



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos



Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

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

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

**Volume 1 - Relatório de  
Identificação de Obras – RIO**

**Tomo 2 – Estudos de Viabilidade Ambiental – EVA**



MAIO/2019

**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.**

**Etapa A1 – Estudo de Alternativas para a Localização da Barragem - Relatório de Identificação de Obra – RIO e Viabilidade Ambiental (EVA)  
Volume I – Relatório de Identificação de Obra – RIO e Estudos de Viabilidade Ambiental – EVA**

**Tomo 2 - Estudos de Viabilidade Ambiental – EVA**

**Maio de 2019**

## SUMÁRIO

## Sumário Geral

|  | Páginas   |
|--|-----------|
| <b>SUMÁRIO</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>APRESENTAÇÃO</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>14</b> |
| <b>2. CONCEPÇÃO DO PROJETO</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>2.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSÓRCIO RESPONSÁVEL PELO EVA</b> .....                                      | <b>17</b> |
| 2.1.1. <i>Identificação do Empreendedor</i> .....  | 17        |
| 2.1.2. <i>Identificação do Consórcio Responsável pelo EVA</i> .....  | 17        |
| 2.2. LOCALIZAÇÃO E ABRANGÊNCIA DA ÁREA DO ESTUDO .....   | 18        |
| 2.3. OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO .....   | 20        |
| 2.4. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PRECONIZADAS .....   | 20        |
| <b>3. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS</b> .....  | <b>24</b> |
| 3.1. GENERALIDADES .....   | 25        |
| 3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES BIOGEOFÍSICOS .....  | 28        |
| 3.2.1. <i>Meio Abiótico</i> .....  | 28        |
| 3.2.1.1. Aspectos Geológicos .....   | 28        |
| 3.2.1.2. Aspectos Geomorfológicos .....  | 38        |
| 3.2.1.3. Sismicidade .....   | 40        |
| 3.2.1.4. Recursos Minerais.....  | 48        |
| 3.2.1.5. Interferências com Áreas de Relevo Cárstico .....   | 57        |
| 3.2.1.6. Interferências com Patrimônio Paleontológico .....  | 58        |
| 3.2.1.7. Recursos Edáficos .....   | 58        |
| 3.2.1.8. Recursos Hídricos Superficiais.....   | 63        |
| 3.2.1.9. Recursos Hídricos Subterrâneos .....  | 71        |
| 3.2.1.10. Condições Climáticas .....   | 73        |
| 3.2.2. <i>Meio Biótico</i> .....   | 81        |
| 3.2.2.1. Tipologias Vegetais.....  | 81        |
| 3.2.2.2. Interferências com Unidades de Conservação, Áreas de Preservação Permanente e Habitat's Naturais Críticos. .... | 84        |
| 3.2.2.3. Ocorrências de Espécies da Flora e da Fauna Endêmicas ou Ameaçadas de Extinção .....                            | 85        |
| 3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES SOCIOECONÔMICOS .....  | 85        |
| 3.3.1. <i>Dinâmica Populacional</i> .....  | 85        |
| 3.3.2. <i>Qualidade de Vida da População</i> .....   | 88        |
| 3.3.2.1. Nível de Instrução.....   | 88        |
| 3.3.2.2. Distribuição da Renda.....  | 91        |



|   |            |
|---|------------|
| 3.3.2.3. Condições Médico-Sanitárias .....                            | 94         |
| 3.3.2.4. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) .....                 | 95         |
| 3.3.3. <i>Aspectos Demográficos da População Desalojada</i> .....     | 97         |
| 3.3.4. <i>Interferências com Terras Indígenas e Quilombolas</i> ..... | 97         |
| 3.3.5. <i>Infraestrutura Física e Social</i> .....                    | 98         |
| 3.3.5.1. Setor Transporte.....  | 98         |
| 3.3.5.2. Setor Educacional .....                                      | 99         |
| 3.3.5.3. Setor Saúde .....  | 102        |
| 3.3.5.4. Setor de Comunicação .....                                   | 105        |
| 3.3.5.5. Setor Elétrico.....  | 106        |
| 3.3.5.6. Saneamento Básico.....                                       | 107        |
| 3.3.6. <i>Interferências com Infraestruturas de Uso Público</i> ..... | 110        |
| 3.3.7. <i>Atividades Econômicas Paralisadas</i> .....                 | 111        |
| 3.3.8. <i>Interferências com Patrimônio Arqueológico</i> .....        | 111        |
| <b>4. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE .....</b>                       | <b>112</b> |
| <b>5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ADOTADOS.....</b>                        | <b>127</b> |
| 5.1. GENERALIDADES .....  | 128        |
| 5.2. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE BARRAMENTO .....      | 129        |
| <b>6. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS.....</b>                   | <b>133</b> |
| 6.1. MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....                 | 134        |
| 6.2. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS DE BARRAMENTOS .....        | 136        |
| 6.2.1. <i>Danos à Flora e à Fauna</i> .....                           | 136        |
| 6.2.2. <i>Contingente Populacional a ser Desalojado</i> .....         | 136        |
| 6.2.3. <i>Áreas Minerárias Requeridas junto ao DNPM</i> .....         | 137        |
| 6.2.4. <i>Interferência com Infraestruturas de Uso Público</i> .....  | 137        |
| 6.2.5. <i>Risco Sísmico / Custos de Implantação da Obra</i> .....     | 138        |
| 6.3. CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL.....          | 139        |
| <b>7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>                             | <b>141</b> |
| <b>8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>                               | <b>145</b> |
| <b>9. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA.....</b>                               | <b>151</b> |

## SUMÁRIO DE TABELAS

|  | <b>Páginas</b> |
|--|----------------|
| Tabela 2.1- Principais Características dos Boqueirões Barráveis .....  | 23             |
| Tabela 3.1- Nordeste do Ceará: Principais Sismos de Magnitude $\geq 3,0$ mb.....   | 41             |
| Tabela 3.2 - Principais Características das Áreas Requeridas para Exploração Minerária Identificadas .....                           | 51             |
| Tabela 3.3 - Extensão das Áreas das Bacias Hidráulicas das Alternativas de Eixos Barráveis Requeridas para Exploração Minerária..... | 55             |
| Tabela 3.4- Capacidade de Acumulação dos Principais Açudes da Bacia do Acaraú .....  | 65             |
| Tabela 3.5- Sistemas Adutores da Bacia do Acaraú.....  | 69             |
| Tabela 3.6- Sub-bacias do Acaraú e suas Respectivas Áreas de Drenagem .....  | 71             |
| Tabela 3.7 - Dados Pluviométricos – Série Histórica 1974/2018 Posto Santa Quitéria (Cód. 00440077).....                              | 74             |
| Tabela 3.8- Demais Parâmetros Climatológicos da Área do Projeto - Médias da Série Histórica 1961/1990 - Estação Sobral.....          | 77             |
| Tabela 3.9- Unidades de Conservação Presentes nos Territórios dos Municípios Integrantes da Bacia Hidrográfica do Acaraú.....        | 85             |
| Tabela 3.10- Evolução da População e Distribuição Geográfica – 2010 .....  | 86             |
| Tabela 3.11 - Evolução da Taxa de Crescimento da População – 2000/2010 .....   | 88             |
| Tabela 3.12 - Indicadores da Educação de Crianças e Jovens – 2000/2010 .....   | 89             |
| Tabela 3.13- Nível de Escolaridade da População Adulta – 25 anos ou mais (%) 2000/2010 .....   | 90             |
| Tabela 3.14- Rendimento Nominal Mensal Domiciliar - 2010 .....   | 91             |
| Tabela 3.15- Distribuição de Renda – 2000/2010.....  | 93             |
| Tabela 3.16- Indicadores Médico-Sanitários.....  | 94             |
| Tabela 3.17 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 2000/2010 .....   | 96             |
| Tabela 3.18 - Estabelecimentos de Ensino, Corpo Docente e Matrícula Inicial, segundo o Nível de Ensino - 2017 .....                  | 101            |
| Tabela 3.19 - Estabelecimentos, Leitos e Profissionais de Setor da Saúde - 2016.....   | 103            |
| Tabela 3.20- Casos Confirmados de Doenças de Notificação Compulsória - 2015/2016 .....   | 104            |
| Tabela 3.21- Sistema de Comunicação da Área de Influência - 2016 .....   | 105            |
| Tabela 3.22- Número de Consumidores e Consumo de Energia Elétrica por Classes de Consumo – 2015 .....                                | 106            |
| Tabela 3.23- Características dos Sistemas de Abastecimento de Água - 2015 .....  | 107            |
| Tabela 3.24 - Características dos Sistemas de Esgotamento Sanitário - 2015 .....   | 108            |
| Tabela 3.25 - Destino dos Resíduos Sólidos - 2010 .....  | 109            |

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 3.26- Estruturas de uso Público afetadas .....   | 110 |
| Tabela 5.1- Pontuação e Conceitos Aplicados para Área Desmatada .....                                     | 129 |
| Tabela 5.2- Pontuação e Conceitos Aplicados para Habitações Atingidas .....                               | 130 |
| Tabela 5.3- Pontuação e Conceitos Aplicados para Área da Bacia Requerida pelo DNPM.....                   | 130 |
| Tabela 5.4- Estruturas de Uso Público Consideradas .....  | 131 |
| Tabela 5.5- Conceitos aplicados para interferências em estruturas de uso público .....                    | 131 |
| Tabela 5.6 - Pontuação e Conceitos Aplicados para Risco Sísmico/Custo de Implantação da Obra              | 132 |
| Tabela 6.1- Matriz de Comparação das Alternativas de Barramento Estudadas .....                           | 135 |
| Tabela 6.2- Avaliação dos Danos à Flora e à Fauna .....   | 136 |
| Tabela 6.3- Avaliação do Contingente Populacional Desalojado.....   | 136 |
| Tabela 6.4 - Avaliação do Percentual de Área da Bacia Hidráulica Requerida para Atividade Minerária ..... | 137 |
| Tabela 6.5- Avaliação da Interferência com Infraestruturas de Uso Público .....                           | 138 |
| Tabela 6.6 - Avaliação dos riscos sísmicos .....  | 138 |
| Tabela 6.7 - Consolidação da Avaliação Ambiental Empreendida para as Alternativas de Barramento.....      | 140 |

## SUMÁRIO DE FIGURAS

|   | <b>Páginas</b> |
|---|----------------|
| Figura 2.1 - Mapa de Localização e Acessos do Projeto .....   | 19             |
| Figura 2.2- Localização das Alternativas de Eixos Barráveis .....   | 22             |
| Figura 3.1 - Mapa Geológico.....  | 32             |
| Figura 3.2- Eixo 1: Perfil e Planta, Cartografia Geológica e Estrutural .....   | 33             |
| Figura 3.3– A Distribuição da Foliação com Direção Preferencial NE e NW e Caimento quase Leste Oeste e B Fraturas no Eixo 1 ..... | 34             |
| Figura 3.4- Eixo 2: Perfil e Planta, Cartografia Geológica e Estrutural .....   | 35             |
| Figura 3.5- Eixo 3: Perfil e Planta, Cartografia Geológica e Estrutural .....   | 37             |
| Figura 3.6- Estereogramas Mostrando Distribuição da Foliação A e das Fraturas em B no Eixo 3 .....                                | 38             |
| Figura 3.7 - Sismicidade na Região Nordeste do Ceará.....   | 40             |
| Figura 3.8- Mapa dos Epicentros dos Sismos Ocorridos na Região de Hidrolândia .....   | 42             |
| Figura 3.9 - Domínios Tectônicos do Estado do Ceará .....   | 44             |
| Figura 3.10 - Distribuição Geográfica da Sismicidade Global, no Período 1980/99, para Sismos de Magnitude > 5 mb .....            | 47             |
| Figura 3.11 - Áreas Requeridas ao DNPM.....   | 54             |
| Figura 3.12- Mapa Pedológico .....  | 60             |
| Figura 3.13- Bacia Hidrográfica do Acaraú .....   | 64             |
| Figura 3.14- Nível de Saturação dos Reservatórios das Sub-bacias da Bacia do Acaraú .....   | 68             |
| Figura 3.15 - Mapa de Vegetação.....  | 83             |

## SUMÁRIO DE FOTOS

### Páginas

|   |     |
|---|-----|
| Foto 1 – Alternativa I - Vista do morro da ombreira esquerda. ....  | 152 |
| Foto 2 - Areal no leito do rio dos Macacos na área da bacia hidráulica do futuro reservatório. ....   | 152 |
| Foto 3 - Afloramento de rocha granítica no leito do rio dos Macacos, na área da bacia hidráulica do futuro reservatório. ....               | 152 |
| Foto 4 – Alternativa II: vista do Morro dos Macacos, onde fica a ombreira esquerda. ....  | 152 |
| Foto 5 - Vista do rio dos Macacos, próximo ao eixo da Alternativa III. ....   | 152 |
| Foto 6 – Alternativa III: Vista do morro da ombreira esquerda para a direita.....   | 152 |
| Foto 7: Casa no Sopé do Serrote do Macaco. ....   | 153 |
| Foto 8: Rede de energia elétrica bifásica, que se desenvolve paralela a estrada vicinal cruzando a bacia hidraúlica da Alternativa I. ....  | 153 |
| Foto 9 – Alternativa I: Cobertura de cascalho com espessura de até 3m, com potencial para reserva, estendendo-se do Ponto 2 ao Ponto 4..... | 153 |
| Foto 10 – Lajedos de granito e granodiorito maciço, rocha sã. ....  | 153 |
| Foto 11 – Alternativa I: blocos de basalto formando um corpo de dimensão lavrável para brita e blocos de enrocamento (Ponto 5). ....        | 153 |
| Foto 12 - Marco topográfico do anteprojeto, situa-se na ombreira direita da Alternativa I (Ponto 8). ....                                   | 153 |
| Foto 13 - Lajedos de granito-gnaisses próximos a rodovia estadual (Ponto 11, UTM – 356555/9528990). ....                                    | 154 |
| Foto 14 - Blocos de basalto (Ponto 10, (UTM-356974/9527938)). ....  | 154 |
| Foto 15 – Alternativa I: cava de teste para cubagem de reserva de solo (Ponto 14, UTM- 356310/9529042). ....                                | 154 |
| Foto 16 -, Matações de granitos, rocha sã (Ponto 20, UTM 355390/9529300). ....  | 154 |
| Foto 17 - Rocha granítica com faixas xistosas descontínuas, mais ricas em biotita (Ponto 24, UTM 355703/9529974). ....                      | 154 |
| Foto 18 - Corte de estrada em terraço fluvial, com solo arenoso de 2 a 3m (Ponto 25, UTM 354826/9530022). ....                              | 154 |

|  |     |
|--|-----|
| Foto 19 - Marco do antigo anteprojeto sob cascalhos que ocorrem em toda a encosta (Ponto 30 (UTM-354013/9529840). .....                            | 155 |
| Foto 20 - Solo argilo- arenoso com espessura de 2 a 3m, passível de ser utilizado como material de empréstimo (Ponto 35 UTM-352949/9530016). ..... | 155 |
| Foto 21 – AlterBlocos de granito, rocha aflorante com pouco solo (Ponto 5, UTM-355859/9525598). .....  | 155 |
| Foto 22 - Lajedos maciços de gnaisses graníticos (Ponto 3, UTM - 355261/ 9517852). .....   | 155 |
| Foto 23 - Rocha calcissilicática, que pode ser mais fraturada que os gnaissesgraníticos (Ponto 5). .....   | 155 |
| Foto 24 – Lajedos maciços de granito-gnaisse (Ponto 10, UTM 353769/ 9517544). .....  | 155 |
| Foto 25 - Zonas de cisalhamento local (Ponto 15, UTM 352327/9516924). .....  | 156 |
| Foto 26 – Solo vermelho com potencial para servir de material de empréstimo (Ponto 35). .....  | 156 |
| Foto 27 – Patamar de sedimento, com potencial para servir de material de empréstimo - reserva de solo (Ponto 1). .....                             | 156 |
| Foto 28 - Lajedo aflorante, com potencial para ser explorado como pedreira, localizado próximo a rodovia estadual (Ponto 5). .....                 | 156 |

## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

O Consórcio IBI/TPF, com sede à Rua Silva Jatahy, 15 – 7º andar, na cidade de Fortaleza-Ceará, contratado pela Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, através do Contrato N° 009/2019/COGERH/CE, que tem por finalidade a “ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS (EIA-RIMA), LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM POÇO COMPRIDO NO MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA, NO ESTADO DO CEARÁ”.

