente utiliza-se o módulo GERAR VAZÕES, o qual faz uma geração sintética de dados anuais através do Método de Monte Carlo utilizando como referência uma distribuição de probabilidade, normalmente a Gama-II ou LogNormal, além da média e desvio padrão da série pseudo-histórica de vazões afluentes. Este módulo tem por objetivo precípua a análise da operação do reservatório no estado permanente, o que só é possível através de grandes séries de dados, diversos estudos apontam para números acima de 2.000 dados. Para a transformação desta série sintética anual em mensal utiliza-se o módulo FRAGMENTAR SÉRIE, este utiliza o Método dos Fragmentos que consiste na fragmentação da série de vazões anuais de acordo com o comportamento apresentado na amostra da série pseudo-histórica de vazões mensais afluentes.

Neste estudo foi realizada uma geração sintética de 5.000 dados de volume anual afluente ao reservatório utilizando a distribuição de probabilidade Gama-II com média  $\mu = 127,70 \text{ hm}^3/\text{ano}$  e desvio padrão  $\sigma = 130,46$ . Como utilizaremos o mês como unidade de tempo tal série sintética foi fragmentada utilizando a série pseudo-histórica de vazões afluentes ao açude Poço Comprido.

Em seguida utiliza-se o módulo SIMULAR RESERVATÓRIO utilizando dois arquivos de entrada organizados a partir do preenchimento de modelo DADOS GERAIS e SÉRIE DE VAZÕES. No primeiro arquivo são informados ao programa os dados gerais do reservatório e os procedimentos da simulação, sua tela de entrada tem a forma mostrada nas **Figuras 4.17 e 4.18**; e o segundo arquivo conta com a série sintética fragmentada de deflúvios mensais afluentes ao reservatório. Sua tela de entrada tem a forma mostrada nas **Figuras 4.19**.

Na simulação de reservatório é comum o uso do volume inicial da operação ser considerado como 50% da capacidade máxima de armazenamento, apesar de estudos avaliarem que para uma série de 5000 anos de dados o volume inicial adotado torna-se indiferente devido à convergência a uma retirada fixa que deixa de sofrer influência deste valor inicial. Com relação ao volume morto é comum o uso de 5, 10 ou 15% da capacidade máxima do reservatório como estimativa para simulação.



**Dados Gerais do Reservatório**

Nome do arquivo: ResCarac.dat

Título do Trabalho: Açude

Impressão dos volumes parciais: 1 - Imprimir

Número de estações que divide o ano: 12

Tipo de simulação: Com garantia fixa anual

Volume inicial (hm3): 40.00      Reserva de segurança (hm3): 6.70

Retirada na reserva de segurança (hm3/ano): 0.00

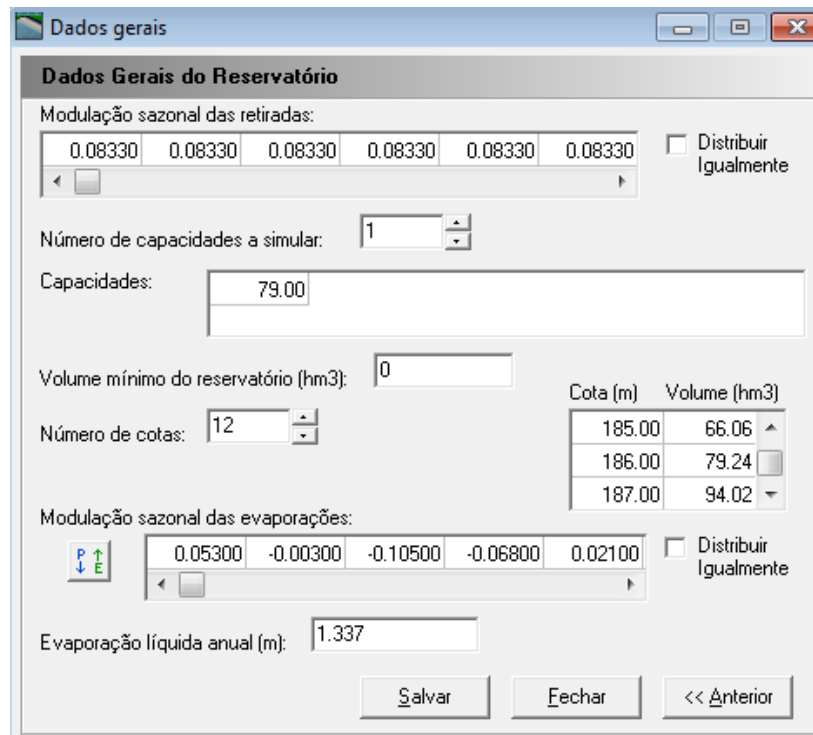
Número de garantias a simular: 4

Valores das garantias a simular (%):

g[2]	90.00
g[3]	95.00
g[4]	99.00

**Figura 4.17 – Primeira tela do SIMRES correspondente a informação dos dados gerais do reservatório.**



**Dados Gerais do Reservatório**

Modulação sazonal das retiradas:

0.08330	0.08330	0.08330	0.08330	0.08330	0.08330
---------	---------	---------	---------	---------	---------

Distribuir Iguualmente

Número de capacidades a simular: 1

Capacidades: 79.00

Volume mínimo do reservatório (hm3): 0

Número de cotas: 12

Cota (m)	Volume (hm3)
185.00	66.06
186.00	79.24
187.00	94.02

Modulação sazonal das evaporações:

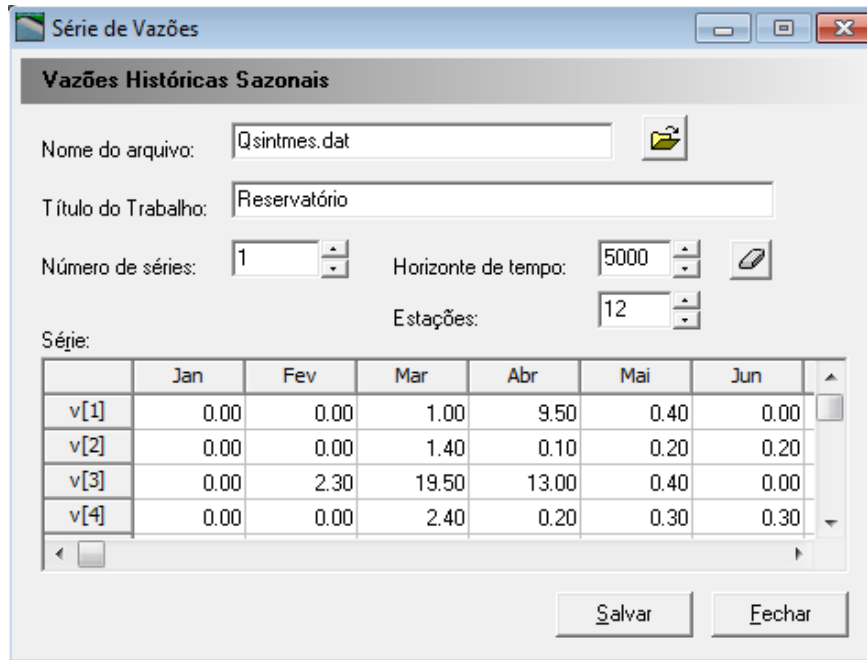
0.05300	-0.00300	-0.10500	-0.06800	0.02100
---------	----------	----------	----------	---------

Distribuir Iguualmente

Evaporação líquida anual (m): 1.337

**Figura 4.18 – Segunda tela do SIMRES correspondente a informação dos dados gerais do reservatório.**



**Série de Vazões**

**Vazões Históricas Sazonais**

Nome do arquivo: Qsintmes.dat

Título do Trabalho: Reservatório

Número de séries: 1      Horizonte de tempo: 5000

Estações: 12

Série:

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
v[1]	0.00	0.00	1.00	9.50	0.40	0.00
v[2]	0.00	0.00	1.40	0.10	0.20	0.20
v[3]	0.00	2.30	19.50	13.00	0.40	0.00
v[4]	0.00	0.00	2.40	0.20	0.30	0.30

Salvar      Fechar

**Figura 4.19 – Tela do SIMRES correspondente a informação dos dados gerais do reservatório.**

O SIMRES utiliza o conceito de lâmina líquida através da equação

$$E_L = (E_i - P_i) / \sum(E_i - P_i) \quad (1)$$

onde  $E_i$  é a evaporação mensal e  $P_i$  é a precipitação mensal, assim para o açude Poço Comprido temos os valores mensais como apresentado no **Quadro 4.8**.

Como evaporação líquida anual utiliza-se, de acordo com os autores do programa, a evaporação sazonal do período seco calculada como a soma das evaporações médias mensais dos meses secos, o que nos leva a um valor de 1.337 mm, com os valores de evaporação entre junho e dezembro.

**Quadro 4.8 – Valores da evaporação líquida para o reservatório Poço Comprido (mm)**

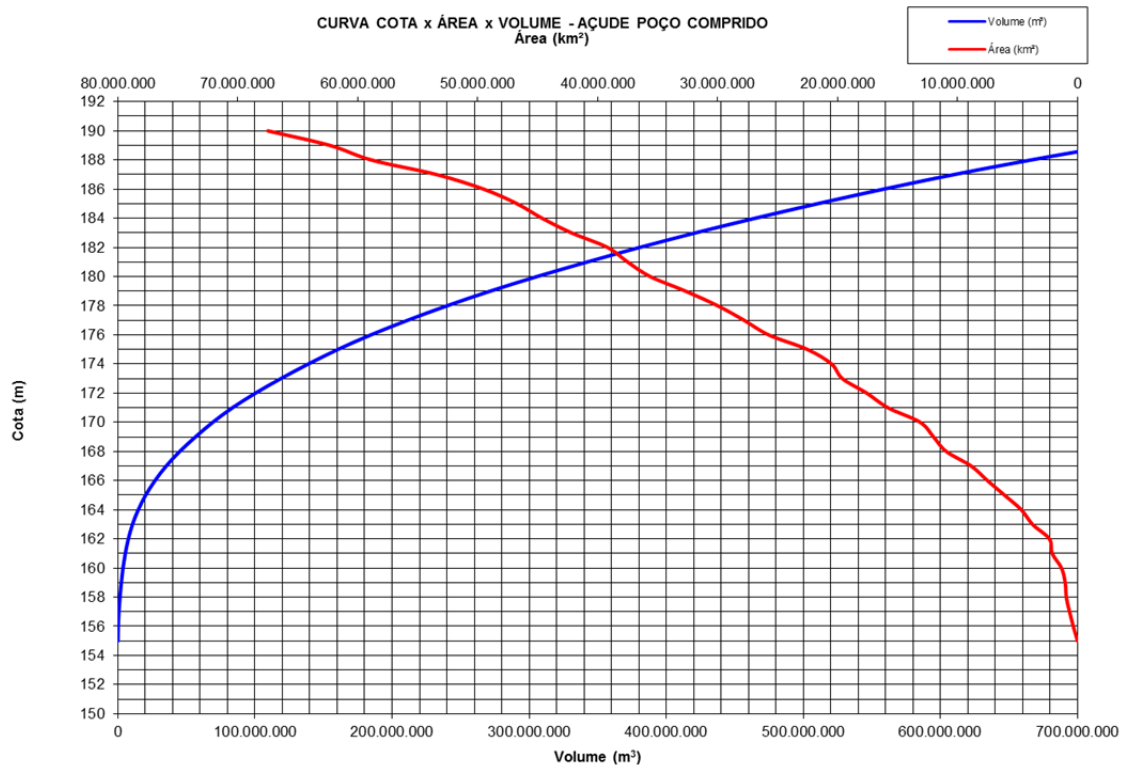
VARIÁVEL	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Evaporação	156,6	125,2	94,6	101,6	99,7	116,6	157,9	191,3	221,3	224,7	220	205,2	1.914,7
Precipitação	94,7	129,1	215,9	180,6	76,0	15,3	4,0	3,3	3,1	3,5	3,8	27,4	756,5
E-P	61,9	-3,9	-121,3	-79,0	23,7	101,3	153,9	188,0	218,2	221,2	216,2	177,8	1.158,2
$(E-P) / \sum(E-P)$	0,053	-0,003	-0,105	-0,068	0,021	0,087	0,133	0,162	0,188	0,191	0,187	0,154	1,000

Os dados da bacia hidráulica do reservatório onde são traçadas as curvas de nível. As curvas cota x área x volume podem ser observadas no **Quadro 4.9** e **Figura 4.20**.

**Quadro 4.9 – Curva Cota x Área x Volume do açude Poço Comprido**

COTA (m)	ÁREA		VOLUME	
	km <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	PARCIAL (m <sup>3</sup> )	ACUMULADO (m <sup>3</sup> )
155	0,000	0,000	0	0
156,00	0,350	350.000,000	175.000	175.000
157	0,660	660.000,000	505.000	680.000
158,00	0,930	930.000,000	795.000	1.475.000
159	1,020	1.020.000,000	975.000	2.450.000
160,00	1,330	1.330.000,000	1.175.000	3.625.000
161	2,100	2.100.000,000	1.715.000	5.340.000
162,00	2,340	2.340.000,000	2.220.000	7.560.000
163	3,750	3.750.000,000	3.045.000	10.605.000
164,00	4,680	4.680.000,000	4.215.000	14.820.000
165	6,080	6.080.000,000	5.380.000	20.200.000
166,00	7,500	7.500.000,000	6.790.000	26.990.000
167	8,860	8.860.000,000	8.180.000	35.170.000
168,00	10,940	10.940.000,000	9.900.000	45.070.000
169	12,000	12.000.000,000	11.470.000	56.540.000
170,00	13,110	13.110.000,000	12.555.000	69.095.000
171	15,800	15.800.000,000	14.455.000	83.550.000
172,00	17,560	17.560.000,000	16.680.000	100.230.000
173	19,600	19.600.000,000	18.580.000	118.810.000
174,00	20,500	20.500.000,000	20.050.000	138.860.000
175	22,510	22.510.000,000	21.505.000	160.365.000
176,00	25,750	25.750.000,000	24.130.000	184.495.000
177	27,790	27.790.000,000	26.770.000	211.265.000
178,00	30,000	30.000.000,000	28.895.000	240.160.000
179	32,670	32.670.000,000	31.335.000	271.495.000
180,00	35,620	35.620.000,000	34.145.000	305.640.000
181	37,500	37.500.000,000	36.560.000	342.200.000
182,00	39,180	39.180.000,000	38.340.000	380.540.000
183	42,180	42.180.000,000	40.680.000	421.220.000
184,00	44,630	44.630.000,000	43.405.000	464.625.000
185	46,730	46.730.000,000	45.680.000	510.305.000
186,00	49,500	49.500.000,000	48.115.000	558.420.000
187	53,430	53.430.000,000	51.465.000	609.885.000
188,00	58,870	58.870.000,000	56.150.000	666.035.000
189	62,320	62.320.000,000	60.595.000	726.630.000
190,00	67,500	67.500.000,000	64.910.000	791.540.000

Fonte: Elaboração do Plano Diretor Viabilidade Econômica Projeto Básico de Irrigação Detalhamento e Acompanhamento do Vale do Acaraú. SEEBLA Engenharia de Projetos, 1977.



**Figura 4.20 – Curva Cota x Área x Volume do açude Poço Comprido.**

A determinação do comportamento do reservatório é feita pela equação de seu balanço hídrico, que consiste em igualar as entradas e saídas do reservatório como se segue:

$$dV/dt = E - S \quad (1)$$

onde  $dV/dt$  é a variação do volume ao longo do tempo,  $E$  o resultado de todas as entradas no sistema e  $S$  o resultado de todas as saídas. As entradas são compostas dos deflúvios afluentes e das precipitações diretas sobre o espelho d'água do reservatório; as retiradas, por sua vez, são formadas pelas evaporações e pelas retiradas. A equação do balanço hídrico usada neste modelo é dada por:

$$V_{i+1} = V_i + (P_i - E_i) \times \frac{1}{2} (A_{i+1} + A_i) + I_i - R_i - S_i \quad (2)$$

onde:

- $V_{i+1}$  e  $V_i$  = representam os volumes de água estocados no reservatório no início dos meses  $i+1$  e  $i$  respectivamente;
- $P_i$  = precipitação média sobre o espelho de água do açude durante o mês  $i$ ;
- $E_i$  = lâmina média evaporada da superfície do lago durante o mês  $i$ ;
- $A_{i+1}$  e  $A_i$  = representam as áreas do lago do reservatório no início dos meses  $i+1$  e  $i$  respectivamente;
- $I_i$  = volumes afluentes ao reservatório durante o mês  $i$ ;
- $R_i$  = retirada do reservatório durante o mês  $i$ ;
- $S_i$  = volume sangrado do reservatório.

Considerando-se que o reservatório está com um volume inicial  $V_0$ , simular-se-á, para uma garantia  $G$ , o reservatório a nível mensal para a respectiva série histórica de vazões durante  $H$  anos, onde  $H$  é a extensão da série histórica. Inicialmente considera-se a retirada  $M = \min(K/2, \mu/2)$ . Ao final de cada ano é calculado se o volume anual armazenado é suficiente para atender a demanda (= retirada  $M$ ); se não for, é considerado que naquele ano ocorreu uma falha.

A regra de operação é definida por:

$$- V_{i+1} = 0, \quad \text{se } (V_i + (P_i - E_i) \times \frac{1}{2} (A_{i+1} + A_i) - M_i + I_i) \leq 0 \quad (3)$$

$$- V_{i+1} = (V_i + (P_i - E_i) \times \frac{1}{2} (A_{i+1} + A_i) + I_i), \quad \text{se } 0 < (V_i + (P_i - E_i) \times \frac{1}{2} (A_{i+1} + A_i) - M_i + I_i) < k \quad (4)$$

$$- V_{i+1} = k, \quad \text{se } (V_i + (P_i - E_i) \times \frac{1}{2} (A_{i+1} + A_i) - M_i + I_i) \geq k \quad (5)$$

No final dos  $H$  anos é verificado se a retirada  $M$  assumida inicialmente ( $\min(K/2, \mu/2)$ ) corresponde à frequência de falhas pretendida. Caso seja superior, diminui-se a retirada, caso contrário, eleva-se a retirada e simula-se novamente o comportamento do reservatório para  $H$  anos e assim sucessivamente até que a retirada correspondente a uma frequência de falhas pretendida seja encontrada.

Foram desenvolvidas três simulações de acordo com as seguintes características:

Dados e premissas gerais:

- A unidade de tempo é um mês;
- A contribuição líquida sobre o lago é admitida constante ao longo dos anos, mas variável ao longo dos meses.
- A vazão regularizada pelo reservatório é admitida constante ao longo dos anos e dos meses.
  - A unidade de tempo é um mês;
  - A contribuição líquida sobre o lago é admitida constante ao longo dos anos, mas variável ao longo dos meses.

A vazão regularizada pelo reservatório é admitida constante ao longo dos anos e dos meses

#### ❖ Simulação 1

- A retirada do reservatório é constante ao longo dos anos e ao longo dos meses para as garantias anuais de 85, 90, 95 e 99%;
- A simulação foi realizada na cota 186 metros com a capacidade máxima do reservatório de 680  $\text{hm}^3$ .
- O volume inicial no lago foi considerado como sendo cerca de 50% do seu valor total representando 340,0  $\text{hm}^3$ .
- O volume morto foi considerado como 34  $\text{hm}^3$ , de acordo com as características geométricas da bacia hidráulica, representando 5% da capacidade máxima de armazenamento.



Como resultados da Simulação 1 têm-se os valores de vazões regularizadas, sangria média e evaporação para a capacidade de armazenamento de 680 hm<sup>3</sup> para as garantias de vazão regularizada de 85, 90, 95 e 99% (ver **Quadro 4.10**)

**Quadro 4.10 – Resultado da Simulação 1 do açude Poço Comprido**

Variáveis	Cap. Armaz.Máx. = 680 hm <sup>3</sup>			
	85%	90%	95%	99%
<b>Garantias</b>				
Vazão Regularizada (hm <sup>3</sup> /ano)	78,020	70,868	62,172	47,056
Sangria Media (hm <sup>3</sup> /ano)	11,670	13,990	17,340	25,050
Evaporação Média (hm <sup>3</sup> /ano)	44,570	47,640	51,600	58,080
Vazão Regularizada (m <sup>3</sup> /s)	2,474	2,247	1,971	1,492
Sangria Media (m <sup>3</sup> /s)	0,370	0,444	0,550	0,794
Evaporação Média (m <sup>3</sup> /s)	1,413	1,511	1,636	1,842

### ❖ Simulação 2

- A retirada do reservatório é constante ao longo dos anos e ao longo dos meses para as garantias anuais de 85, 90, 95 e 99%;
- A simulação foi realizada na cota 186 metros com a capacidade máxima do reservatório de 680 hm<sup>3</sup>.
- O volume inicial no lago foi considerado nulo, ou seja, o reservatório apresenta-se seco no início da simulação.
- O reservatório foi considerado como não possuindo volume morto, ou seja, volume morto nulo.