O objetivo principal é a criação de um reservatório no rio dos Macacos com o intuito de promover o controle dos recursos hídricos da bacia do Acaraú, atendendo as demandas de água da região, proporcionando um aproveitamento racional da água acumulada tendo como finalidades o abastecimento humano, o atendimento a pequenas irrigações do município de Santa Quitéria, a perenização de 33 km do rio dos Macacos e a implantação de pisciculturas ao longo do trecho perenizado.

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

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

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

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

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

- ✓ Volume 1 – Estudos Básicos
  - Tomo 1 – Relatório Geral
  - Tomo 2 – Cartografia – Textos
  - Tomo 2A – Cartografia – Desenhos



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

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

- ✓ Volume 1 – Relatório Final de Viabilidade

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

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

- ✓ Volume 1 – Estudo de Impacto Ambiental – EIA
  - Tomo 1 – Relatório dos Estudos Básicos
  - Tomo 2 – Relatório do Diagnóstico Ambiental
  - Tomo 3 – Relatório da identificação 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 – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

### ETAPA C1 – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

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

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

O presente documento é parte integrante da **ETAPA A1** - Estudos de Alternativas para a Localização da Barragem e Viabilidade Ambiental, se constituindo no **Tomo 2 – Estudos de Viabilidade Ambiental - EVA** do **Volume I** - Relatório de Identificação de Obras – RIO.

## 1. INTRODUÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

O Estudo de Viabilidade Ambiental – EVA ora apresentado tem como objetivo o fornecimento de subsídios que permitam aos tomadores de decisão selecionar a melhor alternativa sob o ponto de vista ambiental. A inclusão dos estudos ambientais, ainda, na fase de planejamento de um projeto hídrico assume primordial importância para sua avaliação, tendo em vista que a degradação dos fatores ambientais pode interferir na integridade física do empreendimento, podendo chegar a comprometer a sua vida útil, ou até mesmo requerer investimentos vultuosos para que ecossistemas possam ser salvos.

O desenvolvimento dos estudos teve como base o diagnóstico das áreas de influência das alternativas preconizadas para cada obra, o que permitiu a identificação dos fatores ambientais relevantes na região do empreendimento, dentre os quais foram selecionados cinco para compor a matriz de análise comparativa entre as alternativas de eixos barráveis. Procurou-se, também, verificar a ocorrência de áreas com restrição ambiental à implementação das obras hídricas propostas.

Foram selecionados como fatores relevantes na área do estudo para análise das alternativas de barramento aqueles relativos aos danos a flora e a fauna, interferências com infraestruturas de uso público, contingente populacional desalojado, submersão de áreas de mineração requeridas junto ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral e risco sísmico/custos de implantação da obra.

Os resultados da análise empreendida serão posteriormente agregados a uma matriz de comparação das alternativas, a qual além dos fatores ambientais aqui considerados englobará, também, fatores técnicos, econômicos e sociais.

## 2. CONCEPÇÃO DO PROJETO

## **2. CONCEPÇÃO DO PROJETO**

### **2.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO CONSÓRCIO RESPONSÁVEL PELO EVA**

#### **2.1.1. Identificação do Empreendedor**

O órgão empreendedor do Projeto da Barragem Poço Comprido é a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - SRH, órgão público, inscrito no CGC/MF sob o nº 11.821.253/0001-42, estabelecido a Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, S/N – Centro Administrativo Governador Virgílio Távora, Edifício SEINFRA/SRH - Bairro Cambeba, no município de Fortaleza, Estado do Ceará, com telefone para contato (85) 3101.3995 e (85) 3101.3994 e FAX (85) 3101.4049. Tem como Secretário dos Recursos Hídricos o Engº Francisco José Coelho Teixeira.

Os contatos relativos a questões pertinentes ao presente EVA junto ao órgão empreendedor deverão ser estabelecidos através da Coordenadoria de Infraestrutura de Recursos Hídricos/Célula de Controle Socioambiental/Núcleo de Controle Ambiental.

#### **2.1.2. Identificação do Consórcio Responsável pelo EVA**

O consórcio responsável pela elaboração do presente Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA é o TPF-IBI, inscrita no CNPJ sob o nº 32.760.246/0001-58, prestador de serviços na área de recursos hídricos e meio ambiente, com sede à Rua Silva Jatahy, 15 – 7º andar, na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, com telefone para contato (85) 3198.5010. Tem como responsável legal o Engº. Civil Iuri José Alves de Macedo (CREA nº 13.572/D-CE) e o Eng.º. Civil Adonai de Souza Porto (CREA nº 5297/D-CE).

O registro da empresa IBI Engenharia no Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Estado do Ceará é o CREA nº 24288/CE. A empresa TPF Engenharia Ltda é registrada no Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Estado de Pernambuco sob o CREA nº 2220488658/2019.

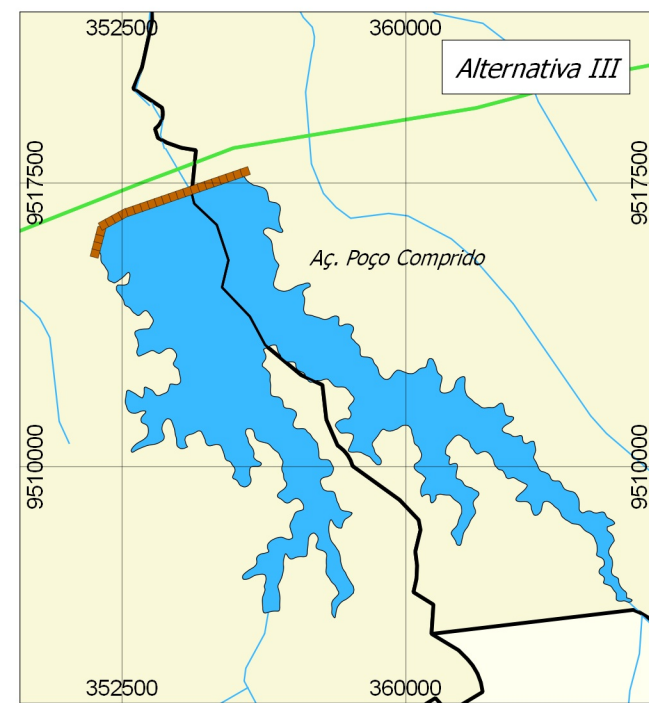
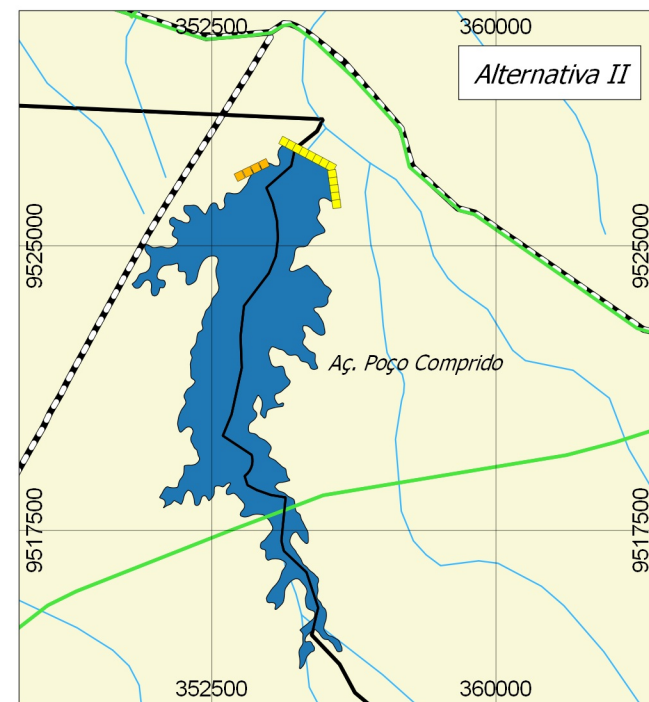
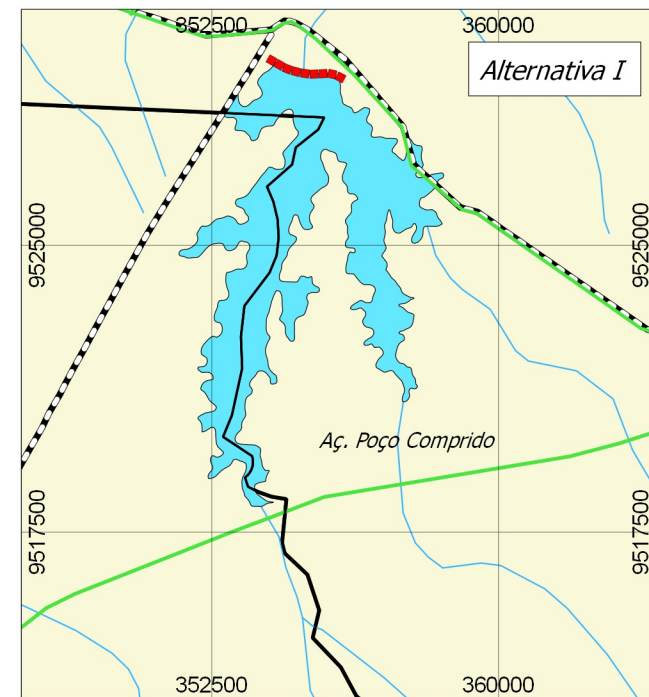
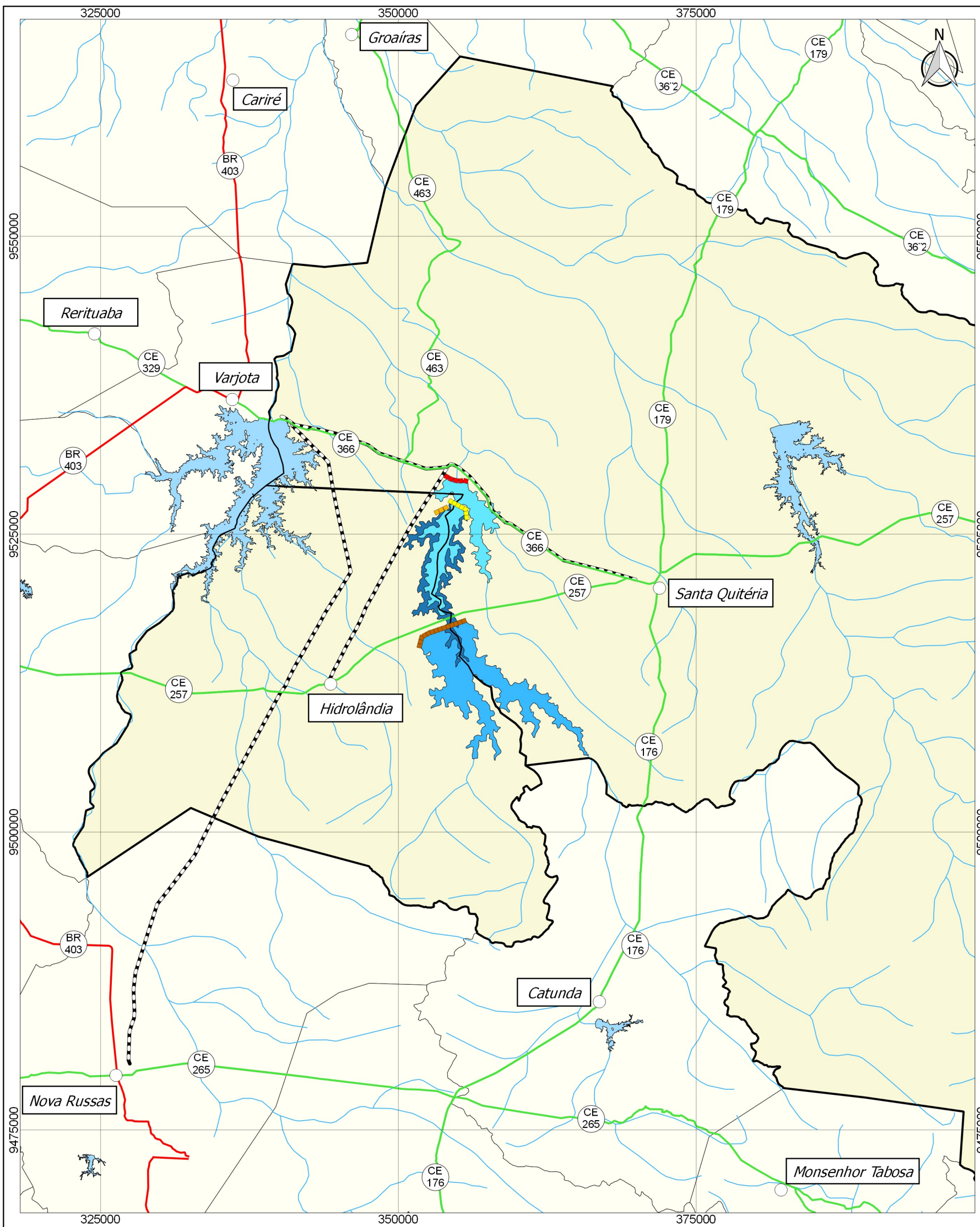
A inscrição no Cadastro Técnico Federal junto ao IBAMA da IBI Engenharia é a de nº 28.299. Já o Cadastro Técnico desta empresa junto a SEMACE encontra-se com o processo em andamento. Os cadastros técnicos federal e estadual da TPF Engenharia, por sua vez, estão ambos com o processo em andamento junto a estes órgãos.

## 2.2. LOCALIZAÇÃO E ABRANGÊNCIA DA ÁREA DO ESTUDO

A Barragem Poço Comprido será implantada no território da Região Hidrográfica do Acaraú e será formada pelo barramento do rio dos Macacos, tendo sua bacia hidráulica abrangendo terras dos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia.