Como resultados da Simulação 2 têm-se os valores de vazões regularizadas, sangria média e evaporação para a capacidade de armazenamento de 680 hm<sup>3</sup> para as garantias de vazão regularizada de 85, 90, 95 e 99% (ver **Quadro 4.11**)

**Quadro 4.11 – Resultado da Simulação 2 do açude Poço Comprido**

Variáveis	Cap. Armaz.Máx. = 680 hm <sup>3</sup>			
	85%	90%	95%	99%
<b>Garantias</b>				
Vazão Regularizada (hm <sup>3</sup> /ano)	84,405	76,959	68,268	53,314
Sangria Media (hm <sup>3</sup> /ano)	9,710	11,780	14,780	21,510
Evaporação Média (hm <sup>3</sup> /ano)	39,260	43,270	47,890	55,340
Vazão Regularizada (m <sup>3</sup> /s)	2,676	2,440	2,165	1,691
Sangria Media (m <sup>3</sup> /s)	0,308	0,374	0,469	0,682
Evaporação Média (m <sup>3</sup> /s)	1,245	1,372	1,519	1,755

### ❖ Simulação 3

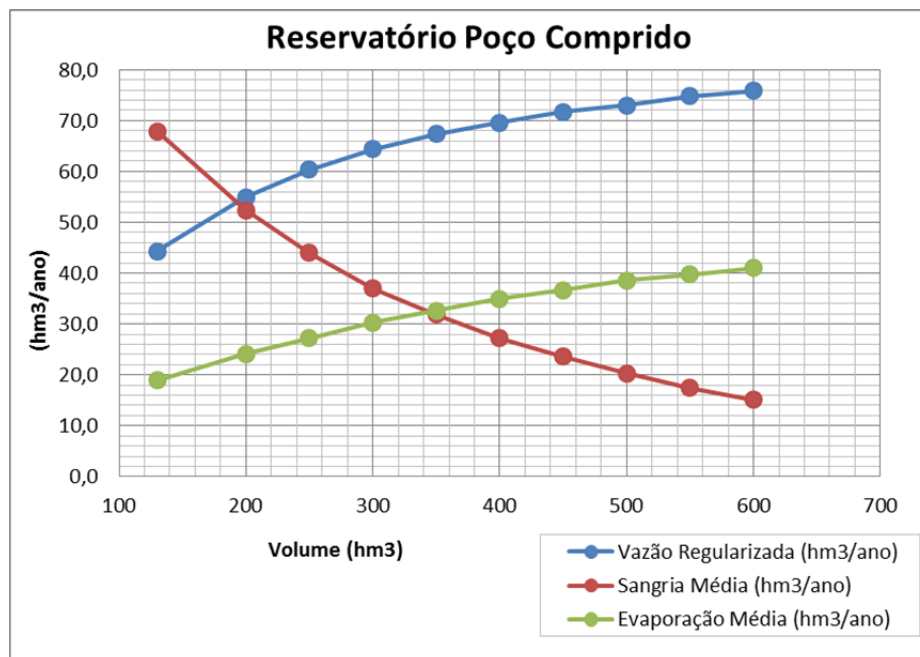
- O nível de garantia usualmente adotado nos estados do Nordeste do Brasil é 90%. Portanto, a retirada do reservatório é constante ao longo dos anos e ao longo dos meses para as garantias anuais de 90%;
- A simulação foi realizada variando a capacidade máxima do reservatório entre 10 e 80 hm<sup>3</sup>.

- O volume inicial no lago foi considerado nulo, ou seja, o reservatório apresenta-se seco no início da simulação.
- O reservatório foi considerado como não possuindo volume morto, ou seja, volume morto nulo.

Como resultados da Simulação 3 têm-se os valores de vazões regularizadas, sangria média e evaporação para a capacidade de armazenamento variável entre 130 e 600 hm<sup>3</sup> para a garantia de vazão regularizada de 90% (ver **Quadro 4.12** e **Figura 4.19**)

**Quadro 4.12 – Resultados da Simulação 3 do açude Poço Comprido**

<b>Capacidade Máxima (hm<sup>3</sup>)</b>	130	200	250	300	350	400	450	500	550	600
<b>Vazão Regularizada (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	44,362	54,914	60,384	64,433	67,313	69,624	71,666	72,981	74,769	75,867
<b>Sangria Média (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	67,890	52,330	43,980	36,990	31,860	27,200	23,560	20,330	17,440	15,120
<b>Evaporação Média (hm<sup>3</sup>/ano)</b>	18,890	24,160	27,240	30,280	32,580	34,990	36,620	38,560	39,760	41,060
<b>Vazão Regularizada (m<sup>3</sup>/s)</b>	1,407	1,741	1,915	2,043	2,134	2,208	2,273	2,314	2,371	2,406
<b>Sangria Média (m<sup>3</sup>/s)</b>	2,153	1,659	1,395	1,173	1,010	0,863	0,747	0,645	0,553	0,479
<b>Evaporação Média (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,599	0,766	0,864	0,960	1,033	1,110	1,161	1,223	1,261	1,302



**Figura 4.21 - Resultados da Simulação 3 do açude Poço Comprido.**

Analisando-se os resultados obtidos pelas simulações 1 e 2 com o reservatório com capacidade de 680 hm<sup>3</sup>, conforme indicado no anteprojeto do DNOCS, verifica-se que esta capacidade corresponde a 5,3 vezes o volume afluente anual que é de 127,70 hm<sup>3</sup>.

Para esta capacidade de 680 milhões metros cúbicos pode-se concluir que o reservatório está superdimensionado.

A simulação 3 visou estudar os efeitos da redução da capacidade do reservatório na sua capacidade de regularização de vazões.

A partir dos resultados a simulação 3 pode-se constatar que a capacidade máxima do reservatório Poço Comprido é considerada pequena até o volume de 200 hm<sup>3</sup> já que nessas condições o volume de sangria seria muito próximo ao volume regularizado. Para uma capacidade de 350 hm<sup>3</sup> os resultados da simulação mostram valores de volumes regularizados praticamente iguais aos valores somados de sangria e evaporação.

Do anteriormente exposto pode-se concluir que a capacidade do reservatório do açude Poço Comprido deverá ser reavaliada nos estudos de viabilidade objeto da contratação. A partir de uma capacidade de 250 milhões de metros cúbicos verifica-se que os aumentos de descargas regularizadas passam a ser pequenos (20% de aumento de descarga regularizada entre 250 milhões e 680 milhões de capacidade).

#### 4.7 - CENÁRIOS PARA A COMPARAÇÃO E ESCOLHA DO EIXO BARRÁVEL

##### 4.7.1 - Análise e Justificativa das Alternativas de Barramento

A partir da análise dos fatores positivos e negativos referentes às alternativas de barramento do açude Poço comprido, avaliou-se preliminarmente, à luz das informações atualmente disponíveis, qual delas é a mais viável para elaboração do projeto executivo.

Essa análise abrangeu a ponderação de alguns fatores, de forma qualitativa, com a criação de pesos proporcionais para cada condição dos eixos, para avaliação de cada fator, de forma a permitir a quantificação final, capacitando a escolha da melhor alternativa.

Os pesos para avaliar cada fator positivo variaram da seguinte forma:

- Se a condição do fator avaliado for excelente o peso terá valor +4;
- Se for boa terá valor +3;
- Se for regular o valor será +2;
- Se for ruim será igual a +1.

Para avaliação dos fatores negativos os pesos variaram dessa forma:

- Se for péssimo o peso terá valor -4;
- Se for Muito Ruim o valor será -3;
- Se for ruim será -2;
- Se for Pouco Ruim será igual a -1.

##### 4.7.1.1 - Fatores Positivos

A situação do futuro açude face à proximidade do centro consumidor, tanto atual como potencial:

Esse fator 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, pode-se conceber dois cenários, a saber:

Cenário imediato – De imediato terá a garantia de abastecimento de água potável tratada que é um quesito indispensável para a saúde humana.

Cenário futuro – em um cenário futuro pode-se visualizar muitos aproveitamentos potenciais que são listados abaixo:

- 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 um 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 procura, com mercado certo, é possível, também, que seja formada uma cooperativa com a finalidade de beneficiar o pescado, produzindo o filé para ser vendido em maiores centros, fazer um 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, serve também, conforme pesquisa, para fazer curativo de queimaduras e outros usos. Essa atividade, se bem organizada, tem condições de mudar o perfil social de muitas pessoas da cidade, trazendo grande aporte de recursos financeiros para o município.

*A população a ser beneficiada pelo Açude:*

A bacia hidráulica prevista cobre 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 que a totalidade da bacia hidráulica está dentro destes municípios. O município de Varjota, será beneficiada 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, pode-se dizer 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 da sede do município.

*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 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 16Km e 12Km, respectivamente.

Para as alternativas 01 e 02 do barramento, as extensões das adutoras partindo destes eixos serão de 23km para Hidrolândia e de 19km para Santa Quitéria. Uma segunda vantagem do eixo 3 será a cota de captação visto que o nível médio da água no eixo 3 estará 20,0m mais alto do que das outras

alternativas o que permitirá bombeamento com um menor gasto de energia. Na **Figura 4.22** estão representados os caminhamentos alternativos das adutoras.

*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 em períodos de estiagem e viabilizar também, a regularização e perenização do rio Macacos.

A obra se destina, principalmente, ao fornecimento de água para abastecimento humano, bem como a pequenas irrigações para o município de Santa Quitéria, beneficiando uma população de aproximadamente 34.000 pessoas. Caso seja utilizado para implantação de piscicultura, estimando-se uma produção anual de 775 toneladas de peixe, haveria ampliação da ocupação e renda do município, assim como da oferta de alimentos.

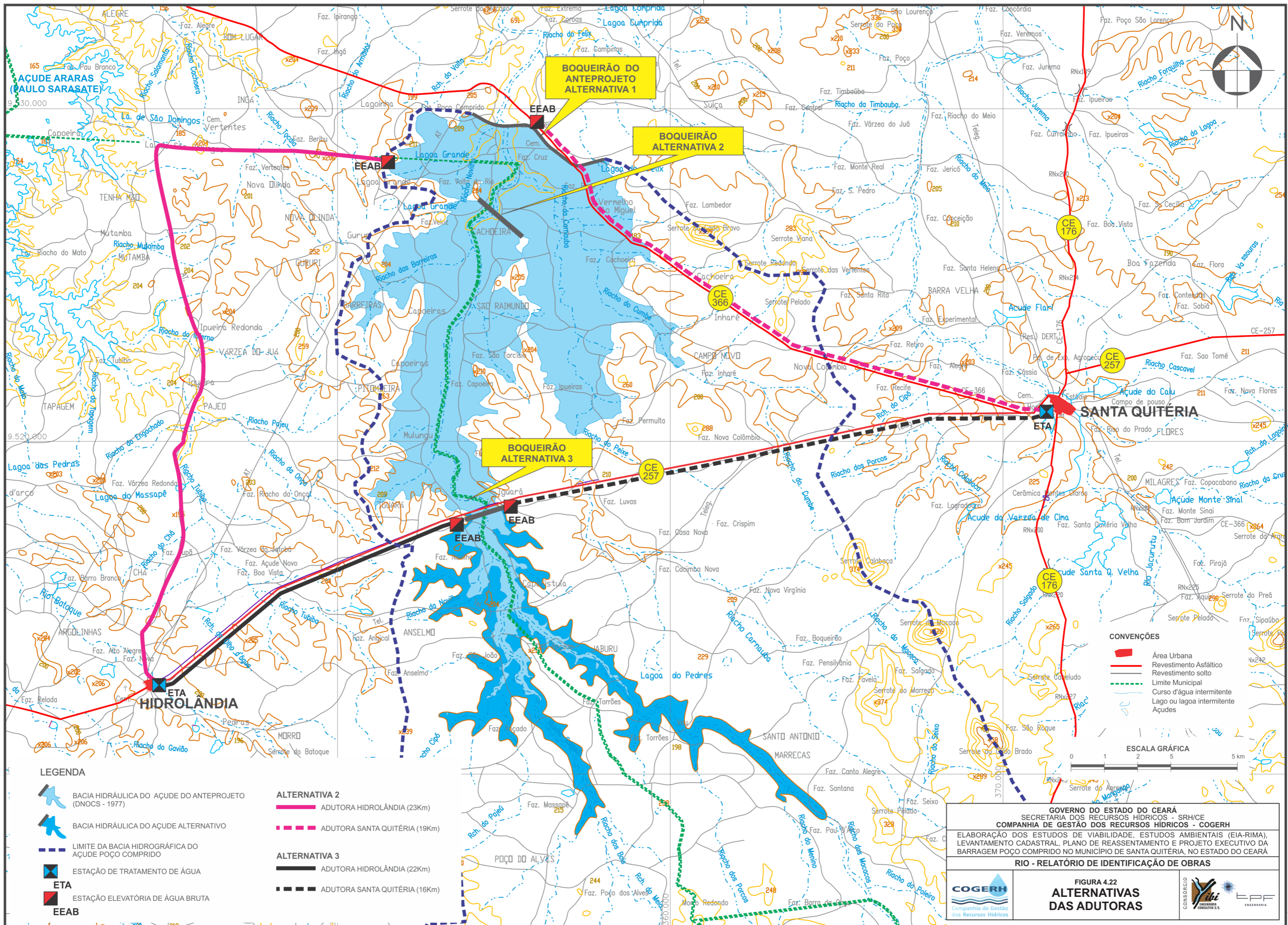
A entrada em operação da barragem deverá proporcionar uma melhor distribuição da água no trecho médio da bacia do rio Macacos, em relação à situação atual, que no período de estiagem cessa a distribuição de água.