Partindo de Fortaleza o acesso rodoviário à área do empreendimento é feito através da BR-020, percorrendo-se nesta cerca de 118,0 km até a interseção com a CE-257 na cidade de Canindé. A partir daí toma-se a direção da cidade de Santa Quitéria, seguindo posteriormente pela CE-366, percorrendo cerca de 17,0 km até uma estrada de terra à esquerda, logo após a ponte sobre o rio dos Macacos. Seguindo esta estrada, percorre-se cerca de 1,0 km para chegar ao local do eixo da barragem. O mapa de localização e acessos da área do empreendimento encontra-se apresentado na **Figura 2.1**.





| Legenda      |                                    |
|--------------|------------------------------------|
|              | Eixo Barrável - Alternativa I      |
|              | Dique - Alternativa II             |
|              | Eixo Barrável - Alternativa II     |
|              | Eixo Barrável - Alternativa III    |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa I   |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa II  |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa III |
| Complementos |                                    |
|              | Sede Municipal                     |
|              | Cursos d'Água                      |
|              | Rodovia Federal                    |
|              | Rodovia Estadual                   |
|              | Linha de Alta Tensão               |
|              | Açudes                             |
|              | Limite Municipal                   |
|              | Municípios do Projeto              |



Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido  
Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA

Figura 2.1 - Localização e Acessos do Projeto 19

|   |  |
|---|--|
| Sistema de Coordenadas<br>SIRGAS 2000 UTM ZONA 24S<br>Projeção: Transverso Mercator<br>Datum: Sirgas 2000 | Escala: 1:350.000<br>Data: Abril/ 2019 |
|---|--|



### **2.3. OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO**

A implantação do Projeto da Barragem Poço Comprido tem como objetivo servir para múltiplos usos, trazendo benefícios a pelo menos três diferentes setores. Primeiramente garantirá o abastecimento d'água humano da cidade de Santa Quitéria, atendendo uma população de cerca de 34.000 habitantes. Será garantido, ainda, o suprimento hídrico da população rural residente no entorno do reservatório implantado e ao longo do curso d'água perenizado, no caso o rio dos Macacos.

A segunda função do sistema hídrico é o desenvolvimento do setor primário com ênfase na região do rio dos Macacos, uma vez que será garantido o suprimento hídrico para a exploração com irrigação difusa das áreas ribeirinhas ao longo do curso d'água, atingindo cerca de 7.500 hectares ao longo do trecho perenizado.

O terceiro setor beneficiado será o de piscicultura extensiva, visto que esta atividade poderá ser implantada tanto no lago formado pelo barramento quanto ao longo do trecho perenizado do rio dos Macacos, tendo uma produção anual estimada de 775 toneladas de peixe, ampliando assim as oportunidades de ocupação, renda e oferta de alimentos na região.

Além disto, têm-se como benefícios adicionais para a região a dessedentação animal, a possibilidade de desenvolvimento de atividades de recreação e lazer, e o combate dos efeitos das enchentes na cidade de Sobral-CE.

### **2.4. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PRECONIZADAS**

Para realizar a escolha das alternativas dos eixos da barragem do Poço Comprido, a ser construída no rio dos Macacos, foram utilizadas as cartas da EMBRAPA/IBGE SRAM/CEARA- SB-24V-B e SB-14V-D. Estes mapas estão em escala de 1:250.000, com curvas de nível a cada metro, e podem ser acessados através do seguinte endereço eletrônico: [www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/ce/ce.htm](http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/ce/ce.htm).

Além disto, foram efetuadas pesquisas de campo ao longo do rio dos Macacos, com o objetivo de examinar o entorno da região onde será feito o barramento do rio. Com as visitas técnicas realizadas identificou-se o eixo que foi objeto de estudos da Empresa SEEBLA – Serviços de Engenharia Emílio Baumgart, entre os anos de 1980 e 1981, aqui

nessa proposta denominada de Eixo 01. Também foram identificados dois outros possíveis locais de barramento, que serão aqui denominados de Eixo 2 e Eixo 3.

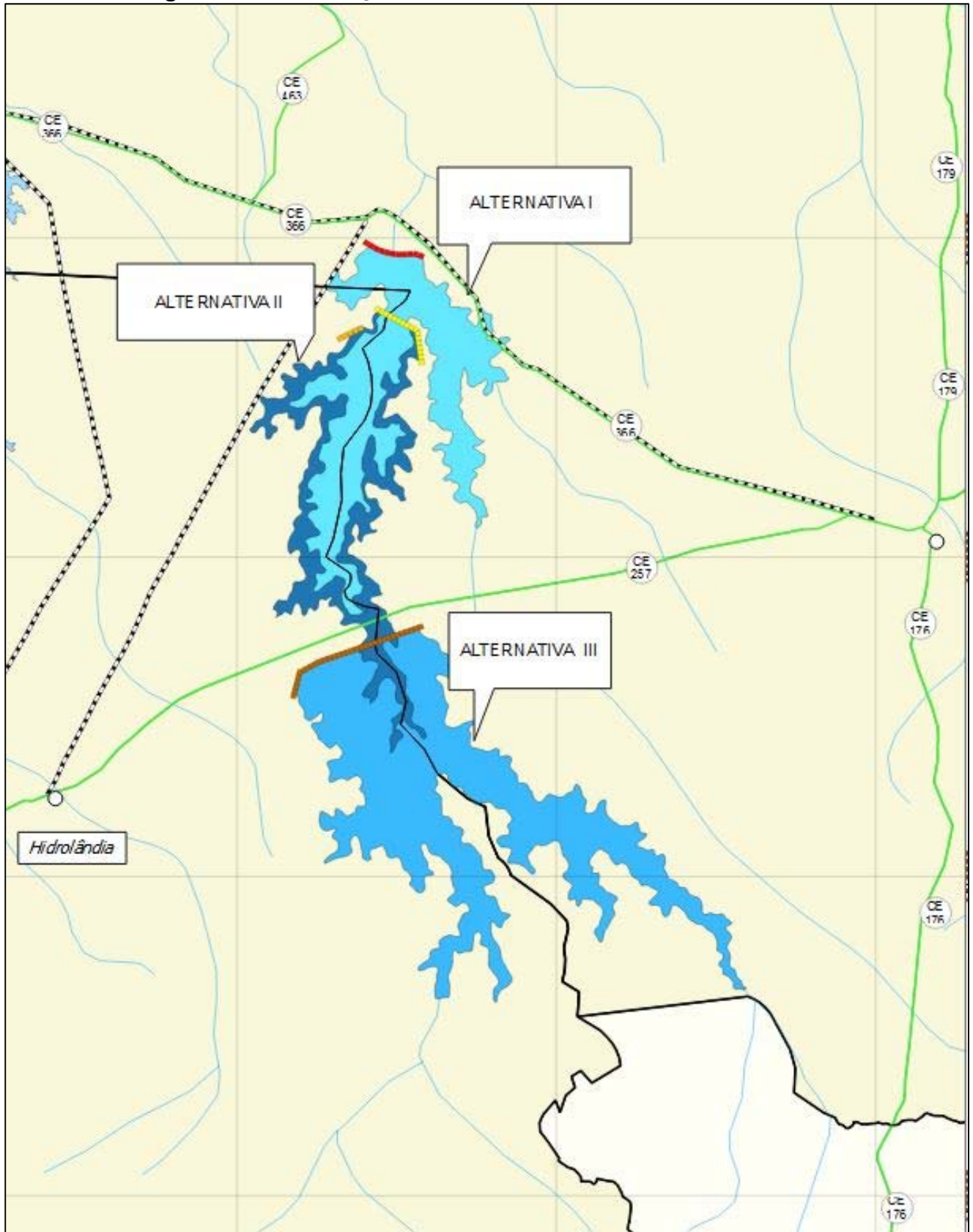
Para cada um destes eixos foram extraídas cartas da Embrapa/IBGE SRAM/CEARA- SB-24V-B e SB-14V-D, na escala de 1:250.000, sendo os eixos implantados em campo, através da topografia clássica.

Desta forma, com base na pesquisa de campo efetuada e na base cartográfica citada, foram propostas as três alternativas de eixos barráveis a seguir:

- Alternativa Eixo I – Este eixo foi escolhido pela SEEBLA – Serviços de Engenharia Emílio 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 dos 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. Possui uma bacia hidráulica com aproximadamente 25.470,564 m<sup>2</sup> e uma capacidade de acumulação de 186 hm<sup>3</sup>.
- Alternativa Eixo II – Com uma bacia hidráulica de área de 20.640,904 m<sup>2</sup> e uma capacidade de acumulação de 188 hm<sup>3</sup>, este eixo está posicionado 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.
- Alternativa Eixo III – Este eixo, está sitiada 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. Tem uma capacidade de acumulação de 239 hm<sup>3</sup> e uma bacia hidráulica de cerca de 30.141,923 m<sup>2</sup>.

A **Figura 2.2** exhibe as localizações das alternativas de barramento do rio dos Macacos em questão, e a **Tabela 2.1** apresenta as principais características das alternativas de barramentos estudadas.

Figura 2.2- Localização das Alternativas de Eixos Barráveis



**Tabela 2.1- Principais Características dos Boqueirões Barráveis**

| Características Principais                         | Boqueirões Barráveis |                    |                    |
|--|----------------------|--------------------|--------------------|
|  | Eixo I               | Eixo II            | Eixo III           |
| Coordenada UTM do Eixo (E)                         | 302.056,6041         | 302.293,9347       | 302.355,4826       |
| Coordenada UTM do Eixo (N)                         | 9.582.168,116<br>1   | 9.581.541,159<br>8 | 9.581.311,799<br>5 |
| Rio barrado  | Macacos              | Macacos            | Macacos            |
| Localidade mais próxima                            | Santa Quitéria       | Santa Quitéria     | Santa Quitéria     |
| Cota Coroamento (m)                                | 187,00               | 192,00             | 216,00             |
| Capacidade de Acumulação (hm <sup>3</sup> )        | 186,083              | 188,120            | 239,32             |
| Altura máxima aproximada (m)                       | 31,00                | 28,00              | 35,00              |
| Área da bacia hidráulica (ha)                      | 2.547,00             | 2064,00.           | 3041,00.           |
| Volume Aprox. do Maciço de Terra (m <sup>3</sup> ) | 4.66.1759,07         | 2.182.295,89       | 5.94.7476,14       |
| Extensão aprox. pelo coroamento (m)                | 3.422,00             | 2.491,00           | 3.190,00           |
| Largura média do vale inundado (m)                 | 1.200,00             | 1.200,00           | 1.900,00           |
| Casas a serem desapropriadas (unid.)               | 125                  | 59                 | 64                 |
| Área a ser desmatada (ha)                          | 2.649,37             | 2.780,46           | 4.661,08           |

### **3. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS**

### **3. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS**

#### **3.1. GENERALIDADES**

A definição das áreas de influência do empreendimento foi fundamentada nas Diretrizes Ambientais para Projeto e Construção de Barragens e Operação de Reservatórios elaboradas pelo Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Infraestrutura Hídrica, em meados de 2005, bem como na análise das intervenções que se processarão nas fases de implantação e operação do projeto e na análise das vulnerabilidades do meio ambiente da região de inserção do mesmo.

As principais intervenções que se processarão na fase de implantação do projeto são relativas às operações de desmatamentos das áreas das obras e da bacia hidráulica do reservatório, de terraplenagens e de exploração de áreas de empréstimos, além da construção de estradas de serviços e das obras de engenharia, da aquisição materiais de construção e equipamentos, do tráfego de máquinas e veículos pesados e da oferta de empregos. Haverá, também, desapropriações de terra. Na fase de operação, as principais intervenções são representadas pela captação d'água no reservatório para usos múltiplos, permitindo a utilização do solo para produção hidroagrícola; o fornecimento d'água regularizado para abastecimento humano e industrial e o desenvolvimento da pesca e da piscicultura no lago a ser formado, além da dessedentação animal.

No que se referem às vulnerabilidades ambientais ocorrentes, estas estão representadas no Meio Abiótico pela submersão de solos agricultáveis, pelos riscos de ocorrência de conflitos de uso da água e de poluição dos recursos hídricos por efluentes sanitários e aporte de agrotóxicos, entre outros.

No Meio Biótico as vulnerabilidades estão associadas principalmente à presença de vegetação de Caatinga arbórea e Caatinga arbustiva aberta, em bom estado de conservação, em alguns trechos, embora antropizadas noutros; a presença de espécies faunísticas, bem como de áreas de preservação permanente (faixas de proteção dos cursos e mananciais d'água).

No Meio Antrópico as vulnerabilidades estão vinculadas à relocação da população residente na área da bacia hidráulica do futuro reservatório, as alterações no uso e ocupação do solo na região, a paralisação de atividades produtivas tradicionais e

introdução de novas atividades econômicas (irrigação, pesca, piscicultura), as alterações no mercado de trabalho (oferta / demanda de empregos), a redução nas doenças de veiculação hídrica e da sobrecarga sobre o setor saúde decorrente do fornecimento d'água de boa qualidade, entre outros.

Ressalta-se que, o Artigo 5º, Item III da Resolução CONAMA nº 001/86, estabelece que os limites geográficos da área a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos do empreendimento proposto deverá ser, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual as obras estão localizadas. No caso específico da área do empreendimento ora em análise, o mesmo se encontra posicionado no território da Bacia do Acaraú, mais especificamente na sua região de alto curso.

Vale salientar, ainda, que as áreas de influência foram definidas para os meios físico, biótico e socioeconômico de forma isolada, tendo em vista as diferentes características e vulnerabilidades de cada meio potencialmente afetado. Com base nestas análises foi possível estabelecer as áreas de influências do projeto, a saber:

- **Área de Influência Direta**

A Área de Influência Direta do Projeto da Barragem Poço Comprido está representada pela bacia hidráulica do reservatório e por sua faixa de proteção periférica, totalmente inclusas na zona rural dos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia. Abrange, ainda, as áreas das jazidas de empréstimos a serem exploradas durante a execução das obras, além das áreas do canteiro de obras e dos bota-foras.

- **Área de Influência Indireta**

A Área de Influência Indireta do Projeto da Barragem Poço Comprido abrange as áreas que independente do recorte geográfico serão influenciadas pela operação do reservatório ou exercerão influência sobre este.

Ao nível do meio antrópico abrange a priori os territórios dos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia, onde o futuro reservatório será assente e que terão seus aspectos socioeconômicos afetados pela oferta de empregos, pela demanda por materiais construtivos, pelos riscos de acidentes com a população periférica durante a implantação das obras, bem como pelo desenvolvimento proporcionado pela operação do empreendimento (fornecimento d'água regularizado para abastecimento humano e



industrial, irrigação difusa e dessedentação animal; aumento da oferta de produtos agropecuários; oferta de empregos; aumento da tributação, etc.).

Engloba, ainda, o município de Catunda, que juntamente com Santa Quitéria e Hidrolândia, apresentam partes de seus territórios posicionados na bacia de contribuição deste reservatório, tendo as atividades antrópicas aí desenvolvidas influência sobre a qualidade da água represada.

Ao nível do meio biótico, a Área de Influência Indireta apresenta-se mais restrita, estando associada às cercanias da área do empreendimento para onde migrará a fauna expulsa da área do projeto e que também poderá ser afetada pelo desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento de curso d'água oriundos da área do empreendimento, entre outros.

Foi considerado neste caso um raio de 10,0km no entorno da área da bacia hidráulica do futuro reservatório como área de influência indireta. Tal procedimento teve como base o disposto no Artigo 2º da Resolução CONAMA nº 13/1990, que estabelecia normas referentes ao entorno das unidades de conservação visando a sua proteção. Os municípios com porções de seus territórios inseridas neste raio de 10,0km são Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda. Cabe ressaltar que o município de Catunda só encontra-se inserido neste limite quando considerada a alternativa de barramento Eixo III.

Quanto ao meio físico, para a maioria dos componentes deste meio, a Área de Influência Indireta fica restrita as áreas lindeiras ao reservatório. Todavia quando se analisa a questão associada aos recursos hídricos, a Área de Influência Indireta se amplia passando a envolver a área da bacia hidrográfica do rio Acaraú onde está posicionado o empreendimento ora em análise, e onde há riscos de ocorrência de conflitos pelo uso da água, já que a água represada será destinada para usos múltiplos requerendo o estabelecimento de um processo de gestão destes recursos hídricos.

Além disso, há riscos de poluição da água represada no futuro reservatório por atividades desenvolvidas na área da sua bacia hidrográfica contribuinte, que no caso específico da Barragem Poço Comprido abrange partes dos territórios dos municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda.

Já quando se analisa a questão com relação aos domínios geotectônicos, observa-se que a Área de Influência Indireta do meio físico se amplia, extrapolando a área da Bacia do



Acaraú, já que o Domínio Ceará Central (DCC) da Província Borborema, em cujo limite com o Domínio Médio Coreaú (DMC) encontra-se posicionada a principal zona de cisalhamento da Zona Sísmica do Acaraú – ZSA (o Lineamento Sobral – Pedro II). O referido lineamento, bem como a Falha Café – Ipueiras, que trunca a leste os plutons Meruoca e Mucambo, encontram-se posicionados no limite entre as bacias do Acaraú e Coreaú. Assim sendo, optou-se por considerar a área de influência do meio físico neste caso abrangendo toda a área da ZSA.

### **3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES BIOGEOFÍSICOS**

#### **3.2.1. Meio Abiótico**

##### **3.2.1.1. Aspectos Geológicos**

A Bacia Hidrográfica do Acaraú, onde se encontra posicionada a área de estudo, é formada por uma grande variedade de formações litológicas, que podem ser agrupadas em dois grandes domínios geológicos, sendo estes:

- Embasamento Sedimentar (rochas sedimentares) – representado pelos depósitos eólicos litorâneos (dunas, paleodunas e sedimentos de praia); sedimentos arenosiltosos do Grupo Barreiras; depósitos aluviais e fluviomarinhos; conglomerados e arenitos do Grupo Serra Grande; arenitos, grauvacas, arcóseos, ardósias, metacalcários e quartzitos conglomeráticos do Grupo Ubajara (Formações Coreaú, Frecheirinha, Caiçaras e Trapiá) e arenitos, ortoconglomerados, folhelhos e siltitos do Grupo Jaibaras (Formação Parapuí, Formação Aprazível, Formação Pacujá e Formação Massapê);
- Embasamento Cristalino – representados por rochas metamórficas e ígneas pertencentes ao Grupo Martinópole (Formações Covão e São Joaquim); Complexo Granja; Complexo Tamboril-Santa Quitéria; Complexo Ceará (Unidade Canindé e Unidade Independência); Suíte Intrusiva Umarizal e Suíte Intrusiva Meruoca, esta última representada pelos plutons Mucambo e Serra da Barriga.

O embasamento cristalino apresenta-se predominante no território desta bacia hidrográfica, ocupando cerca de 90,0% da sua área, ocorrendo principalmente nas porções central e sul. Apresenta, em geral, comportamento mais resistente, favorecendo o escoamento superficial das águas. As coberturas sedimentares, por sua vez, ocorrem

notadamente na porção norte da bacia, em toda extensão da faixa litorânea. Apresentam baixa resistência mecânica, porém quando cimentadas passam a apresentar maior coerência e resistência.

Sobressaem-se no território da Bacia do Acaraú extensas zonas de cisalhamento (ZC Sobral-Pedro II, ZC Humberto Monte, ZC Forquilha, ZC Cariré, ZC Groaíras, ZC Rio Groaíras e ZC Tauá) e falhamentos de importância regional (Falha Café-Ipueiras e Falha de Massapê). A Falha Café-Ipueiras e o Lineamento Sobral – Pedro II, se constituem nos mais importantes falhamentos da Zona Sísmica de Acaraú, estando, também, vinculados ao domínio do graben Bambuí-Jaibaras.

A área do estudo encontra-se posicionada na região de alto curso da Bacia do Acaraú, no domínio do embasamento cristalino formado principalmente por rochas ígneas e metamórficas, com destaque para as litologias pertencentes ao Complexo Tamboril-Santa Quitéria. Este complexo ocorre de forma predominante nos territórios dos municípios de Hidrolândia, Santa Quitéria e Catunda, integrantes da bacia de contribuição do futuro reservatório. Observa-se, ainda, nesta região, associados ao Complexo Tamboril-Santa Quitéria, corpos granitóides distribuídos de forma esparsa. Nas porções nordeste e leste do município de Santa Quitéria, fora da área de influência do futuro reservatório, observa-se a ocorrência de litologias pertencentes as unidades Canindé e/ou Independência do Complexo Ceará. O mapa geológico da área do estudo pode ser visualizado na **Figura 3.1**.

O Complexo Tamboril-Santa Quitéria é afetado por deformação compressiva, apresentando uma estrutura gnáissica e/ou migmática. Constitui-se num complexo granítico formado por uma associação de granitos e migmatitos, com enclaves de rochas calcissilicáticas, paragneisses e anfibolitos. Foi alojada em regime compressivo, em um provável ambiente magmático continental, há cerca de 622 Ma (idade U-Pb). Os granitóides associados a este complexo encontram-se representados na área do estudo pelos Plútons: Tamboril (t1), Boa Esperança (t3) e Serra do Pajé (t5), formados por granitos, monzogranitos e granodioritos.

O Complexo Ceará é formado por complexos de rochas metassedimentares proterozóicas. É composto, em geral, por associações de rochas do tipo QPC, típicas de ambiente plataformal de margem passiva, constituídas por metaconglomerado, quartzito,

xisto, paragnaisse aluminoso, mármore e, subordinadamente, por anfibolito e ortognaisse granítico, constituindo exceção apenas a Unidade Canindé. Apresenta metamorfismo da fácies anfibolito alto, zona da silimanita, e atingem, localmente, o estágio de fusão parcial e migmatização. São encontradas na região do estudo duas unidades deste complexo: i) Unidade Independência - formada por xistos, quartzitos e mármore e ii) Unidade Canindé - formada por paragnaisse migmatizados, quartzitos, anfibolitos e ortognaises.

Os depósitos flúvio-aluvionares são representados, essencialmente, por areias, cascalhos, siltes e argilas, compreendendo os sedimentos fluviais. Sobre os terrenos cristalinos, os cursos d'água mostram-se frequentemente controlados por fraturas e falhas, exibindo longos trechos retilinizados. Nestas áreas, os depósitos constituem faixas estreitas, mormente formadas por sedimentos de granulometria grossa, ao longo dos canais ativos, enquanto, nas planícies de inundação, apresentam uma constituição mais fina.

Geologicamente a área onde será implantada a Barragem Poço Comprido é formada por litologias pertencentes ao Complexo Tamboril-Santa Quitéria, qualquer que seja a alternativa selecionada. Apresenta-se a seguir uma descrição da geologia local nas áreas das alternativas de barramento estudadas:

- **Alternativa Eixo I**

A Alternativa Eixo I encontra-se situada próximo do cruzamento do Rio dos Macacos com a rodovia estadual CE-366. Geologicamente o eixo do barramento nesta alternativa caracteriza-se por apresentar algumas reservas de cascalho na ombreira direita (área em amarelo - Ponto 2) e solo raso pouco argiloso (área em marrom), sendo estimada uma espessura máxima para estas reservas de 5,0m. Observam-se, ainda, lajedos (Ponto 3) alternando-se com solo e cascalho, formando o substrato de todo o perfil do eixo.

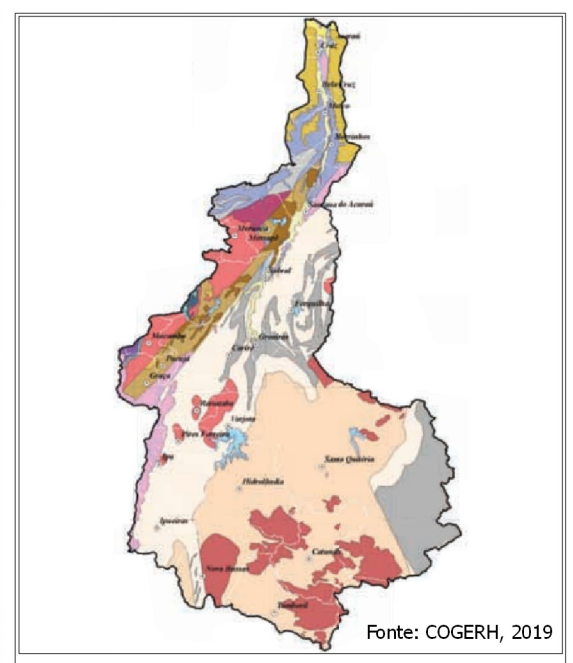
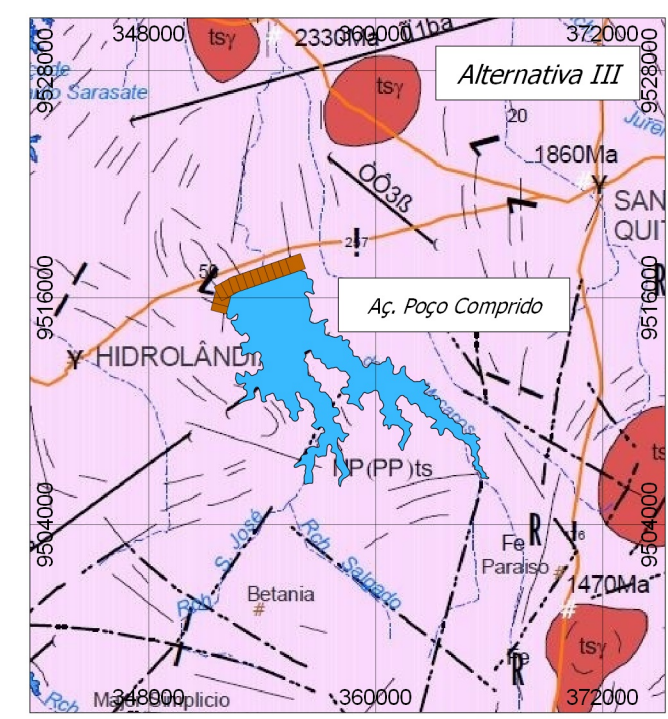
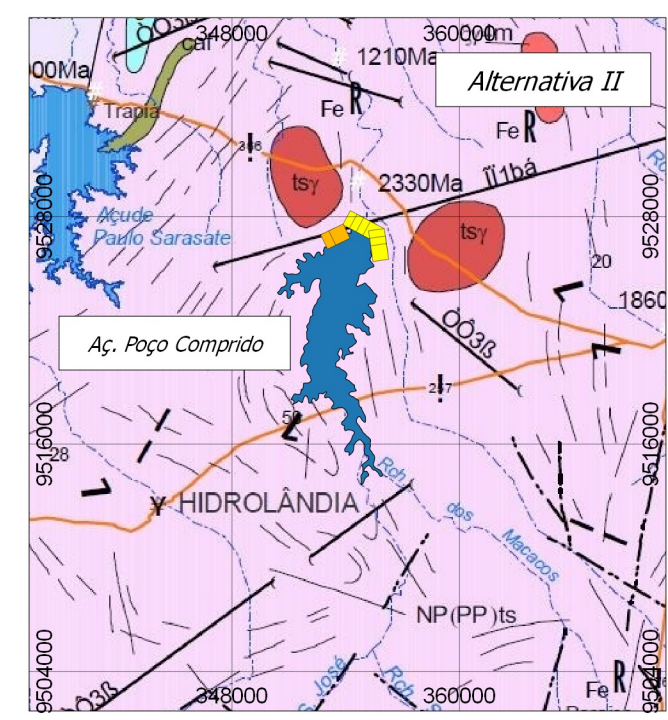
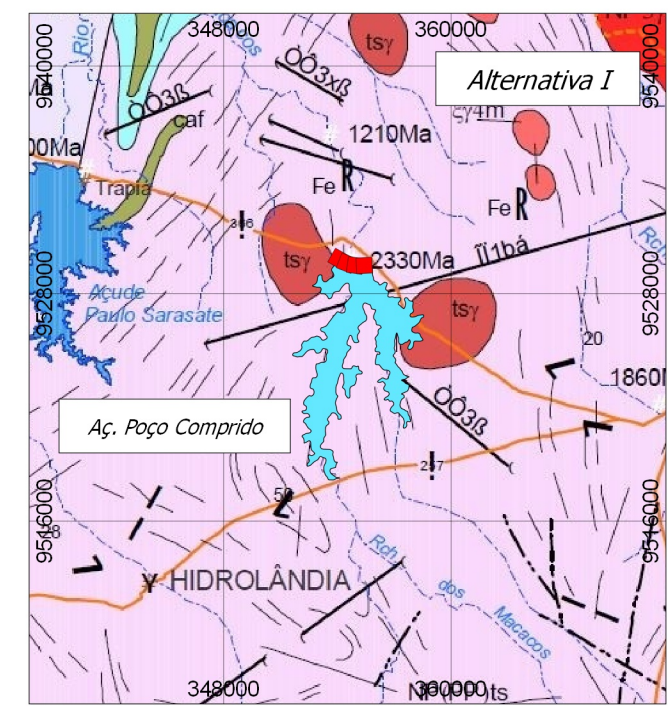
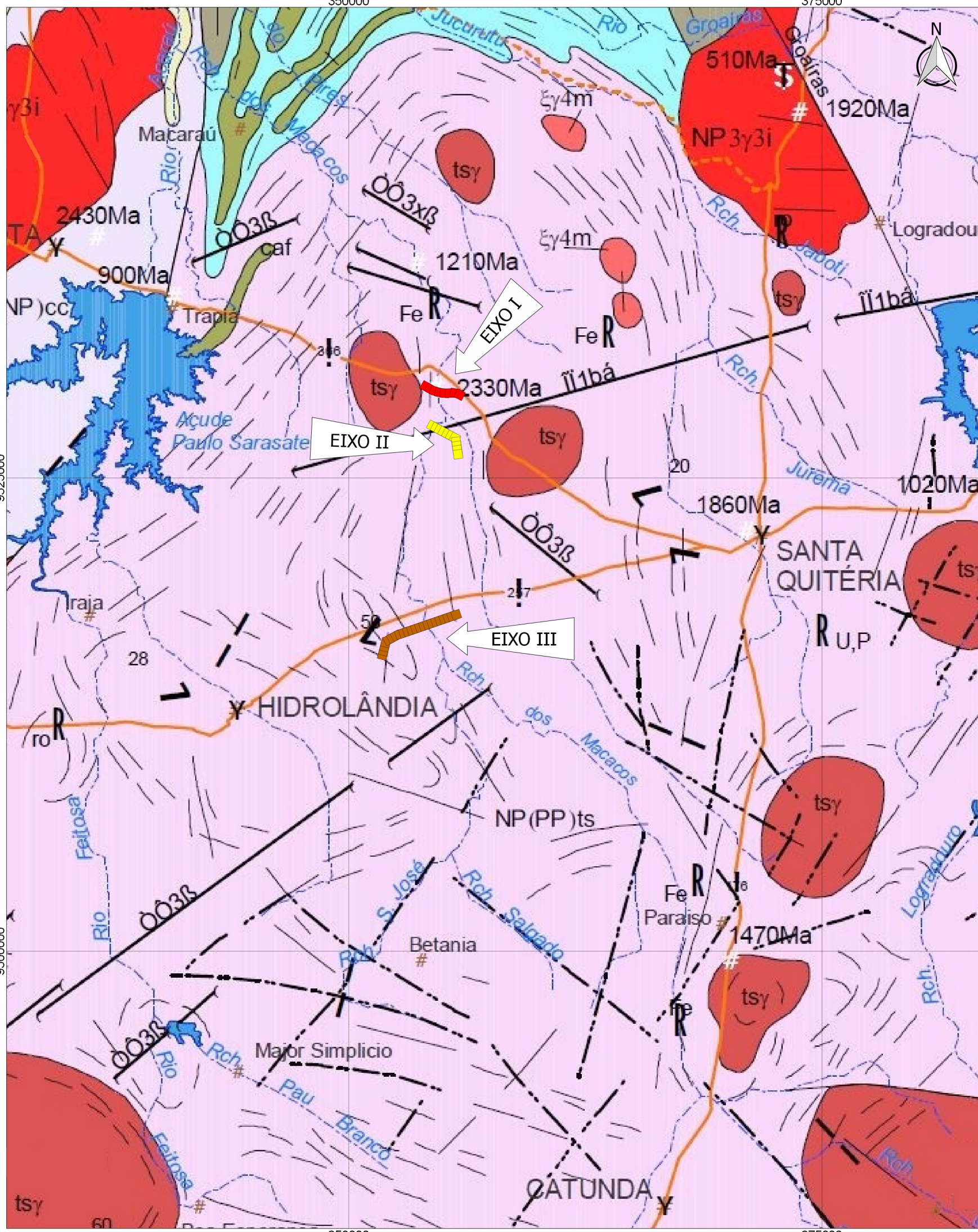
Ocorre, entre os pontos 5 e 10, um corpo minerável de basalto passível de ser utilizado como reserva de rocha e brita para o enrocamento, visto que este apresenta densidade média de 3,0, enquanto as rochas graníticas e migmatíticas que predominam na região possuem densidade de 2,7, portanto 10,0% a mais. Sotoposto às reservas de solo e cascalho ocorrem rochas graníticas e gnaisses migmatíticos (cor rosa) de forma maciça, mostrando na superfície moderado a fraco faturamento, quase sempre marcados pela quebra no relevo, mesmo de ordem métrica, sendo possível posicionar algumas fraturas