Entretanto, os terrenos que margeiam a ombreira esquerda da barragem têm uma qualidade razoável para plantação de culturas de subsistência, portanto o uso como fonte para irrigação poderá 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.

Esse fator terá o mesmo peso na avaliação para escolha do eixo.

*Condições geológicas e geotécnicas dos locais:*

As condições geológicas e geotécnicas dos locais a serem escolhidos para implantação do empreendimento são comuns às três opções em análise; encontram-se extensos afloramentos de rochas metamórficas, onde se destacam gnaises, migmatitos, granodioritos e granitóides diversos (monzogranitos, sienogranitos, anfibolitos e rochas calcissilicáticas).



**LEGENDA**

- BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE DO ANTEPROJETO (DNOCS - 1977)
- BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE ALTERNATIVO
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE POÇO COMPRIDO
- ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
- ETA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA
- EEAB

- ALTERNATIVA 2**
- ADUTORA HIDROLÂNDIA (23Km)
  - ADUTORA SANTA QUITÉRIA (19Km)
- ALTERNATIVA 3**
- ADUTORA HIDROLÂNDIA (22Km)
  - ADUTORA SANTA QUITÉRIA (16Km)

- CONVENÇÕES**
- Área Urbana
  - Revestimento Asfáltico
  - Revestimento solto
  - Limite Municipal
  - Curso d'água intermitente
  - Lago ou lagoa intermitente
  - Açudes

ESCALA GRÁFICA  
0 1 2 5 5 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

**RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS**

**FIGURA 4.22 ALTERNATIVAS DAS ADUTORAS**

#### *Morfologia dos boqueirões:*

A área ao longo do rio Macacos, contendo os três eixos observados possíveis de serem barrados, tem relevo com feição altimétrica bastante semelhante com as características dos citados 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 um 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, temos uma menor extensão do eixo a ser barrado, o que é uma vantagem em relação às outras alternativas.

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

Conforme abordado no Item 3.3.2 Geotecnia, para as alternativas 01 e 02 já existe um estudo inicial de identificação das jazidas próximo aos eixos barrados, 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 feito apenas uma campanha expedita de reconhecimento no local da obra onde foram identificados locais de exploração de pedra e areia, entretanto, identificamos uma dificuldade de material terroso em quantidade suficiente para construção do maciço da barragem.

#### *4.7.1.2 - Fatores Negativos*

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

Na área a ser inundada pelo lago, foi constatada a existência de casas, barragens e linha de transmissão tipo bifásica, que serão atingidas pela construção do empreendimento em qualquer dos eixos propostos, conforme descrito no capítulo 3 item 3.7.8.2. A população será possivelmente remanejada.

A população atingida foi estimada com base na contagem dos imóveis existentes, dentro de cada área da bacia hidráulica para cada eixo, considerando uma família para cada casa.

Com base nesta contagem para o eixo 1 identificamos 139 famílias; Eixo 2 identificamos 144 famílias e para o eixo 3 identificamos 79 famílias.

Portanto, com relação a esse fator, os três eixos têm o mesmo peso para avaliação conceitual.

##### *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, onde encontra-se a quantidade de cinquenta casas comuns aos três eixos (onde algumas estão abandonadas ou em ruínas), e as respectivas áreas submersas por eixo estão descritas no **Quadro 4.13** – Capacidade de Acumulação dos Eixos alternativos.

**Quadro 4.13 - 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

*Infraestruturas públicas a serem relocadas:*

Estima-se a necessidade de relocação de cerca de 10,00 km de estradas vicinais em leito natural e 7,0 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 Km e a construção de uma ponte de 100m.

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. Sendo eles; interferência em duas linhas de transmissão de 69Kv, uma localizada a margem da estrada CE366 e uma segunda na margem esquerda da bacia, linha está que interliga o município de Hidrolândia e 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. Na **Figura 4.23** estão representadas as localizações das linhas de transmissão.

*Qualidade das terras a serem cobertas pelo reservatório:*

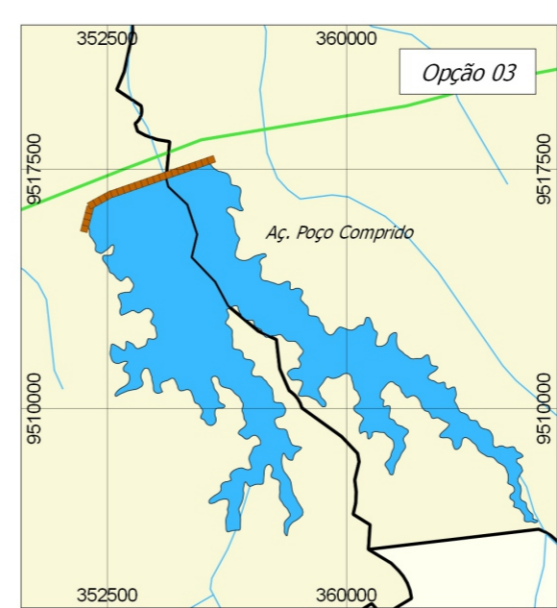
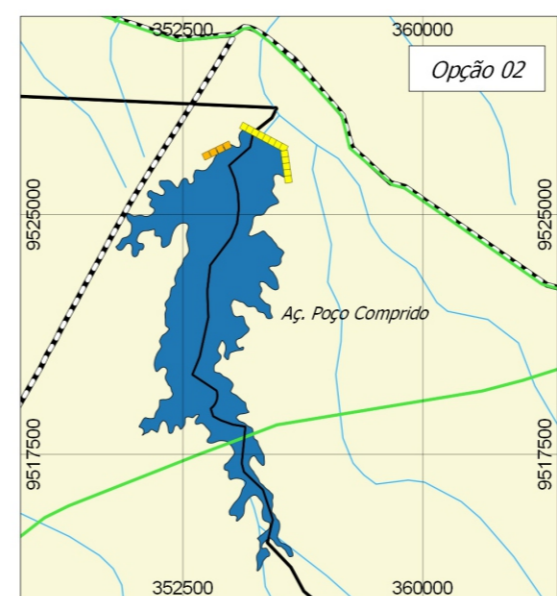
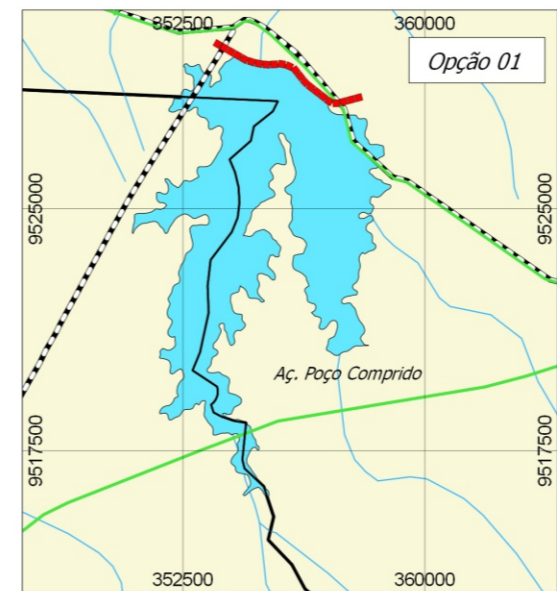
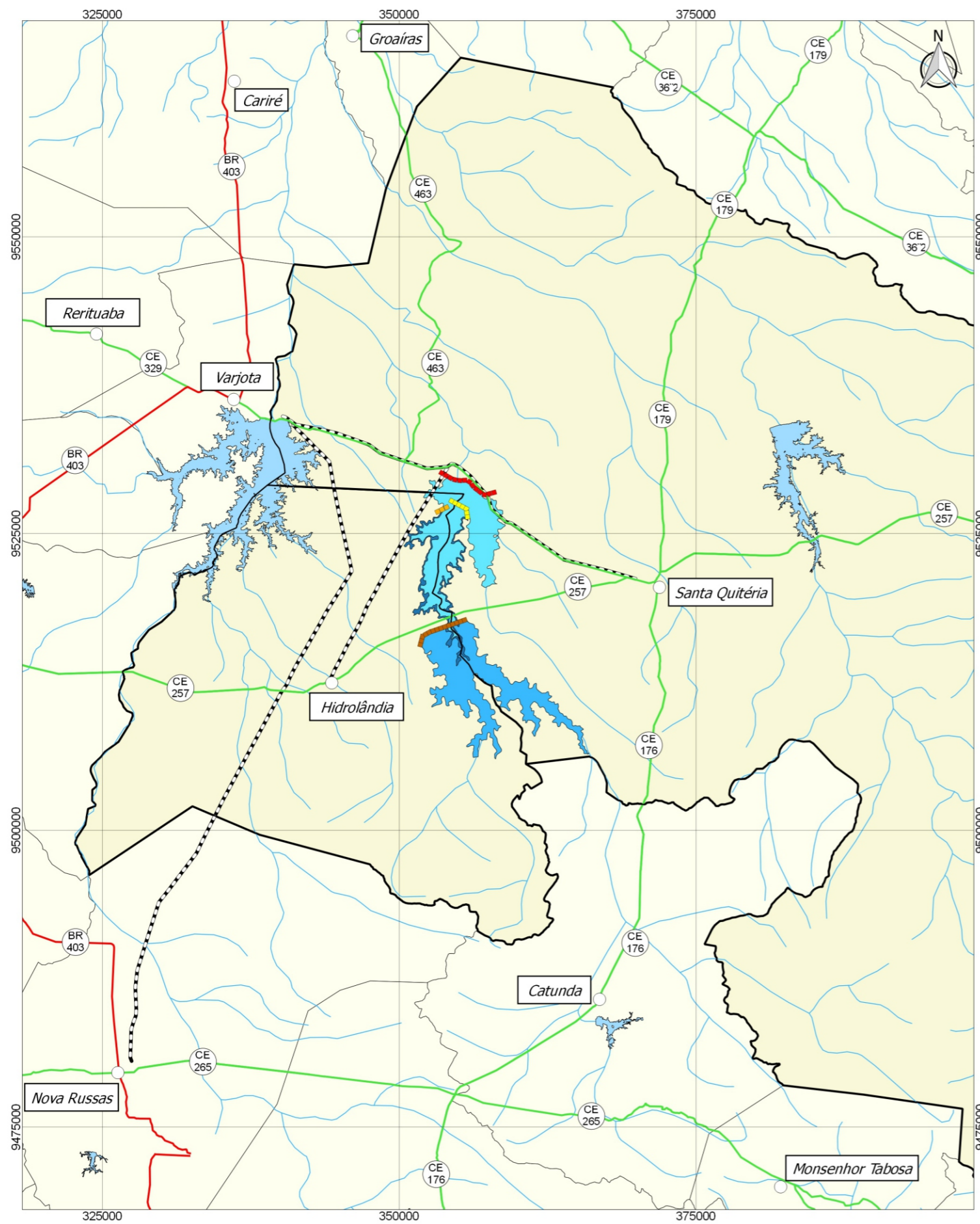
Para as três alternativas, predominam os solos Bruno não cálcico, esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de atividade alta. São de alta saturação e soma de bases, reação moderadamente ácida a, praticamente, neutra, ou mesmo moderadamente alcalina, bem como 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 e 90 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, matações, de quartzo, caracterizando um pavimento desértico.