no perfil (**Figura 3.2**). No Ponto 8 foi identificado um marco antigo e próximo dos Pontos 9 e 10 um segundo marco, os quais constituem marcações do anteprojeto anteriormente elaborado.

Na parte central do eixo do barramento verifica-se a presença de duas áreas com reserva de solo areno-argiloso, tendo uma sido testada anteriormente (Ponto 14), porém não se estende continuamente até o Ponto 16. Na calha do rio tem-se uma grande reserva de areia média a grossa, sendo toda a parte basal formada por granitos/gnaisses migmatíticos, rocha são rasa (Ponto 20).

Os rios dos Macacos e Carnaúba marcam fraturas/falhas mais profundas que aquelas identificadas nas partes mais superiores. No Ponto 24 observa-se uma maior ocorrência de xistos em meio aos granitos e gnaisses, constituídos por restos de rocha xistosa derivada dos granitos, os quais podem produzir áreas com maior fraqueza, porém estes não possuem continuidade.





Fonte: COGERH, 2019

| Legenda             |  |
|---------------------|--|
|                     | Eixo Barrável - Alternativa I  |
|                     | Eixo Barrável - Alternativa II   |
|                     | Eixo Barrável - Alternativa III  |
|                     | Bacia Hidráulica - Alternativa I   |
|                     | Bacia Hidráulica - Alternativa II  |
|                     | Bacia Hidráulica - Alternativa III   |
| Unidades Geológicas |  |
|                     | Fratura  |
|                     | Zona de cisalhamento ou falha indiscriminada, tracejada onde duvidosa              |
|                     | PP (NP) cc - Jazimentos Estratóides e Diqueiformes de Granitóides Neoproterozoicos |
|                     | NP (PP) ts - Complexo Tamboril-Santa Quitéria                                      |
|                     | tsy - Granitóides Dominantes   |
|                     | NP 3y3i - Granitóides Cinzentos  |
|                     | caf - Anfibólio Gnaisses   |
|                     | PP cc - Unidade Canindé  |
|                     | Q2a - Depósitos Aluviais   |
| Complementos        |  |
|                     | Vila e/ou Povoado  |
|                     | Sede Municipal   |
|                     | Cursos d'Água  |
|                     | Rodovias   |
|                     | Açudes   |

CONSORCIO  
**Ybi**  
ENGENHARIA  
CONSULTIVA S/S

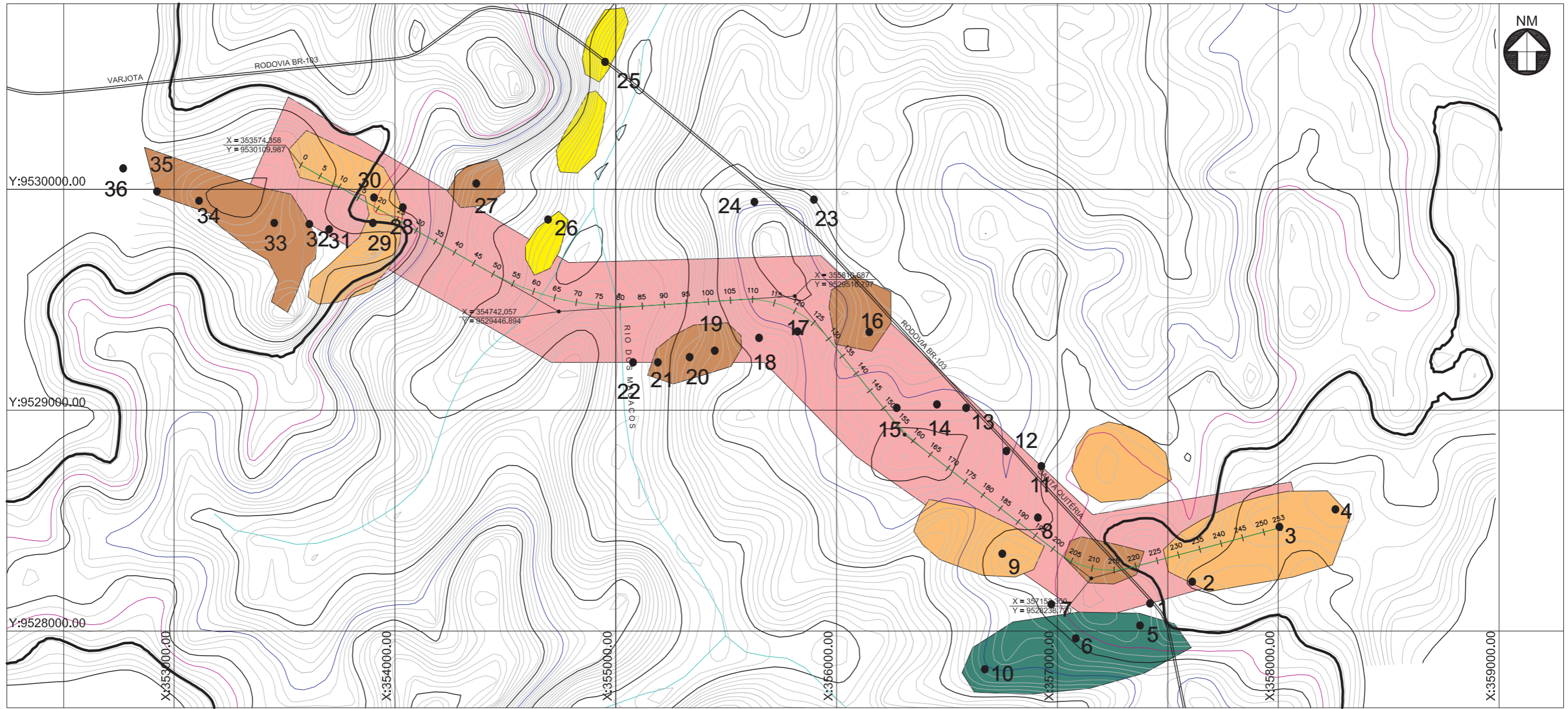
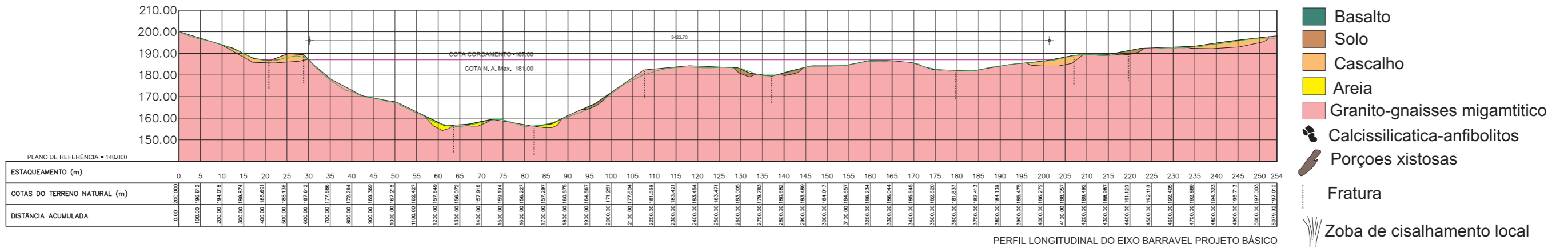
ENGENHARIA

Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido  
Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA

Figura 3.1 - Mapa Geológico 32

|   |  |
|---|--|
| Sistema de Coordenadas<br>SIRGAS 2000 UTM ZONA 24S<br>Projeção: Transverse Mercator<br>Datum: Sirgas 2000 | Escala: 1:225.000<br>Data: Abril/ 2019 |
|---|--|





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 3.2  
**EIXO 1, PERFIL E PLANTA,  
 CARTOGRAFIA GEOLÓGICA  
 LOCAL E ESTRUTURAL**

COGERH  
 Companhia de Gestão  
 dos Recursos Hídricos

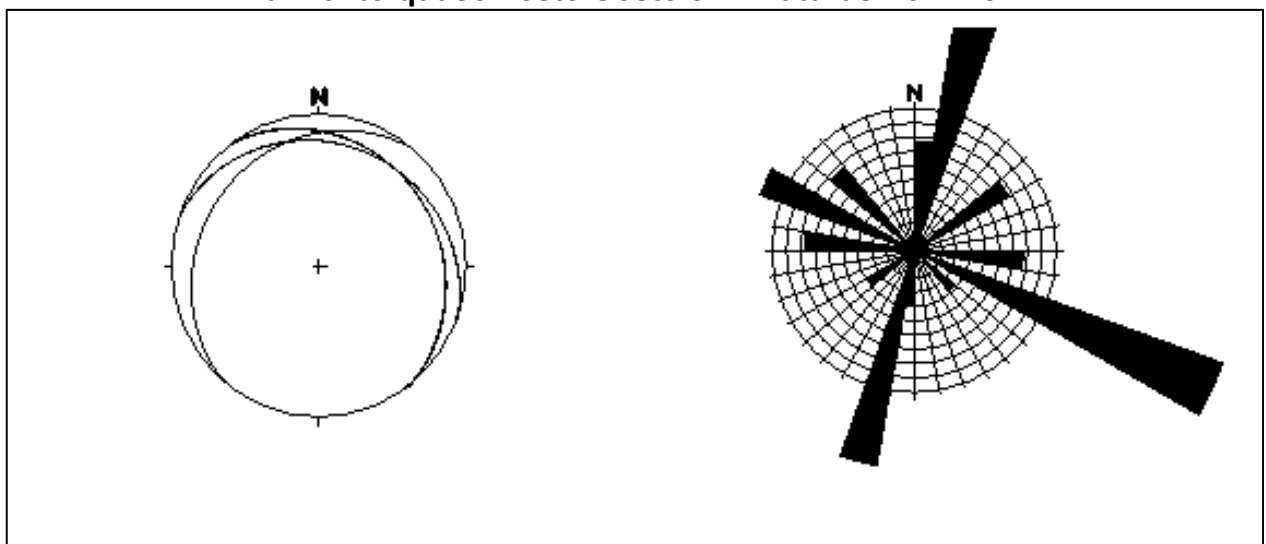
Yiti  
 ENGENHARIA  
 CONSULTORIA E S.A.

ENGENHARIA

Na ombreira esquerda tem-se duas reservas de solo, sendo uma de solo arenoso (Ponto 25) e outra de solo areno-argiloso (Ponto 35), além de uma reserva de cascalho na encosta de todo o alto topográfico, entre os Pontos 30 e 31, onde também se encontra um marco topográfico do antigo anteprojeto. Neste local encontra-se a picada feita no eixo e na sua lateral, com todas apresentando 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 secundárias (**Figura 3.3**).

**Figura 3.3– A Distribuição da Foliação com Direção Preferencial NE e NW e Caimento quase Leste Oeste e B Fraturas no Eixo 1**



- **Alternativa Eixo II**

A Alternativa Eixo II encontra-se posicionada cerca de 5,0km ao sul da Alternativa 01. Ao longo do eixo e nas suas proximidades observa-se porções não contínuas de restos de xisto que foram submetidos a fusão, além de anfibolitos (rocha básica de coloração verde). Nos altos topográficos verificou-se a presença de cascalho juntamente com a rocha aflorante - gnaisses graníticos (**Figura 3.4**).







Na parte central do eixo (calha do rio) verifica-se a presença de reservas de areia, além de rocha aflorante. A ombreira esquerda estava inacessível, não tendo sido possível efetuar a sua caracterização. Verifica-se nesta região um grande patamar de solo escuro argiloso, o que é passível de reserva, pois possui em torno de 2,0 a 3,0m. No Ponto 5, próximo a ombreira direita, blocos de granito, confirmam o substrato rochoso, enquanto que no Ponto 9 tem-se uma reserva de cascalho. Não foi possível fazer um tratamento estatístico das fraturas e foliação no Eixo 2.

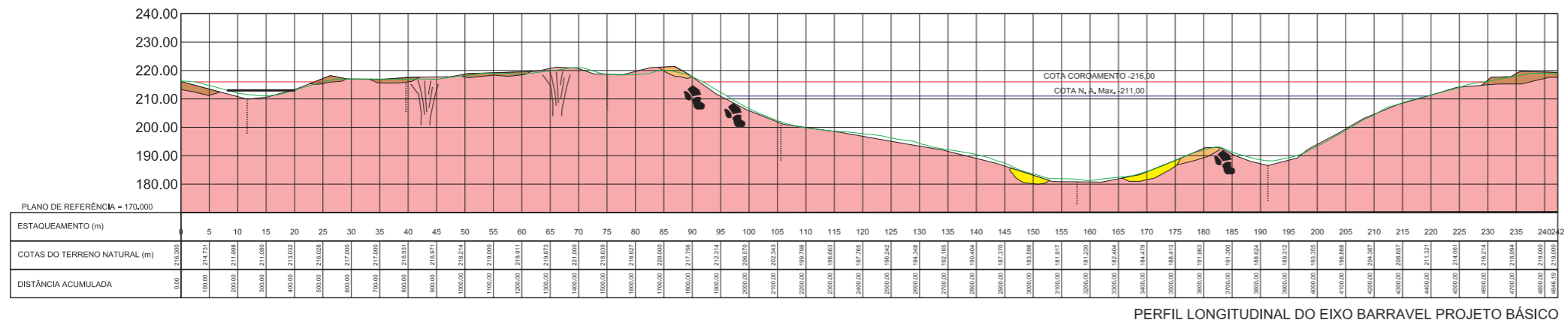
- **Alternativa Eixo III**

A Alternativa Eixo III encontra-se posicionado cerca 635,0m a montante do ponto onde o rio dos Macacos cruza a rodovia estadual CE-257. Na ombreira direita ocorrem grandes maciços de rocha aflorante composta por granitos e gnaisses migmatíticos (Ponto 3) e uma área de solo raso (**Figura 3.5**). No Ponto 5 observa-se a ocorrência de rocha pouco fraturada e por vezes ocorrendo com calcissilicáticas métricas.

Na parte central ocorrem reservas de areia associadas a calha do rio e uma pequena área de cascalho no encontro da vertente virada para oeste. Observa-se, ainda, as fraturas onde se encaixa o rio dos Macacos. Todo o substrato é composto por rocha maciça (Ponto 10).

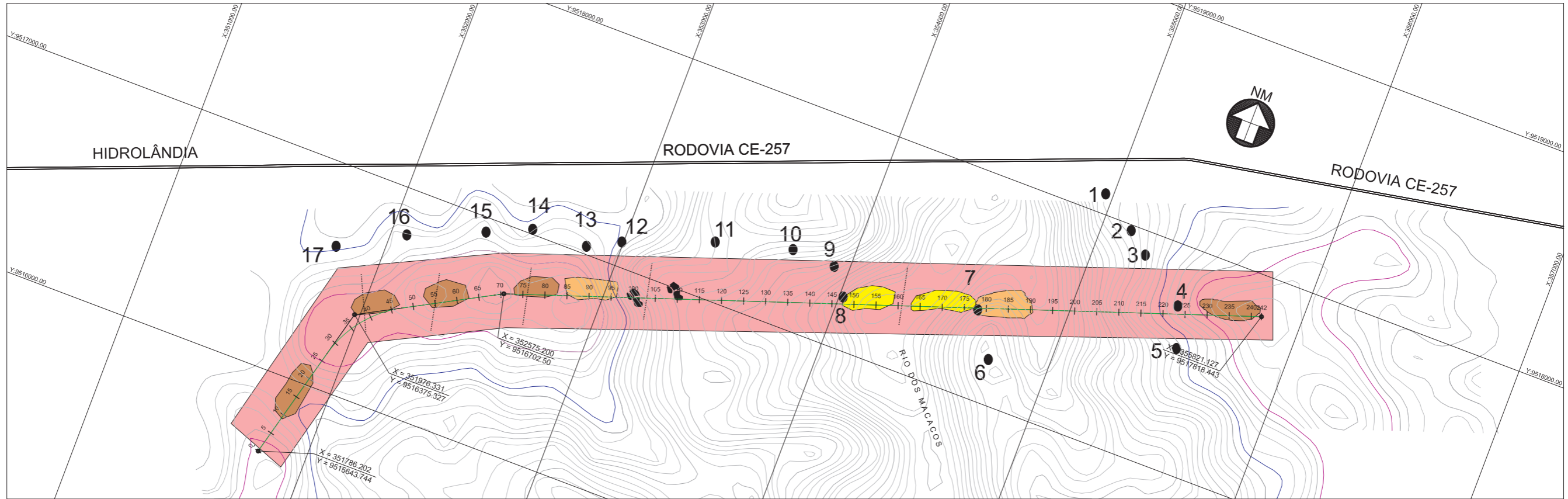
Na ombreira esquerda foi identificada uma ondulação no terreno, que reflete pequenos altos e baixos marcados pela presença de solo raso areno-argiloso com profundidade não superior a 3,0m. As ondulações no relevo possuem drenagens e marcam fraturas existentes na rocha. Também foram identificadas duas 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. Todavia, 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 apresentam compostas por quatro famílias, sendo uma predominante no sentido 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 3.6**).



PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO BARRAVEL PROJETO BÁSICO


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



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 3.5  
**EIXO 3, PERFIL E PLANTA,  
CARTOGRAFIA GEOLÓGICA  
LOCAL E ESTRUTURAL**

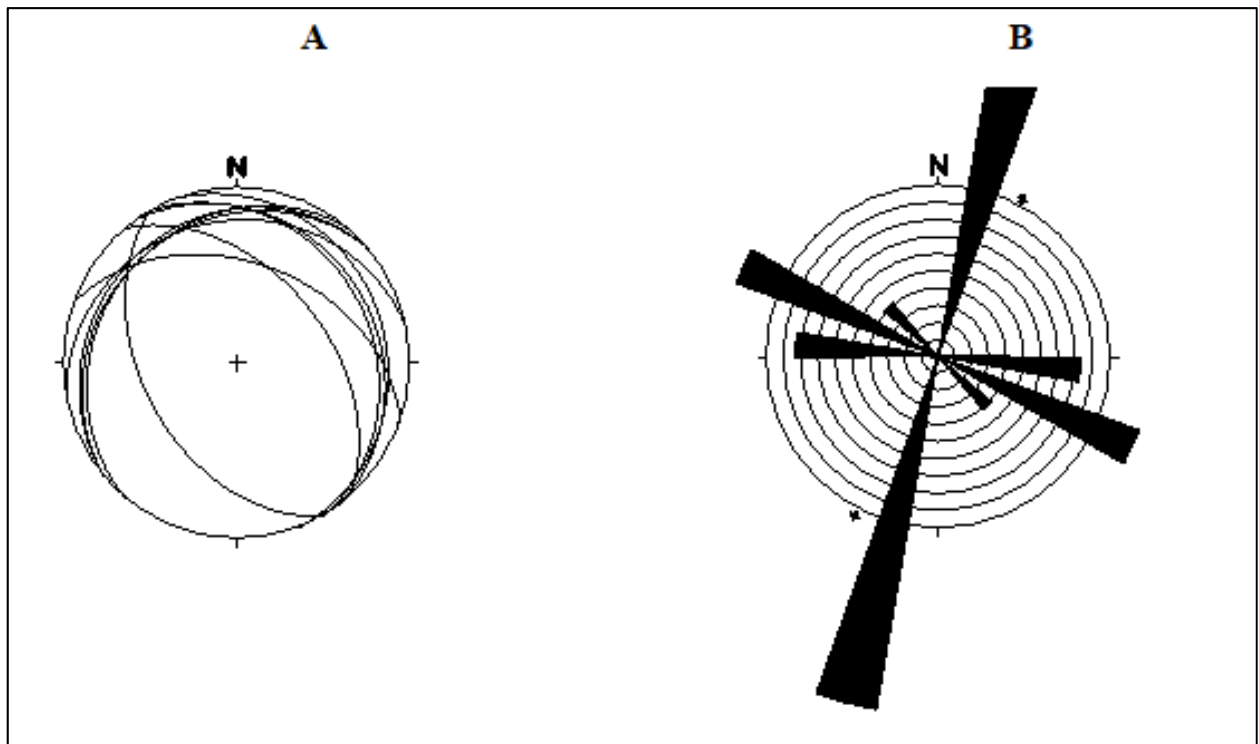


YITI  
ENGENHARIA  
CONSULTORIA E S.A.



EPF  
ENGENHARIA

**Figura 3.6- Estereogramas Mostrando Distribuição da Foliação A e das Fraturas em B no Eixo 3**



Foi identificada, também, uma maior concentração de rochas calcissilicáticas entre os Pontos 11 e 12. Estes locais podem apresentar um grau de fraturamento maior que a média devido ao contraste reológico entres as duas litologias. Todo o substrato, também, é composto por rocha granítica e gnaisses graníticos maciços e sem alteração. No Ponto 15 ocorre uma zona de cisalhamento local que pode indicar algum deslocamento vertical. Os planos da foliação são verticais.

#### 3.2.1.2. Aspectos Geomorfológicos

A compartimentação do relevo do território da Bacia Hidrográfica 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.

Na região onde será assente o empreendimento observam-se as seguintes unidades de relevo: a Depressão Sertaneja, Maciços Residuais e as Planícies Fluviais do rio dos Macacos e tributários. A Depressão Sertaneja é o domínio geomorfológico de maior

representatividade na região. Corresponde a uma superfície de aplainamento, onde o trabalho erosivo se fez sobre as rochas do Complexo Tamboril-Santa Quitéria. 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 dos vales, com cotas variando entre 110 e 180 m. Este domínio geomorfológico caracteriza-se por apresentar topografia plana ou levemente ondulada, cortada ocasionalmente, por afloramentos rochosos.

A monotonia das formas planas a suavemente onduladas da Depressão Sertaneja, vez por outra é interrompida pela forte ruptura de declive das serras e morros residuais. Esses relevos são constituídos, predominantemente por rochas graníticas ou quartzíticas e foram formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas circundantes, de constituição litológica menos resistente. Apresentam-se dissecados em feições de colinas e em forma de inselbergs. Na região da bacia de contribuição da Barragem Poço Comprido os acidentes topográficos que mais se destacam na paisagem são as serras do Ribeiro, do Salgado, das Aroeiras, das Matas, do Uruguai, do paraná, das Cobras, Canabrava, do Tope, da Belamina e do Encanto, entre outros.

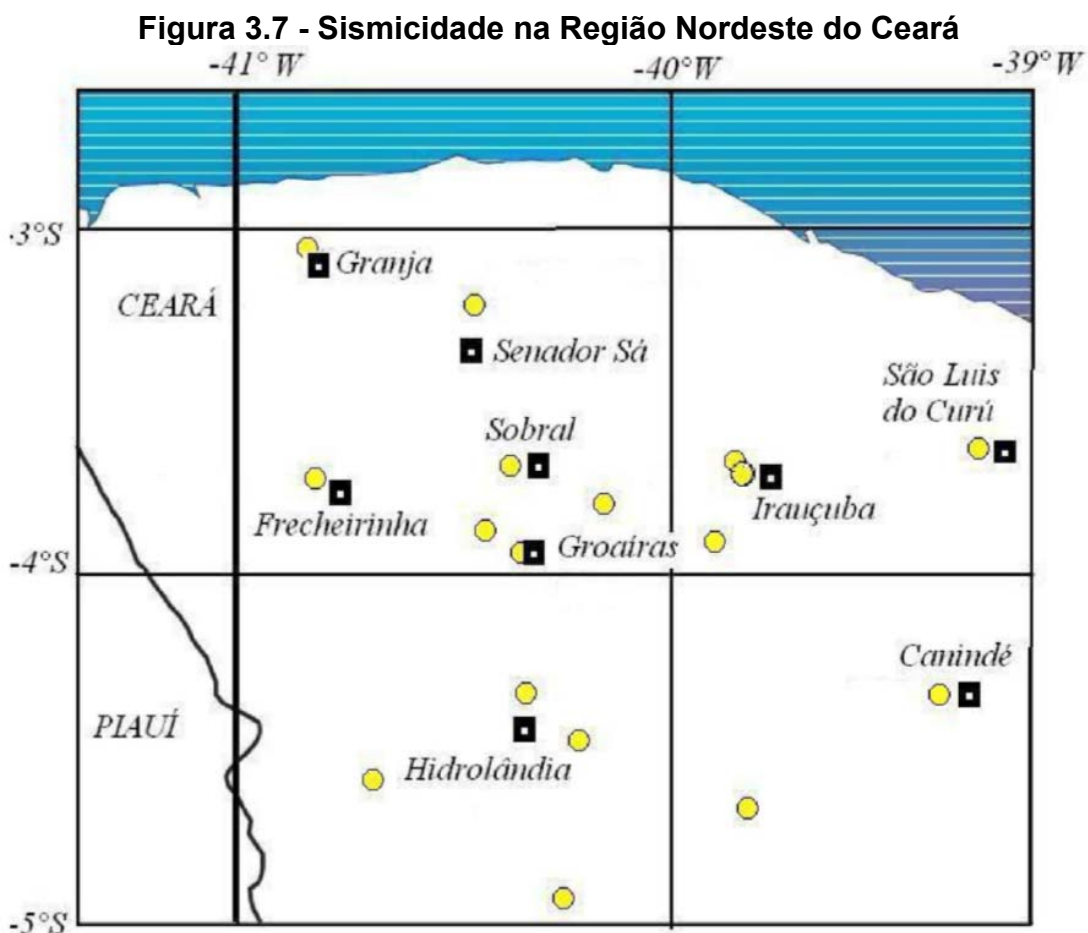
Com relação às planícies fluviais, na região do empreendimento destaca-se a planície fluvial do rio dos Macacos, como a mais significativa. São áreas sujeitas a alagamentos periódicos nas épocas de maior pluviosidade e, conseqüentemente, maiores volumes d'água nos rios. Na região, os vales são estreitos e relativamente bem entalhados.

Quanto à ocorrência de relevo cárstico, na região este tipo de relevo se encontra associado às rochas carbonáticas, no caso os calcários do Complexo Ceará (Unidade Independência), que ocorre na porção leste do município de Santa Quitéria, fora do território da bacia de contribuição da Barragem Poço Comprido.

Ressalta-se, ainda, que não foi identificada a priori a ocorrência de formações de relevo cárstico na área do empreendimento ora em análise, devendo esta questão ser averiguada com maior detalhe por ocasião da execução dos estudos topográficos e geológico/geotécnicos a serem desenvolvidos pela projetista.

### 3.2.1.3. Sismicidade

Com relação ao panorama sismotectônico, a área do estudo encontra-se posicionada na região noroeste do Ceará, considerada uma das principais áreas sísmicas do Nordeste brasileiro, contando com importantes estruturas tectônicas mapeadas (Falha Café – Ipueriras e o Lineamento Sobral – Pedro II) e com um significativo número de eventos sísmicos registrados desde o século passado, conforme pode ser visualizado na **Figura 3.7** e na **Tabela 3.1**.



Fonte: FERREIRA & ASSUMPÇÃO, 1983; BERROCAL et al, 1984.

Nota: Os retângulos escuros representam as cidades, e os círculos amarelos, os epicentros de sismos históricos e instrumentais.

Segundo FERREIRA & ASSUMPÇÃO (1983), o primeiro evento noticiado ocorreu no município de Granja, em 1810. Os eventos que alcançaram maior magnitude foram os ocorridos em Groaíras 4,1 e em Irauçuba 4,8 (respectivamente, em 1988 e 1991), com réplicas estudadas por FERREIRA et al., 1998, e atualmente, em Sobral (2008) com 4,2 de magnitude. Outros sismos podem ser destacados na região como os ocorridos nos

municípios de Frecheirinha (1989) e Senador Sá (1997), ambos com 3,2 graus de magnitude.

Antes da ocorrência destes eventos, os dados disponíveis eram quase todos de caráter histórico, com exceção de alguns eventos registrados pela estação NAT, localizada em Natal e operada pela UFRN, pelas estações da rede de Sobradinho, operada pelo IAG/USP, e da rede de Itatiaia, operada pela UnB. Todavia, estudo realizado a partir de 2008 por OLIVEIRA (2010 e 2015), com a instalação de vários aparelhos sísmicos na região contribuiu para melhor conhecimento desses eventos.

A instalação de redes sísmicas locais na região Noroeste do Ceará iniciou-se após a sequência de dois tremores de magnitudes 4,1 mb e 3,9 mb, ocorridos no município de Groaíras no dia 30 de março de 1988, na área epicentral. Após estes eventos, foram instaladas três estações analógicas portáteis na região, que operaram entre 01 e 15 de abril de 1988. A análise dos sismos registrados possibilitou um melhor conhecimento sísmico da área, mostrados em FERREIRA et al., 1998.