Legenda	
	Eixo Barrável - OP 01
	Dique - OP 02
	Eixo Barrável - OP 02
	Eixo Barrável - OP 03
	Bacia Hidráulica - OP 01
	Bacia Hidráulica - OP 02
	Bacia Hidráulica - OP 03
Complementos	
	Sede Municipal
	Cursos d'Água
	Rodovia Federal
	Rodovia Estadual
	Linha de Alta Tensão
	Açudes
	Limite Municipal
	Municípios do Projeto

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

**RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS**

FIGURA 4.23  
**LOCALIZAÇÃO DA LINHA  
 DE TRANSMISSÃO**

#### *Condições geológicas e geotécnicas nos locais barráveis:*

Como já comentado nos Itens 3.3.1 e 3.3.2, observou-se 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 carácter básico corta as rochas. Falhas de diferentes idades são comuns na região.

Quando analisadas as condições de geologia local de cada eixo, pode-se identificar uma melhor condição geológica na alternativa 01, em relação às demais.

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

Na alternativa 3, identificamos uma maior concentração de rochas calcissilicáticas, estes locais apresentam um grau de fraturamento maior; no local foi identificado uma zona de cisalhamento local que pode indicar algum deslocamento vertical.

#### *Dificuldades de exploração das jazidas de materiais:*

Os locais das ocorrências não apresentam 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, existe material adequado e suficiente nas ombreiras do eixo e em sua bacia hidráulica tanto para 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 distancia bem maior do que a das alternativas anteriores.

#### *Avaliação do custo de implantação de cada um dos eixos:*

Com base na definição de uma capacidade de armazenamento que foi arbitrado para definição das três alternativas, foi desenvolvida uma secção tipo da barragem e uma alternativa de vertedouro, com as mesmas características construtivas, conforme estão apresentados no **Tomo 1B – Plantas**. As características de cada alternativa estão descritas no **Quadro 4.14**.

Dessa forma foram obtidos para cada um dos três eixos os quantitativos através de estimativa necessária para a construção de cada alternativa. Com base em preços unitários da tabela da SICRO/OUT/2018 e SINAPI/FEV/2019, foi elaborado um orçamento para cada alternativa aqui desenvolvida. Os resumos dos orçamentos de cada um dos eixos estudados estão apresentados nos **Quadros 4.14, 4.15 e 4.16**:

**Quadro 4.14 – Resumo do orçamento alternativa 1**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1.0</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	<b>19.166.709,50</b>
1.1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA	191.224,72
1.2	A - IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE SERVIÇOS (ADMINISTRAÇÃO, OFICINA, REFEITÓRIO E ÁREA DE PRODUÇÃO)	2.921.727,55
1.3	ADMINISTRAÇÃO LOCAL E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE SERVIÇOS	14.813.916,69
1.4	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	1.239.840,54
<b>2.0</b>	<b>REDE VIÁRIA INTERNA</b>	<b>3.231.943,35</b>
2.1	CAMINHO DE SERVIÇO E MANUTENÇÃO	1.824.192,60
2.2	ESTRADA DE ACESSO	1.407.750,75
<b>3.0</b>	<b>BARRAGEM EM SOLO</b>	<b>102.576.736,54</b>
3.1	FUNDAÇÃO	12.572.959,62
3.2	MACIÇO EM SOLO	90.003.776,92
<b>4.0</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO</b>	<b>520.281,40</b>
4.1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE MATERIAIS	520.281,40
<b>5.0</b>	<b>VERTEDOURO</b>	<b>47.962.551,73</b>
5.1	FUNDAÇÃO E ESTRUTURA	47.962.551,73
<b>6.0</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA</b>	<b>10.376.664,99</b>
6.1	TOMADA D'ÁGUA, CAIXA MONTANTE E CAIXA JUSANTE	8.095.253,95
6.2	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETROMECANICOS DA TOMADA D'ÁGUA	2.055.540,72
6.3	MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS ELETROMECANICOS DA TOMADA D'ÁGUA	225.870,32
<b>7.0</b>	<b>INSTALAÇÃO ELÉTRICA</b>	<b>130.288,74</b>
7.1	ILUMINAÇÃO EXTERNA	108.350,30
7.2	SUBESTAÇÃO AÉREA 45 KVA MARGEM ESQUERDA	8.470,02
7.3	CASA DE COMANDO	13.468,42
<b>8.0</b>	<b>PLANO BÁSICO DE AÇÕES AMBIENTAIS</b>	<b>21.466.565,69</b>
8.1	DESMATAMENTO E LIMPEZA DA BACIA	16.065.432,85
8.2	PLANO DE RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS E ÁREAS DEGRADADAS	652.428,00
8.3	AGROVILA	4.748.704,84
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>205.431.741,94</b>

**Quadro 4.15 - Resumo do orçamento alternativa 2**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1.0</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	<b>19.166.709,50</b>
1.1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA	191.224,72
1.2	A - IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE SERVIÇOS (ADMINISTRAÇÃO, OFICINA, REFEITÓRIO E ÁREA DE PRODUÇÃO)	2.921.727,55
1.3	ADMINISTRAÇÃO LOCAL E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE SERVIÇOS	14.813.916,69
1.4	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	1.239.840,54
<b>2.0</b>	<b>REDE VIÁRIA INTERNA</b>	<b>3.231.943,35</b>
2.1	CAMINHO DE SERVIÇO E MANUTENÇÃO	1.824.192,60
2.2	ESTRADA DE ACESSO	1.407.750,75
<b>3.0</b>	<b>BARRAGEM EM SOLO</b>	<b>58.324.156,57</b>
3.1	FUNDAÇÃO	9.740.614,55
3.2	MACIÇO EM SOLO	48.583.542,02
<b>4.0</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO</b>	<b>520.281,40</b>
4.1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE MATERIAIS	520.281,40
<b>5.0</b>	<b>VERTEDOIRO</b>	<b>47.970.381,73</b>
5.1	FUNDAÇÃO E ESTRUTURA	47.970.381,73
<b>6.0</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA</b>	<b>10.253.242,95</b>
6.1	TOMADA D'ÁGUA, CAIXA MONTANTE E CAIXA JUSANTE	7.999.374,21
6.2	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETROMECANICOS DA TOMADA D'ÁGUA	2.030.790,72
6.3	MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS ELETROMECANICOS DA TOMADA D'ÁGUA	223.078,02
<b>7.0</b>	<b>INSTALAÇÃO ELÉTRICA</b>	<b>130.288,74</b>
7.1	ILUMINAÇÃO EXTERNA	108.350,30
7.2	SUBESTAÇÃO AÉREA 45 KVA MARGEM ESQUERDA	8.470,02
7.3	CASA DE COMANDO	13.468,42
<b>8.0</b>	<b>PLANO BÁSICO DE AÇÕES AMBIENTAIS</b>	<b>53.538.474,79</b>
8.1	DESMATAMENTO E LIMPEZA DA BACIA	13.137.341,95
8.2	PLANO DE RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS E ÁREAS DEGRADADAS	652.428,00
8.3	AGROVILA	4.748.704,84
8.4	DESVIO DA CE257 EM 5KM E CONSTRUÇÃO DE UM PONTE COM 200M	35.000.000,00
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>193.135.479,03</b>

**Quadro 4.16 - Resumo do orçamento alternativa 3**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1.0</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	<b>19.166.709,50</b>
1.1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA	191.224,72
1.2	A - IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE SERVIÇOS (ADMINISTRAÇÃO, OFICINA, REFEITÓRIO E ÁREA DE PRODUÇÃO)	2.921.727,55
1.3	ADMINISTRAÇÃO LOCAL E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE SERVIÇOS	14.813.916,69
1.4	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	1.239.840,54
<b>2.0</b>	<b>REDE VIÁRIA INTERNA</b>	<b>3.231.943,35</b>
2.1	CAMINHO DE SERVIÇO E MANUTENÇÃO	1.824.192,60
2.2	ESTRADA DE ACESSO	1.407.750,75
<b>3.0</b>	<b>BARRAGEM EM SOLO</b>	<b>160.822.846,79</b>
3.1	FUNDAÇÃO	15.151.242,01
3.2	MACIÇO EM SOLO	145.671.604,78
<b>4.0</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO</b>	<b>520.281,40</b>
4.1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE MATERIAIS	520.281,40
<b>5.0</b>	<b>VERTEDOURO</b>	<b>49.424.652,13</b>
5.1	FUNDAÇÃO E ESTRUTURA	49.424.652,13
<b>6.0</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA</b>	<b>10.658.726,76</b>
6.1	TOMADA D'ÁGUA, CAIXA MONTANTE E CAIXA JUSANTE	8.283.671,90
6.2	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DA TOMADA D'ÁGUA	2.139.690,72
6.3	MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS DA TOMADA D'ÁGUA	235.364,14
<b>7.0</b>	<b>INSTALAÇÃO ELÉTRICA</b>	<b>130.288,74</b>
7.1	ILUMINAÇÃO EXTERNA	108.350,30
7.2	SUBESTAÇÃO AÉREA 45 KVA MARGEM ESQUERDA	8.470,02
7.3	CASA DE COMANDO	13.468,42
<b>8.0</b>	<b>PLANO BÁSICO DE AÇÕES AMBIENTAIS</b>	<b>24.297.659,79</b>
8.1	DESMATAMENTO E LIMPEZA DA BACIA	18.896.526,95
8.2	PLANO DE RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS E ÁREAS DEGRADADAS	652.428,00
8.3	AGROVILA	4.748.704,84
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>268.253.108,46</b>

#### 4.7.2 - Conclusão da Análise e Justificativa das Alternativas

Após a exposição das informações constantes neste documento, principalmente no item anterior, foram elaboradas três tabelas com dados dos três eixos estudados. A primeira contendo apenas as características principais dos eixos (**Quadro 4.18**). A segunda apresenta o custo do metro cúbico de água em relação ao custo da obra (**Quadro 4.19**). A terceira trata de uma análise comparativa das alternativas, tendo como base as notas de comparação para os itens de impactos positivos e negativos, que foram previamente definidos pela COGERH, objetivando quantificar equitativamente os escores dos pesos atribuídos a cada eixo, permitindo assim uma classificação quanto à posição mais favorável para a construção do empreendimento (**Quadro 4.20**).