**Tabela 3.1- Nordeste do Ceará: Principais Sismos de Magnitude  $\geq 3,0$  mb**

| Localidade          | Ano  | Magnitude ( $m_b$ ) | Fonte       |
|---------------------|------|---------------------|-------------|
| Granja              | 1942 | 3,0                 | RBGf        |
| São Luís do Curu    | 1974 | 3,3                 | RBGf        |
| Itapajé             | 1987 | 3,0                 | RBGf        |
| Groaíras            | 1988 | 3,9 e 4,1           | RBGf        |
| Frecheirinha        | 1989 | 3,2                 | RBGf        |
| Irauçuba            | 1991 | 4,9                 | RBGf        |
| Groaíras            | 1995 | 3,4                 | RBGf        |
| Frecheirinha        | 1997 | 3,2                 | RBGf        |
| Senador Sá          | 1997 | 3,0 e 3,2           | RBGf        |
| Serra da Meruoca    | 2008 | 3,1; 3,7; 3,9 e 4,2 | RBGf        |
| Serra da Meruoca    | 2011 | 3,0                 | RGBf        |
| Serra da Meruoca    | 2015 | 3,2                 | LabSis/UFRN |
| Irauçuba            | 2015 | 3,3                 | LabSis/UFRN |
| Irauçuba            | 2015 | 3,8                 | LabSis/UFRN |
| Boa Viagem/Madalena | 2019 | 3,0                 | LabSis/UFRN |
| Boa Viagem/Madalena | 2019 | 3,3                 | LabSis/UFRN |

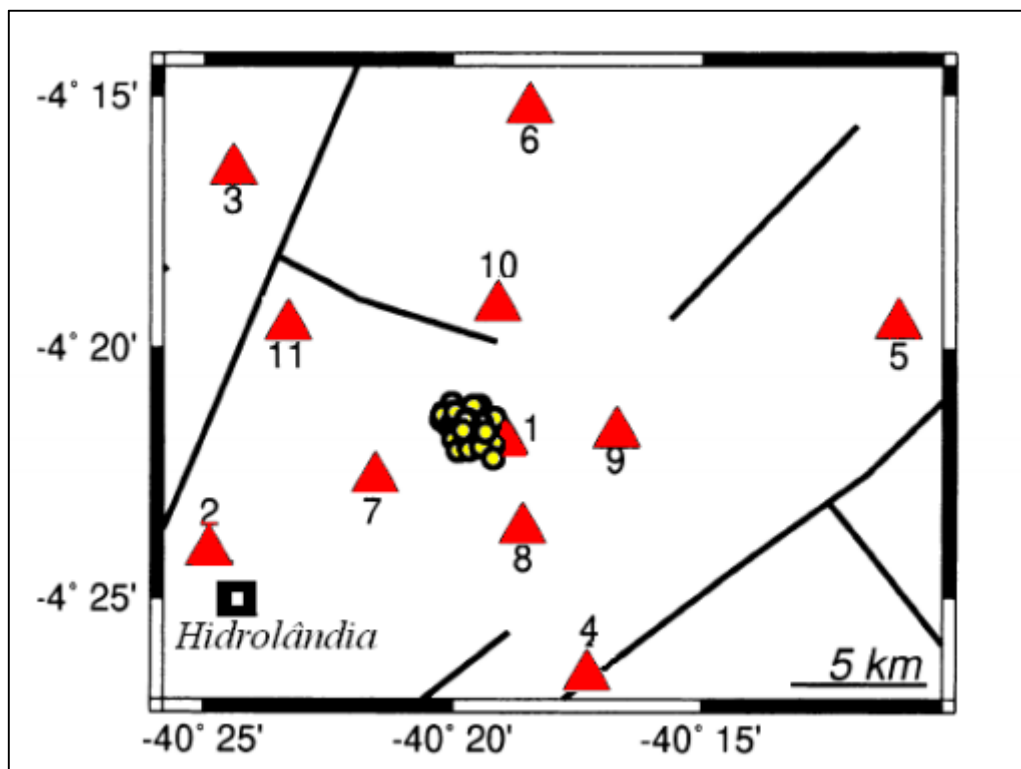


Fonte: OLIVEIRA, 2015 e o Blog Sismos do Nordeste operado pelo Laboratório Sismológico da UFRN – [www.sismosne.blogspot.com.br](http://www.sismosne.blogspot.com.br).

Novas campanhas foram realizadas nas cidades de Irauçuba e Hidrolândia, em 1991. No dia 19 de abril de 1991, um sismo de magnitude 4,8 mb ocorreu nas proximidades do município de Irauçuba, logo nos dias seguintes, uma rede constituída de seis estações sismográficas foi instalada na região, operando até o dia 31 de maio do mesmo ano, conforme FERREIRA et al., 1998.

No dia 27 de maio de 1991, a rede de estações instalada em Irauçuba registrou um sismo de magnitude 2,4 mb, com localização na cidade de Hidrolândia, possibilitando um deslocamento da rede, no dia 31 de maio para este novo local. Segundo FERREIRA et al. (1998), dois arranjos de rede foram utilizados e os epicentros encontrados estão mostrados na **Figura 3.8**.

**Figura 3.8- Mapa dos Epicentros dos Sismos Ocorridos na Região de Hidrolândia**



Fonte: OLIVEIRA, 2010.

Nota: Epicentros dos sismos representados por círculos amarelos. Dois arranjos de rede foram utilizados, sendo que os triângulos 1, 7, 8, 9, 10 e 11 representam um

dos arranjos e os triângulos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, representam o outro (Modificado de FERREIRA et al., 1998).

Em 1992, o LabSis monitorou a região Noroeste do Ceará com uma rede aberta, composta por três estações analógicas portáteis. Estas estações foram instaladas nos municípios de Coreaú, Uruoca e Granja. Este monitoramento ocorreu entre 03 de maio e 04 de junho de 1992 e, durante este período, foram registrados 78 eventos. Dentre estes, o sismo de maior magnitude (2,1 mb) ocorreu no dia 09 de maio de 1992, com epicentro no município de Senador Sá.

A última rede local instalada na região Noroeste do Ceará, antes da rede SB, teve seu início de operação no dia 11 de junho de 1997, após um tremor de magnitude 3,2 mb, ocorrido no dia 09 de junho de 1997 nas margens do Açude Tucunduba, localizado em Serrota, distrito do município Senador Sá. Esta rede era constituída de sete estações sismográficas digitais e uma analógica. Durante sua operação o maior sismo registrado atingiu uma magnitude de 3,0mb.

Em 2008, devido ao início de uma intensa atividade sísmica, uma nova rede local (SB) foi instalada para estudar esta sismicidade, a qual ocorreu nas proximidades de Sobral, na Serra da Meruoca. Os maiores sismos registrados neste ano atingiram 3,1; 3,7; 3,9 e 4,2mb. Em 2010, uma rede sismográfica local monitorou a atividade sísmica que vinha ocorrendo em Santana do Acaraú, mostrando características da atividade sísmica ocorrida nesta região, contribuindo, mais uma vez, para o esclarecimento da sismicidade atual do noroeste cearense. Nesta foram registrados abalos sísmicos com magnitude até 2,7mb.

Quanto à ocorrência de eventos sísmicos mais recentes na região noroeste do Estado do Ceará, levantamento efetuado junto ao Blog Sismos do Nordeste operado pelo Laboratório Sismológico Universidade Federal do Rio Grande do Norte (LabSis/UFRN) revela a ocorrência de mais 5 sismos com intensidade igual ou superior a 3,0mb na região da Zona Sísmica de Acaraú, a saber:

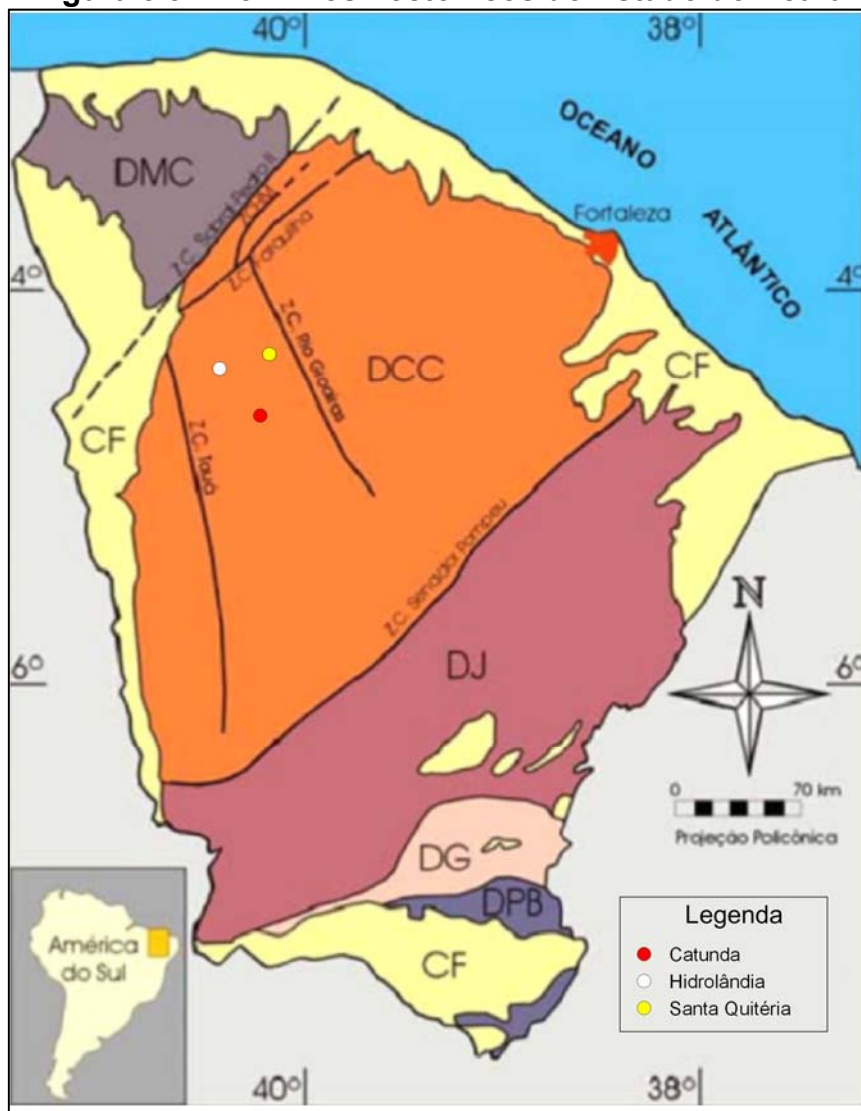
- Ocorrência de 03 (três) sismos em 2015, sendo um na região da Serra da Meruoca com intensidade de 3,2 mb e os outros dois em Irauçuba com intensidades de 3,3 mb e 3,8 mb;



- Ocorrência de 02 (dois) sismos em 2019, ambos na região de Madalena/Boa Viagem com intensidades de 3,0 m<sub>b</sub> e 3,3 m<sub>b</sub>.

Toda região envolvida por esta ação sísmica está geologicamente inserida nos domínios tectônicos do Médio Coreaú (DMC) e do Ceará Central (DCC), (**Figura 3.9**). O DMC possui embasamento Paleoproterozóico composto de gnaisses migmatíticos e granulitos de caráter juvenil, que estão encobertos por rochas do paleoproterozóico tardio e neoproterozóico, intrudidas por granitos sin a pós-tectônicos (SANTOS et al., 2008).

**Figura 3.9 - Domínios Tectônicos do Estado do Ceará**



Fonte: Modificado de CPRM, 2003.

Nota: DMC – Domínio Médio Coreaú, DCC – Domínio Ceará Central, DJ – Domínio Jaguaribe, DG – Domínio Granjeiro, DPB – Domínio Piancó – Alto Brígida, CF –

Cobertura Fanerozóica, ZC – Zina de Cisalhamento, ZCHM – Falha Humberto Monte.

Já o DCC, onde encontra-se projetada a futura Barragem Poço Comprido, é o bloco tectônico mais expressivo em área da porção norte da Província Borborema e sua configuração geológica responde ao contexto de evolução geodinâmica da província. A Província Borborema (PB) constitui-se de terrenos pré-cambrianos compostos de núcleos arqueanos e blocos paleoproterozóicos, faixas de dobramentos neoproterozóicos, granitóides brasileiros e extensas zonas de cisalhamento transcorrentes que separam os diferentes blocos (ARTHAUD, 2007). A estruturação do terreno está relacionada à orogênese do Ciclo Brasileiro/Pan-Africano, há cerca de 600 Ma, durante a convergência dos crátons São Luís/Oeste Africano e São Francisco/Congo que decorreu no amálgama final do continente Gondwana Ocidental (ARTHAUD, 2007)

O DCC é caracterizado como um embasamento gnáissico policíclico com cobertura alóctone, representado por uma sequência metassedimentar do tipo plataformar, composta de quartzitos, mármore e metapelitos, intercalados por rochas metavulcânicas máficas e ácidas, fortemente afetada por uma tectônica de *nappes* e por volumosos corpos graníticos pré, sin, tardi e pós-Brasileiros (CABY & ARTHAUD, 1986; NOGUEIRA NETO, 2000 e ARTHAUD, 2007). Limita-se a norte pela Zona de Cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasileiro) e pela Província Costeira, a oeste pela Bacia Sedimentar do Parnaíba, e a leste e sul pela Zona de Cisalhamento de Senador Pompeu. Esse domínio pode ser compartimentado em quatro unidades litoestruturais principais, de acordo com FETTER et al. (2000): i) Núcleo arqueano; ii) Embasamento gnáissico juvenil paleoproterozóico; iii) Sequência supracrustal vulcanossedimentar e iv) O arco magmático de Santa Quitéria, dos quais apenas o último está vinculado a área do presente estudo, onde encontra-se representado pelas litologias pertencentes Complexo Tamboril-Santa Quitéria.

O arco magmático de Santa Quitéria é predominantemente constituído por rochas plutônicas com assinatura isotópica de arco magmático, sendo representado por um batólito formado pela associação de granitóides e migmatitos, com aproximadamente 220km de comprimento e cerca de 40.000km<sup>2</sup> de extensão, denominado de Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria (FETTER et al., 2003).

Todas as unidades litoestruturais do DCC foram afetadas por tectonismo tangencial de baixo ângulo, configurando a ocorrência de *nappes* e extensas Zonas de Cisalhamento (ZC) transcorrente dúctil (ARTHAUD, 2004 e ARTHAUD et al., 2008). Entre as diversas estruturas de cisalhamento do DCC, o Lineamento Transbrasiliano, localmente denominado de ZC Sobral-Pedro II, e a ZC Senador Pompeu se apresentam como as mais relevantes. A primeira corta toda a porção oeste do Estado do Ceará até o limite sudoeste do Mato Grosso do Sul e representa uma das principais suturas da aglutinação do continente Gondwana (ARTHAUD et al., 2008). A ZC Senador Pompeu se destaca pelas diversas faixas milonitizadas, que se estendem por cerca de 350km de comprimento e 15km de largura (DELGADO et al., 2003). Merecem, ainda, destaque as Zonas de Cisalhamento Humberto Monte, Forquilha, Quixeramobim, Sabonete-Inharé, Umirim, Tauá e Rio Groaíras, estas duas últimas localizadas próximas da área do presente estudo.