O resultado da ponderação entre fatores positivos e negativos, exposto do **Quadro 4.20**, é que o **Eixo 1** apresenta-se como o local mais adequado para abrigar a Barragem Poço Comprido.

Os principais fatores que desqualificaram as alternativas 2 e 3 foram respectivamente:

- a) O grande impacto na infraestrutura existente e a necessidade da relocação da CE-257 com a construção de uma nova ponte;
- b) Dificuldade de solo para construção do maciço, em quantidade e localização próximo a obra e que também esta alternativa possuía uma maior área alagada da bacia hidráulica.

Em conclusão, aponta-se a alternativa 1 como sendo a melhor para o desenvolvimento do projeto e construção da Barragem do Poço Comprido. Justifica-se esta escolha, inicialmente com base no quadro comparativo de decisão, **Quadro 4.20**, onde se demonstra a opção por esta alternativa. Acrescido a isto e corroborando com nossa decisão, o fato de que esta barragem foi estudada anteriormente, por outra empresa de engenharia e esta indicou o mesmo boqueirão como alternativa para construção desta barragem.

A topografia do boqueirão também é um fator positivo que permite opção de volumes maiores do que o aqui já dissertado, podendo evoluir para uma barragem até 400hm<sup>3</sup>, sem necessidades de diques complementares. Outro ponto positivo que foi de fundamental importância para tomada da decisão, foi a confirmação de material necessário para construção da barragem que fora identificado inicialmente pelo estudo realizado pela SEEBLA e confirmado em visita de campo, nos estudos atuais.

A tomada de decisão sobre o tamanho do reservatório será feita no estudo de anteprojeto e com ajuda do estudo hidrológico para este eixo da barragem. Neste estudo deverá ser levado em conta a possibilidade de atenuação das cheias à cidade de Sobral. Para a definição do volume de acumulação da barragem serão apresentados estudos de alternativas de engenharia para possíveis impactos com a infraestrutura existente na bacia hidráulica, localizada nas zonas periféricas da CE-366 e CE-257. Como foi tratado ao longo deste relatório, para volumes de barragem com capacidade de vazão de 300hm<sup>3</sup>, parte da bacia hidráulica inundará a CE-366 em uma extensão de 2,5 Km, sendo necessária a construção de um dique ou a relocação de estrada, ver planta RIO-12

Conforme avaliação ambiental feita no relatório Estudo de Viabilidade Ambiental EVA, para as três alternativas de barramento, propostas para a Barragem Poço Comprido, a alternativa 1 obteve o menor score, sendo assim a alternativa que resultará em menores impactos em termos ambientais. A **quadro 4.17** apresenta a consolidação da pontuação ambiental atribuída às alternativas de barramento estudadas.

**Quadro 4.17 - Consolidação da Avaliação Ambiental Empreendida para as Alternativas de Barramento**

Alternativas	Critérios de Avaliação					Total
	Danos à Flora e à Fauna	Interferência em Infraestruturas de Uso Público	Contingente Populacional a ser Desalojado	Áreas de Mineração Requeridas	Risco Sísmico/Custos de Implantação da Obra	
Eixo I	3	5	3	1	5	17
Eixo II	3	7	3	1	5	19
Eixo III	5	1	1	6	8	21

O custo para implantação das três alternativas, são similares com variações não maiores do que 10%, com referência ao custo do volume d'água represado e do volume afluente para regularização do rio.

Como base nas considerações anteriormente expostas, entendemos que a alternativa do Eixo 1 é claramente a mais vantajosa que as demais e, portanto, deve ser eleita para o desenvolvimento do Projeto Executivo.

**Quadro 4.18 - Características Principais 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

**Quadro 4.19 - Custo do m<sup>3</sup> de Água Reservado nos Eixos Barráveis**

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Acumulação- hm <sup>3</sup>	186,00	188,00	239,00
Cota Sangria	181,30	187,00	211,00
Cota da berma	187,00	192,00	216,00
Área bac. Hidraulica - hectares	2547,00	2064,00	3014,00
Vazão regularizada hm <sup>3</sup> /ano	54,40	47,50	45,90
Custo total R\$(2014)	R\$ 205.431.741,94	R\$ 193.135.479,03	R\$ 268.253.108,46
Custo da água R\$/m <sup>3</sup>	1,10	1,03	1,12
Custo da Regularização R\$/m <sup>3</sup> /ano	3,78	4,07	5,84

**Quadro 4.20 - Ponderação dos Aspectos Envolvidos nas Alternativas de Barramento**

<b>FATORES POSITIVOS</b>	<b>EIXO 1</b>	<b>EIXO 2</b>	<b>EIXO 3</b>
Situação do futuro açude face à proximidade do centro consumidor, tanto atuais quanto potenciais	3	3	3
A população a ser beneficiada pelo açude	3	3	3
Facilidades de adução (extensão da futura adutora, desníveis, terrenos a serem atravessados)	2	2	3
Possibilidade de uso da água como irrigação de manchas de solos situadas a uma distância viável	3	3	3
Condições geológicas e geotécnicas dos locais	3	3	3
Morfologia do boqueirão	2	3	2
A existência de jazidas de materiais para a construção da barragem	3	3	2
<b>ESCORE POSITIVO TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>19</b>
<b>FATORES NEGATIVOS</b>	<b>EIXO 1</b>	<b>EIXO 2</b>	<b>EIXO 3</b>
População atingida com a formação do lago	-2	-2	-1
Quantidade de benfeitorias e de terras que serão indenizadas	-2	-1	-3
Infraestruturas públicas a serem relocadas (linhas elétricas e estradas)	-1	-4	-1
Qualidade das terras a serem cobertas pelo reservatório	-2	-2	-2
Condições geológicas e geotécnicas no local barrável	-1	-2	-2
Dificuldades de exploração das jazidas de materiais	-1	-1	-2
Avaliação do custo de implantação	-1	-1	-2
<b>ESCORE NEGATIVO TOTAL</b>	<b>-10</b>	<b>-13</b>	<b>-13</b>
<b>ESCORE FINAL</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>



## 5 - PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS

## 5 - PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS

Para elaboração do Projeto Executivo da Barragem se faz necessária a complementação das informações inerentes ao conhecimento das diversas características que envolvem um empreendimento deste porte.

Nessa etapa estão previstas ações a serem executadas conforme descritas nos itens seguintes.

### 5.1 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

#### 5.1.1 - Bacia Hidráulica

O levantamento topográfico da bacia hidráulica será executado conforme o edital, e consistirá 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".

Para a etapa de estudos básicos, anteprojeto e em consequência Projetos Executivos, o consorcio IBI/TPF, desenvolverá Soluções em Geomática para o processamento, geração de Modelo Digital de Elevação e extração Curvas de Nível e Interpretação a partir de imagens de alta resolução do satélite de área situada no Ceará. O produto final, será a geração de Modelo Digital de Terreno (MDT) com curvas de nível equidistante de 2 (dois) metros com precisão compatível com escala 1:5.000.

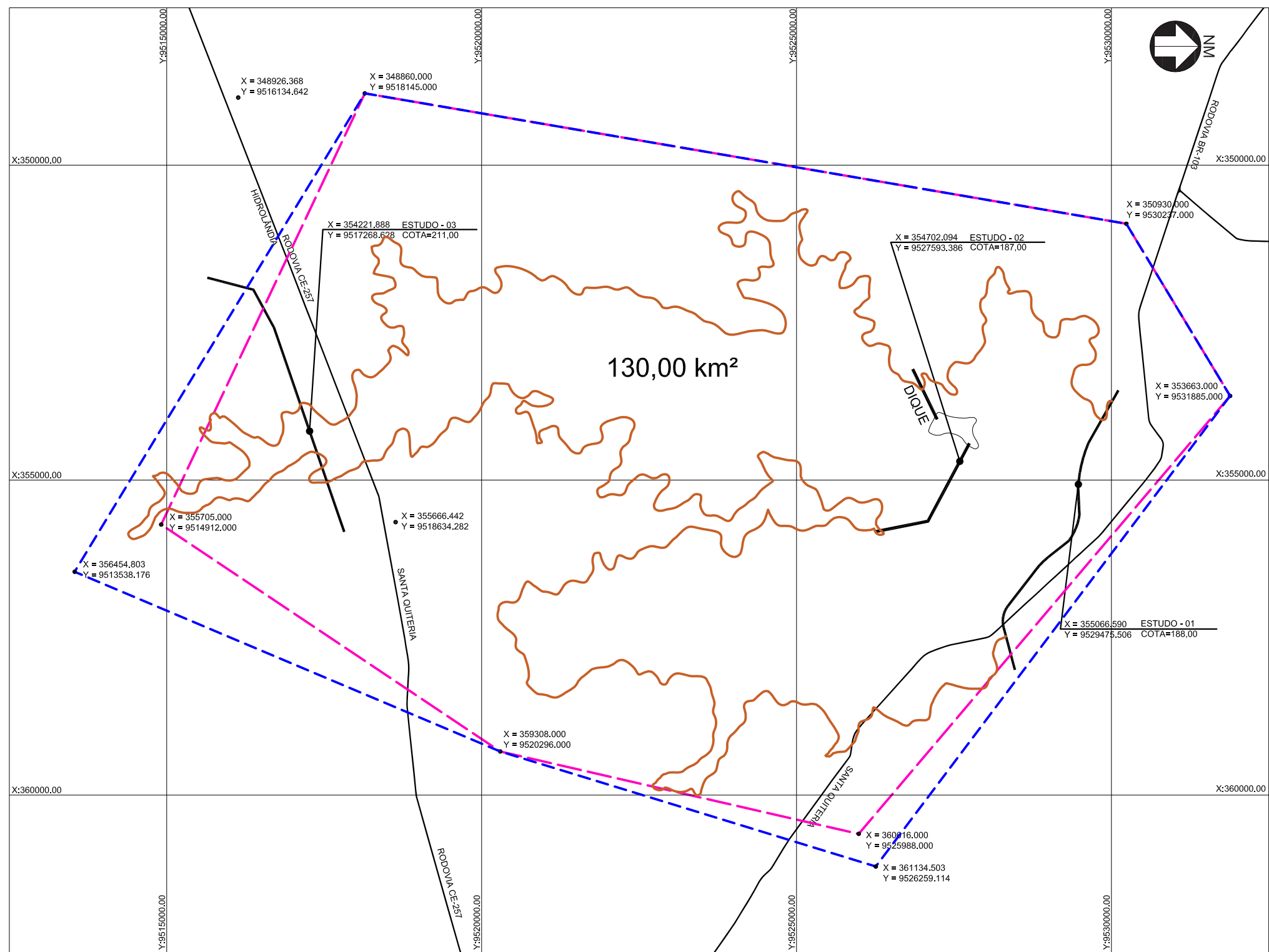
#### 5.1.2 - Localização da área Imageada

A área de interesse definida nos Termos de Referência e que abrange uma área de 130 km<sup>2</sup>, está delimitada pelas seguintes coordenadas UTM, Fuso 24S, Hemisfério Sul, Meridiano Central 39:

- P1: 353663E / 9531885N;
- P2: 360616E / 9525988N;
- P3: 359308E / 9520296N;
- P4: 355705E / 9514912N;
- P5: 348860E / 9518145N;
- P6: 350930E / 9530237N.