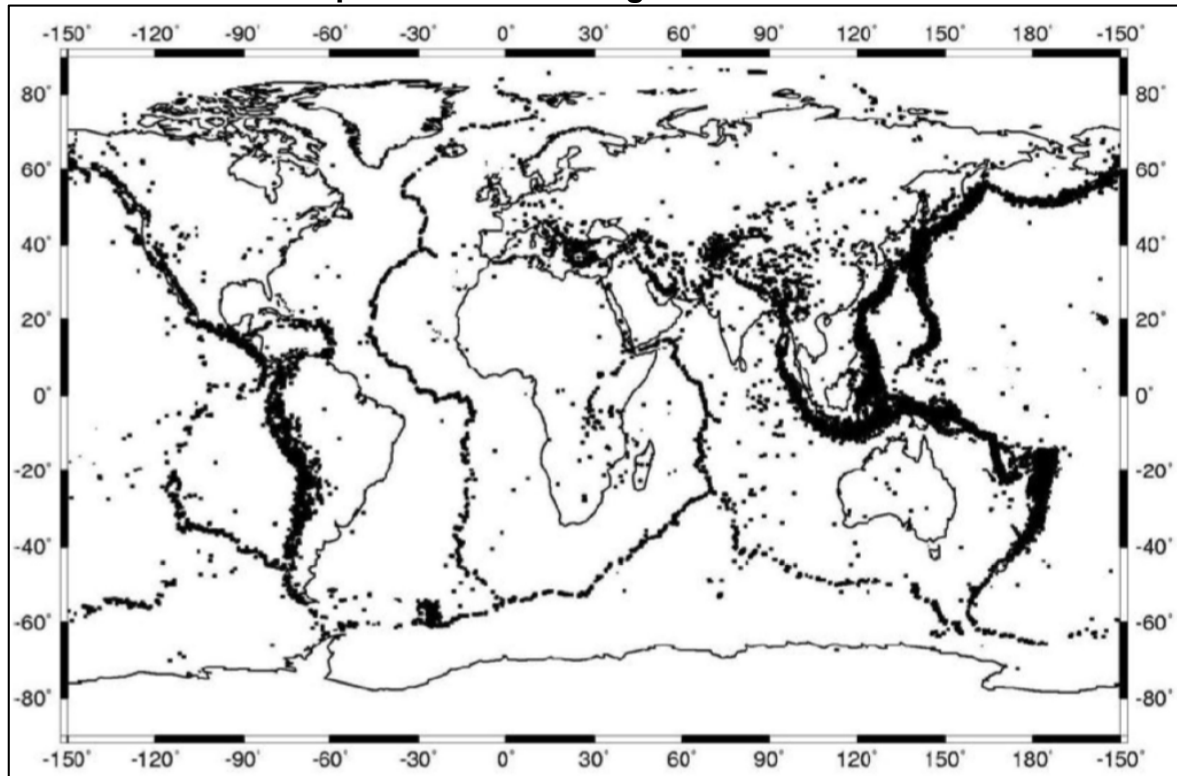
Ressalta-se que, apenas cerca de 1,0% da atividade sísmica global, de origem tectônica, ocorre em regiões intraplaca: interior de uma placa tectônica (MIRANDA et al., 2007). Apesar de menos recorrente, em relação às atividades sísmicas ocorridas em bordas de placas tectônicas, este tipo de sismicidade não é insignificante e merece atenção especial, principalmente, quando o objetivo é conhecer o potencial sismogênico de alguma região dentro de uma placa tectônica. A quantidade de sismos, suas magnitudes e dissipações de energia liberadas serviram, ao longo do tempo, como orientação na delimitação das placas tectônicas, atualmente, bem conhecidas (**Figura 3.10**).

SYKES, 1978, sugere que, nos continentes, os sismos do tipo intraplaca possuem uma tendência a se concentrar ao longo de zonas de fraquezas pré-existentes, incluindo zonas de cisalhamento, de sutura, *riftes* abortados e outros limites tectônicos e que, durante os primeiros estágios da separação dos continentes, estas zonas de fraqueza, principalmente aquelas localizadas próximas das margens continentais, foram reativadas. A reativação de zonas de fraqueza, assim como a concentração de esforços (stress), ou ambos, explica, em alguns casos, a ocorrência de sismos do tipo intraplaca em áreas de crosta continental.

O Nordeste do Brasil representa a área com uma das maiores concentrações de sismos do tipo intraplaca deste país e sua atividade sísmica, nos últimos quarenta anos, tem se

manifestado em forma de enxame de sismos, com profundidade raramente excedendo 10 km, com duração de até uma década (FERREIRA et al., 1998).

**Figura 3.10 - Distribuição Geográfica da Sismicidade Global, no Período 1980/99, para Sismos de Magnitude > 5 mb**



Fonte: MIRANDA et al., 2007.

Nota: A figura ilustra a ocorrência de alta atividade sísmica em regiões de borda de placa e a baixa atividade sísmica ocorrente em regiões intraplaca.

Os sismos do tipo intraplaca ocorridos no Nordeste do Brasil, que atingiram maior magnitude, ocorreram em Cascavel – CE (5,2 mb, 1980), João Câmara – RN (5,1 mb, 1986; 5,0 mb, 1989) e Irauçuba – CE (4,9 mb, 1991). FERREIRA et al., 1998 realizaram extensas análises de dados provenientes de várias redes sismográficas locais e atividades sísmicas ocorridas em diferentes lugares do Nordeste do Brasil e comprovaram que, na grande maioria dos casos, a correlação entre as sismicidades encontradas e falhas mapeadas nas regiões estudadas é inexistente.

Recentemente trabalhos desenvolvidos por FERREIRA et al., 2008; LIMA NETO et al., 2009 e VASCONCELOS et al., 2010 demonstraram a ocorrência de uma clara correlação entre a sismicidade ocorrida em Caruaru, São Caetano e Belo Jardim com o Lineamento Pernambuco, zona de cisalhamento dúctil com, aproximadamente, 700,0 km de extensão,

que deforma a Província Borborema. Todavia, em geral, no Nordeste do Brasil a correlação da sismicidade com grandes estruturas geológicas é bastante rara.

A região Noroeste do Ceará, onde encontra-se posicionada a área do estudo, possui importantes estruturas tectônicas mapeadas, destacando-se o Lineamento Transbrasiliano (cuja secção na área de estudo é conhecida como Lineamento Sobral-Pedro II), uma gigantesca faixa milonítica que se estende para Nordeste, na África Ocidental (falha de Kandi), e para Sudoeste, até a região central do Brasil (CABY, 1989; CABY et al., 1995). A extensão deste lineamento implica em um rejeito substancial (transcorrente dextral), dificultando a correlação entre as unidades lito-tectônicas de cada lado desta zona milonítica (JARDIM DE SÁ, 1994).

Nos dados obtidos pela rede sismográfica instalada em Sobral, foi possível obter uma estimativa da zona sísmica ativa, com profundidade variando entre 1 e 8 km e com aproximadamente 6 km de extensão, no plano horizontal, orientada na direção aproximada E-W. As estações SBBO e SBSL estão localizadas praticamente sobre os epicentros, o que possibilitou encontrar erros mínimos verticais e horizontais nas localizações dos sismos. Os resultados obtidos pelos estudos realizados até o momento indicam que nem sempre é possível obter correlação entre sismicidade e falhas mapeadas.

Em suma, apesar da proximidade da área do estudo com as megaestruturas tectônicas, anteriormente referidas, nos estudos desenvolvidos até o presente momento, a sismicidade no Noroeste do Ceará não foi correlacionada diretamente ao Lineamento Sobral-Pedro II. Para se estabelecer uma correlação confiável entre atividade sísmica e as estruturas geológicas, seria necessário dispor de um conjunto mais abrangente de dados sismológicos, geológicos e geofísicos. Mesmo assim, a sismicidade regional está longe de poder ser tida como desprezível, devendo ser levada em consideração, em função de sua magnitude histórica, no estudo e dimensionamento da Barragem Poço Comprido.

#### 3.2.1.4. Recursos Minerais

Quanto à interferência do futuro reservatório com áreas com potencial mineral, segundo o Atlas Geológico e da Mineração do Ceará publicado pela ADECE em 2017, o vale do rio dos Macacos conta com ocorrências de minério de ferro, na região dos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia, algumas destas posicionadas na bacia hidráulica da



Barragem de Poço Comprido. Apresenta, também, áreas em processo de licenciamento para exploração de ouro, estando estas posicionadas próximo a confluência deste curso d'água com o rio Acaraú, a jusante do eixo barrável da Alternativa 01 da Barragem Poço Comprido.

Constata-se, ainda, no território do município de Santa Quitéria ocorrências de manganês e a exploração de rochas ornamentais, amestista e calcário, este último vinculado ao domínio das rochas do Complexo Ceará (Unidade Independência), que ocorrem no extremo leste do território deste município.

Destaca-se, também, no cenário minerário do município de Santa Quitéria a ocorrência de urânio associado a fosfato, cuja exploração foi proposta pelo Consórcio formado pela INB - Indústrias Nucleares do Brasil e Galvani Indústria, Comércio e Serviços S.A., no Projeto Santa Quitéria, que teve seu processo de licenciamento junto ao IBAMA iniciado em meados de 2014. O referido projeto prevê a implantação de um Complexo Minerário Industrial, ou seja, um projeto que faz tanto a exploração quanto o beneficiamento do minério, que nesse caso é o fosfato associado ao urânio (mineral radioativo), chamado colofanito. Este minério é encontrado na Mina de Itataia e o empreendimento proposto prevê a sua exploração por cerca de 20 anos.

O referido empreendimento seria constituído por uma mina, duas unidades industriais (Unidade de Fosfato e Unidade de Urânio), uma pilha de estéril e outra de fosfogesso (um subproduto da indústria do fertilizante), uma barragem de rejeitos, além de estruturas de apoio. Ressalta-se, todavia, que em fevereiro do corrente ano, o IBAMA, órgão responsável pelo licenciamento deste empreendimento, emitiu um parecer técnico vetando a sua implantação e ordenando o seu arquivamento. Este empreendimento seria implantado na sub-bacia do rio Groaíras, afluente de primeira ordem do rio Acaraú, portanto, fora da bacia de contribuição da futura Barragem Poço Comprido.

Consulta efetuada junto ao Sistema de Informações Geográficas da Mineração - SIGMINE e ao Cadastro Mineiro, visando a identificação de áreas com potencial mineral requeridas junto ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, revela a presença de 20 (vinte) destas áreas ocupando as áreas das bacias hidráulicas das alternativas da Barragem Poço Comprido. Deste total, 11 (onze) áreas são compostas por requerimentos de pesquisa para minério de zinco, 3 (três) requerimentos de pesquisa para minério de cobre, outros 3 (três) para minério de chumbo e 1 (um) para minério de ferro, todos para

fins industriais. Aparecem, ainda, uma autorização de pesquisa para granito e um requerimento de lavra para quartzito, ambos voltados para o uso em revestimentos. As extensões das áreas requeridas são bastante expressivas oscilando entre 400,0 e 1.999,33ha, com estas ocupando quase que integralmente as áreas das bacias hidráulicas das três alternativas de barramento estudadas.

Ressalta-se, todavia, que das 22 (vinte e duas) áreas requeridas junto ao DNPM para mineração na área de influência direta da Barragem Poço Comprido, 77,27% estão com desistência homologada junto a este órgão ou apresentaram resultado negativo na pesquisa efetuada. Assim sendo, apenas 5 (cinco) áreas, ainda, estão com processo ativo, sendo duas de areia para uso na construção civil, que estão em fase de licenciamento; uma de quartzito para uso em revestimento com requerimento de lavra; uma de minério de ferro e outra de minério de chumbo, estas duas últimas voltadas para o uso industrial e que estão em fase de requerimento de pesquisa.

A **Tabela 3.2** apresenta as principais características das áreas requeridas para mineração, sendo especificado neste as seguintes informações: número dos processos, fase em que estes se encontram, último evento, extensões das áreas requeridas, nomes do requerentes e substâncias minerais a serem exploradas.



**Tabela 3.2 - Principais Características das Áreas Requeridas para Exploração Minerária Identificadas**

| Áreas Requeridas ao DNPM | Número do Processo | Área (ha) | Fase do Processo         | Último Evento  | Nome do Requerente                   | Substância Requerida |
|--------------------------|--------------------|-----------|--------------------------|--|--------------------------------------|----------------------|
| A                        | 800241/2007        | 400,0     | Requerimento de Lavra    | 694 – Pagamento vistoria fiscalização efetuado em 13/12/2013               | MPP Indústria e Mineração Ltda       | Quartzito            |
| B1                       | 800532/2011        | 24,62     | Licenciamento            | 742 – Prorrogação Registro / Licença autorizada em 25/04/2014              | Kelly Vinicius Oliveira Magalhães ME | Areia                |
| B2                       | 800658/2011        | 20,62     | Licenciamento            | 1401 – Licenciamento / Licença Ambiental protocolizada em 09/01/2014       | JL Construções e Serviços Ltda       | Areia                |
| C1                       | 801024/2012        | 1.730,02  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 22/08/2013 | Votorantim Metais S.A.               | Minério de Cobre     |
| C2                       | 801025/2012        | 1.618,52  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. Em 22/08/2013 | Votorantim Metais S.A.               | Minério de Cobre     |
| C3                       | 801026/2012        | 1.084,76  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 22/08/2013 | Votorantim Metais S.A.               | Minério de Cobre     |
| D1                       | 800051/2013        | 1.938,6   | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 25/07/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D2                       | 800053/2013        | 649,96    | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D3                       | 800059/2013        | 1.860,67  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D4                       | 800060/2013        | 1.919,18  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D5                       | 800063/2013        | 1.999,33  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D6                       | 800069/2013        | 1.996,57  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D7                       | 800070/2013        | 1.996,37  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D8                       | 800075/2013        | 1.995,25  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D9                       | 800076/2013        | 1.995,05  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |
| D10                      | 800079/2013        | 1.997,1   | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013 | Votorantim Metais Zinco S.A.         | Minério de Zinco     |

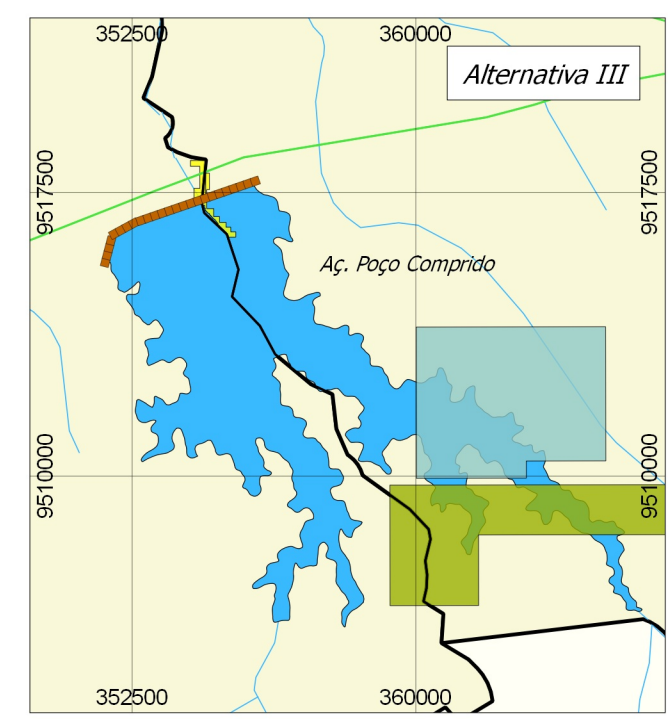