Para o atendimento de toda área da alternativa 1, delimitada pela cota máxima 292,0, recomendamos que haja uma ampliação da área inicialmente indicada pela COGERH, conforme mostra a **Figura 5.1**, a nova área de levantamento passaria para 141 km<sup>2</sup>.

Na **Figura 5.1** é apresentada a localização da área de trabalho.



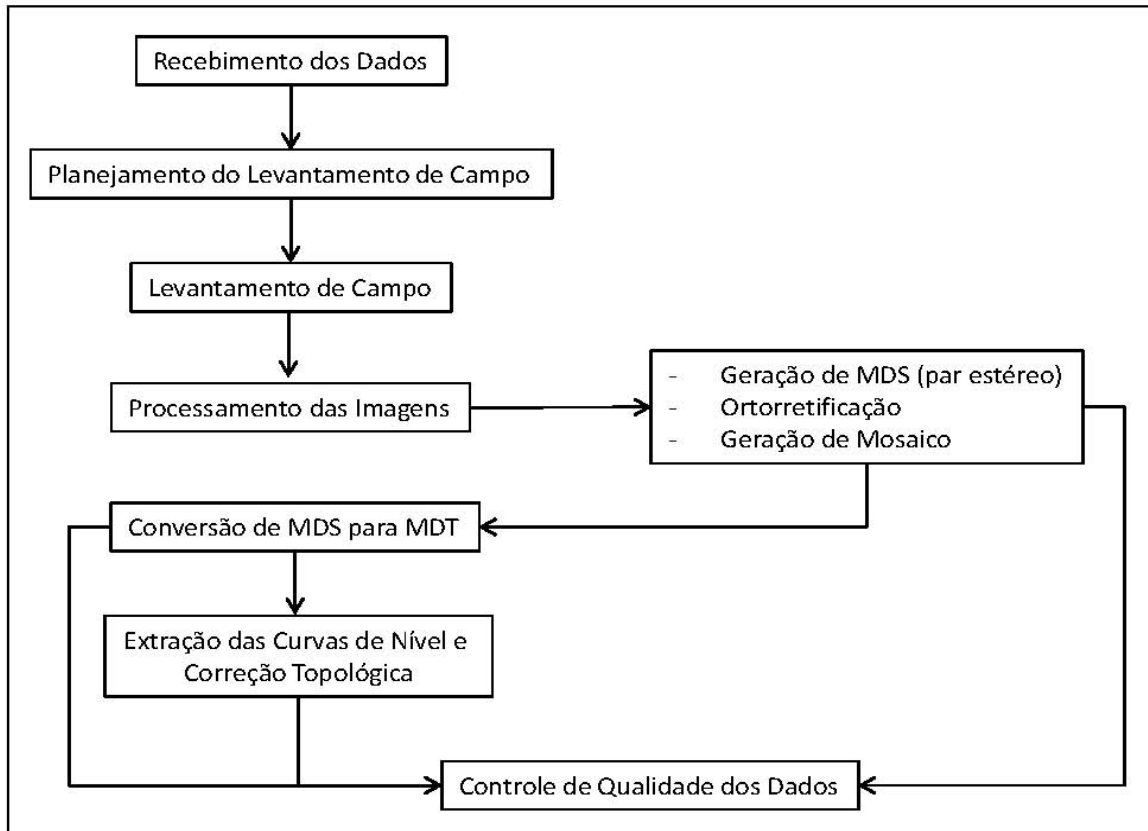
ESCALA: 1:75.000

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

<p><b>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ</b>          SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE  <b>COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH</b></p>	
<p>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</p>	
<p><b>RIO - RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRAS</b></p>	
 <p>COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS</p>	<p><b>FIGURA 5.1</b>  <b>LOCALIZAÇÃO DA ÁREA</b>  <b>DE IMAGEAMENTO - EIXO 1</b></p>
 <p>Y&amp;I ENGENHARIA CONSULTORIA S.A.</p>	 <p>EPF ENGENHARIA</p>

### 5.1.3 - Etapas de Trabalho

O trabalho consiste 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 5.2**, é possível visualizar o fluxograma com o detalhamento da metodologia.



**Figura 5.2 - Fluxograma com o Detalhamento da Metodologia**

#### 5.1.3.1 - Recebimento dos Dados

Esta etapa englobou a avaliação e organização dos dados do satélite fornecidos, ou seja, os pares estéreos.

#### 5.1.3.2 - Planejamento de Campo

Nesta etapa, será 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.

#### 5.1.3.3 - Processamento da Imagem e Geração do MDS

Para o processamento digital de imagens serão realizados os seguintes procedimentos:

- a) Geração das Composições Coloridas - Serão 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.
- b) Ortorretificação das Imagens e Geração de MDS - Serão 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, será 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, serão 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. Para tal, utilizar 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 será 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 efemérides e atitude 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-se um modelo matemático rigoroso, assegura-se o melhor encaixe não só das imagens individuais, mas também das imagens reunidas como um todo.

A primeira etapa da geração do mosaico consistirá 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 serão realizados os procedimentos de realce de contraste e conversão para o formato GeoTIFF.

#### 5.1.3.4 - Conversão Automática de MDS para MDT

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.

#### 5.1.3.5 - Extração e Correção Topológica das Curvas de Nível

As curvas de nível foram extraídas, automaticamente, a cada 2 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 deve existir sobreposição de linhas
- Não deve existir interseção de linhas
- Não deve existir quebras ao longo das linhas
- Linhas de mesma cota devem estar conectadas
- Não deve existir linhas duplicadas
- Cada linha deve ser uma única feição

#### 5.1.3.6 - 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, será realizada uma verificação para assegurar que não houve desequilíbrio de cores e deslocamentos entre as cenas que o compõem.

No que se refere às curvas de nível, foram realizadas as etapas de validação topológica, conforme regras mencionadas no item 5.1.3.5.

Para avaliação / validação da cota altimétrica do MDT gerado, foram utilizados pontos levantados em campo por DGPS não aplicados na geração dos produtos e o relatório de Erros Médios Residuais (anexo a este relatório)

#### 5.1.4 - Elementos Produzidos

Os elementos que serão produzidos a partir do processo de imageamento por satélite, destinado a delimitação da bacia hidráulica, e que serão entregues a COGERH, serão os seguintes:

- 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 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 metros na escala de 1:5.000, no formato A1;
- 1 (uma) coleção impressa das imagens de satélite, com as curvas de nível (equidistância de 2 metros) e pontos cotados, com a altimetria devidamente identificada e rotulada, sobrepostos às imagens, na escala de 1:5.000, em papel tamanho A1;
- 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);
- Relatório final, com as memórias de cálculo do apoio terrestre com os roteiros de localização dos marcos de concreto implantados;
- Todos os produtos devem ser gravados e disponibilizados em mídia tipo HD de 120 Gb ou superior.

### 5.1.5 - Utilização da Carta Produzida com Curvas de Nível de 2 em 2 Metros

A partir da carta com curvas de nível de 2 em 2 metros, produzida no imageamento, empregando a ferramenta computacional AUTOCAD CIVIL 3D, será gerado um modelo digital do terreno - MDT da área de estudo, com curvas altimétricas interpoladas a cada metro. Neste modelo, faremos a versão final da altimetria do eixo escolhido, para o desenvolvimento do projeto da barragem, definido assim a bacia hidráulica onde será definida a planta e o perfil do eixo da barragem. Com ajuda deste levantamento será implantado em campo o eixo com ajuda da topografia clássica.

### 5.1.6 - Eixo e Sangradouro do Barramento

Eixo – O levantamento do Eixo 1 será realizado pelo método convencional usando equipamentos de topografia: estação total e nível automático, levantando uma faixa de 150 m para cada lado do eixo escolhido.

Sangradouro – Esse serviço será realizado pelo processo convencional, consistindo em locar um eixo ao longo do fluxo, com estaqueamento de montante para jusante, e seccionamento que cubra toda a área de offset (largura do vertedouro). O levantamento dos eixos longitudinal e transversal do vertedouro obedecerá à sistemática descrita anteriormente, sendo que as seções prolongadas à montante, até a cota fixada para soleira e, à jusante, até encontrarem o leito do rio. Estima-se que serão levantados aproximadamente 4,0 hectares.

Jazidas – O levantamento deverá ser realizados com a locação planialtimétrica das áreas de ocorrências de materiais que poderão ser utilizados na construção da barragem e que deverão ser amarradas à poligonal do eixo, através de uma linha de base auxiliar (que poderá se constituir no eixo do acesso ao local da obra). Todos os poços escavados na investigação das jazidas serão locados, numerados e amarrados topograficamente à linha de base auxiliar.

## 5.2 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos que compõem a **Etapas A2 – Volume I - Tomo 3 – Estudos Hidrológicos** serão concluídos em conformidade com os Termos de Referência.

## 5.3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Nos estudos geotécnicos, estão previstos o levantamento das áreas de ocorrência de materiais para construção, e nos eixos da barragem e vertedouro, serão realizados estudos subsuperficiais através de sondagens à percussão e/ou mistas, iniciadas à percussão e prosseguidas por rotativa (diâmetro NX), como também ensaios de perda d'água (Lugeon), no local do barramento, conforme a seguinte programação.

Na planta com a programação das Sondagens - **Volume 1 - Tomo 1A - Desenhos-BPC-RIO-11**, está apresentada a programação para a realização das sondagens, de forma preliminar, nos eixos da barragem, tomada d'água e vertedouro. Esta programação deverá sofrer o aprova do corpo técnico da COGERH, em função dos eixos aprovados.



### 5.3.1 - Sondagens no Eixo do Barramento

Está prevista a execução de 144,0 metros de sondagens à percussão, 240,0 metros de sondagem rotativa, 40 ensaios Le Franc e 67 ensaios Lugeon, conforme o **Quadro 5.1** - Programação de Sondagens no Eixo Barrável.

**Quadro 5.1 - Programação de Sondagens no Eixo Barrável**

Quadro do Plano de Sondagem					
Furo	Tipo	Estaca	Profund. Solo (m)	Profund. Rocha (m)	Fase de execução
SM-01	MISTA	40	3	12	A
SM-02	MISTA	45	3	12	B
SM-03	MISTA	52	3	12	A
SM-04	MISTA	55	3	12	B
SM-05	MISTA	60	3	12	B
SM-06	MISTA	65	3	12	A
SM-07	MISTA	70	3	12	B
SM-08	MISTA	75	3	12	B
SM-09	MISTA	80	3	12	A
SM-10	MISTA	85	3	12	A
SM-11	MISTA	90	3	12	A
SM-12	MISTA	95	3	12	A
SM-13	MISTA	100	3	12	B
SM-14	MISTA	52-M60m	3	12	C
SM-15	MISTA	52-j60m	3	12	C
SM-16	MISTA	65-M60m	3	12	C
SM-17	MISTA	80-M70m	3	12	C
SM-18	MISTA	90-M70m	3	12	C
SR-01	ROTATIVA	235	3	12	C
SR-02	ROTATIVA	235-j100m	3	12	C
PROFUNDIDADE TOTAL ROTATIVA (m)				240	
SP-01	PERCUSÃO	35	3		A
SP-02	PERCUSÃO	47+10	3		A
SP-03	PERCUSÃO	57+10	3		B
SP-04	PERCUSÃO	62+10	3		A
SP-05	PERCUSÃO	67+10	3		B
SP-06	PERCUSÃO	72+10	3		B
SP-07	PERCUSÃO	77+10	3		A
SP-08	PERCUSÃO	82+10	3		A
SP-09	PERCUSÃO	87+10	3		A
SP-10	PERCUSÃO	92+10	3		A
SP-11	PERCUSÃO	97+10	3		B
SP-12	PERCUSÃO	105	3		A
SP-13	PERCUSÃO	110	3		A
SP-14	PERCUSÃO	120	3		A
SP-15	PERCUSÃO	130	3		A
SP-16	PERCUSÃO	140	3		A
SP-17	PERCUSÃO	150	3		A
SP-18	PERCUSÃO	165	3		A
SP-19	PERCUSÃO	180	3		A
SP-20	PERCUSÃO	190	3		A
SP-21	PERCUSÃO	230	3		A

Quadro do Plano de Sondagem					
Furo	Tipo	Estaca	Profund. Solo (m)	Profund. Rocha (m)	Fase de execução
SP-22	PERCUSÃO	240	3		A
SP-23	PERCUSÃO	65-j60m	3		B
SP-24	PERCUSÃO	80-j70m	3		B
SP-25	PERCUSÃO	85-M70m	3		B
SP-26	PERCUSÃO	85-j70m	3		B
SP-27	PERCUSÃO	95-M70m	3		B
SP-28	PERCUSÃO	95-j70m	3		B
TRECHO MISTA			60		
PROFUNDIDADE TOTAL PERCUSSÃO(m)			144		
FASEAMENTO					
	TOTAL	A	B	C	
ROTATIVA	220	78	66	76	
PERCUSSÃO	144	75	48	21	
ENSAIOS					
Ensaio de Infiltração (Le Franc) A cada três metros			40		
Ensaio de Perda d'água (05 estágios) A cada três metros			67		

O plano de sondagem prever um ataque faseado em três etapas, que nortearam a ordem de execução da furação, serão executados preliminarmente, cerca de 7 sondagens mistas, com profundidades em rocha variando de 10 a 12m, distribuídas ao longo do eixo da barragem, que serão avaliadas no decorrer da campanha, e após sua avaliação será dado prosseguimento a fase seguinte até a concussão de todos os furos previsto, no final este plano poderá ser ampliado com base nos resultados obtidos e definições da equipe de geologia e geotécnica do projeto em conjunto com a fiscalização.

### 5.3.2 - Sondagens no Vertedouro

Para avaliação dos possíveis locais onde deverá ser implantado o vertedouro, serão executadas, inicialmente, duas sondagens rotativas no local indicado para a soleira. Após a avaliação dos resultados, obtidos nessa fase preliminar, será definido o local para construção da estrutura vertente da barragem.

A partir da definição do local do vertedouro, está prevista a execução de múltiplas sondagens mistas, que deverão atingir uma profundidade mínima de 4,0 m abaixo da linha de escavação do perfil.

### 5.3.3 - Estudo de Materiais para Construção

Nessa etapa serão prospectadas e ensaiadas as amostras de solos oriundas das dez ocorrências de materiais argilosos, terrosos e pétreos, pesquisados anteriormente pelo anteprojeto da SEEBLA (1977), preferencialmente em áreas localizadas dentro da bacia de inundação. Nessas amostras está prevista a realização dos seguintes quantitativos de ensaios, conforme apresentado no **Quadro 5.2 – Ensaios em Amostras de Materiais para Construção**.

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. Recomenda-se a inclusão deste ensaio, de forma que seu impacto para a melhoria da qualidade do projeto será significativa.

**Quadro 5.2 - Ensaio em Amostras de Materiais para Construção**

<b>Ensaio em Solos</b>		
Preparação/coleta de amostras	und	50
Ensaio do Teor de Umidade	und	50
Densidade Real - Solo	und	50
Limite de Liquidez	und	50
Limite de Plasticidade	und	50
Granulometria por Peneiramento	und	50
Granulometria por Sedimentação	und	25
Ensaio de compactação Proctor Normal	und	25
Massa Especifica Relação dos Grãos	und	20
Ensaio de Expansibilidade - Solo	und	20
Índice de suporte Califórnia - CBR	und	20
Cisalhamento direto lento	und	8
Triaxial (UU) não consolidado não drenado	und	5
Triaxial (CU) consolidado - não drenado	und	5
Permeabilidade (carga variável)	und	25
Permeabilidade (carga constante)	und	25
Ensaio de Infiltração (Le Franc)	und	35
Ensaio de Perda d'água (05 estágios)	und	40
Coleta de bloco indeformado	und	5
Coleta de anéis de adensamento	und	5
Ensaio de colapsividade em anéis de adensamento	und	5
<b>Ensaio em Areia</b>		
Preparação/coleta de amostras	und	20
Granulometria por Peneiramento	und	20
Teor de Matéria Orgânica	und	10
Ocorrência de Reação de álcalis agregado RAA	und	2
<b>Ensaio em Rocha</b>		
Preparação/coleta de amostras	und	10
Ensaio de Abrasão "Los Angeles"	und	10
Exame de lâminas petrográficas e ocorrência de reação de álcalis agregado RAA	und	2

## 6 - BIBLIOGRAFIA

## 6 - BIBLIOGRAFIA

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – Elaboração do Plano diretor viabilidade econômica projeto básico de Irrigação detalhamento e acompanhamento da implantação do vale do Acaraú – Barragem do Poço Comprido – Ante Projeto - Vols. I, II, III, IV e V – Fortaleza – DNOCS – 1977

Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET), Normais Climatológicas (1961-1990). Brasília, DNMET/EMBRAPA, 1992. 84p.

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Geologia da Bacia Jaibaras, Ceará, Piauí e Maranhão. Projeto Jaibaras. Brasília, DNPM, 1979. 106p. (Série Geologia nº 14).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censos Demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

Produção Agrícola Municipal – 2015; Produção Pecuária Municipal - 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará – Escala 1:500.000. Fortaleza, CPRM, 2008.

Atlas Digital dos Recursos Hídricos – Ceará (Municípios de Coreaú, Frecheirinha, Ibiapina, Mucambo e Ubajara. Fortaleza, CPRM, 1998.

Mapa Geológico do Estado do Ceará. Fortaleza, CPRM, 2003.

Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Recife, SUDENE, 1971. (Folha 5 - Fortaleza - SO).

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Anuário Estatístico do Ceará - 2016. <http://www.ipece.ce.gov.br/>.

Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), Plano Estadual dos Recursos Hídricos, Fortaleza, SRH, 1992. 4v.

BERROCAL, J.; ASSUMPÇÃO, M.; ARTEZAMA, R.; DIAS NETO, C.M.; ORTEGA, R.; FRANÇA, H.; VELOSO, J.A.V., Sismicidade do Brasil. São Paulo, IAG-USP & CNEN, 1984. 320p.

FERREIRA, J.M. & ASSUMPÇÃO, M., Sismicidade do Nordeste do Brasil. Rev Bras. Geofis, 1: 67-88, 1983.

FERREIRA, J.M., OLIVEIRA, R.T., TAKEYA, M.K. & ASSUMPÇÃO, M., Superposition of local and regional stress in northeast Brazil: evidence from focal mechanism around the Potiguar marginal basin. Geophys. J. Int., 134: 341-355, 1998.

FETTER, A. H.; SCHMUS, W. R. Van; SANTOS, T. J. S.; HACKSPACHER, P. C.; NOGUEIRA NETO, J. A., Arquitetura Crustal do Embasamento do Estado do Ceará, Noroeste da Província Borborema: Uma Classificação Baseada em Dados Sm/Nd em Rocha Total e U/Pb em Zircões. In: XVIII Simpósio de Geologia do Nordeste. Recife, SBG-NE, Vol. 16. p. 132-132, 2000.

JARDIM DE SÁ, E.F., A Evolução Proterozóica da Província Borborema. In: Simp. Geolo. Do Nordeste. 11. Natal, 1994. Atlas... Natal, Bol. Núcleo Nordeste da SBG. 9: 297-316, 1994.

MIRANDA, J.M., LUIS, J.F., COSTA, P.T., SANTOS, F.M., Fundamentos de Geofísica (Revised). Lisboa, Universidade de Lisboa, Capítulo 2, 17-64, 2007.

SANTOS, T.J.S., FETTER, A.H, HACKSPACHER, P.C., NOGUEIRA NETO, J.A., Neoproterozoic tectonic and magmatic episodes in the NW sector of Borborema Province, NE Brazil, During Assembly of Western Gondwana. Journal of American Earth Sciences. 25: 271-284, 2008.

DNPM/ANM – Site Sigmine

Cavalcante, J.C., Vasconcelos, A.M., Medeiros, M.F., Paiva, I.P., Gomes, F.E.M., Cavalcante, S.N., Cavalcante, J.E., Melo, A.C.R., Duarte Neto, V.C. & Benevides, H.C. Mapa Geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500.000. Fortaleza, Ministério das Minas e Energia/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2003.

Fetter, A.H. U/Pb and Sm/Nd Geochronological constraints on the crustal framework and geological history of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: Implications goes the assembly of Gondwana. University of Kansas, Thesis of Doutorado, 164 pp, 1999.

Brito Neves B.B., Santos E.J., Van Schmus W. R. 2000. Tectonic history of the Borborema province. In: U.G.Cordani; E.J. Milani; A Thomaz Filho; D.A. Campos (eds.) Tectonic Evolution of the South America. 31st International Geological Congress, 2000, Rio de Janeiro, Brasil,

Almeida, F., Brito Neves, B., Fuck, R.A., 1977. Províncias Estruturais Brasileiras, atas VIII Simpósio de Geologia do Nordeste, pp. 363e391. (in portuguese).

Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. Earth Sci. Rev. 17, 1e29.

Nogueira Neto, J. A; Fetter, A. H.; Santos, T. J. S.; Van Schmus, W. R. 1997. Evolução p-t-t da faixa granulítica de granja (nw do Ceará). in: sbg, Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 6, Pirenópolis, Resumos expandidos, 97-100.

ARTHAUD, M. H.; VASCONCELOS, A. M.; NOGUEIRA NETO, J. A.; OLIVEIRA, F. V. C.; PARENTE, C. V.; MONIÉ, P.; LIÉGEOIS, J. P.; CABY, R.; FETTER, A. H. 1998. Main Structural Features of Precambrian Domains From Ceará (NE Brazil). In: DEGEO/UFOP – IBTA, International Conference on Basement Tectonics, 14<sup>th</sup>, Ouro Preto, Abstracts, 84-85.



**Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos**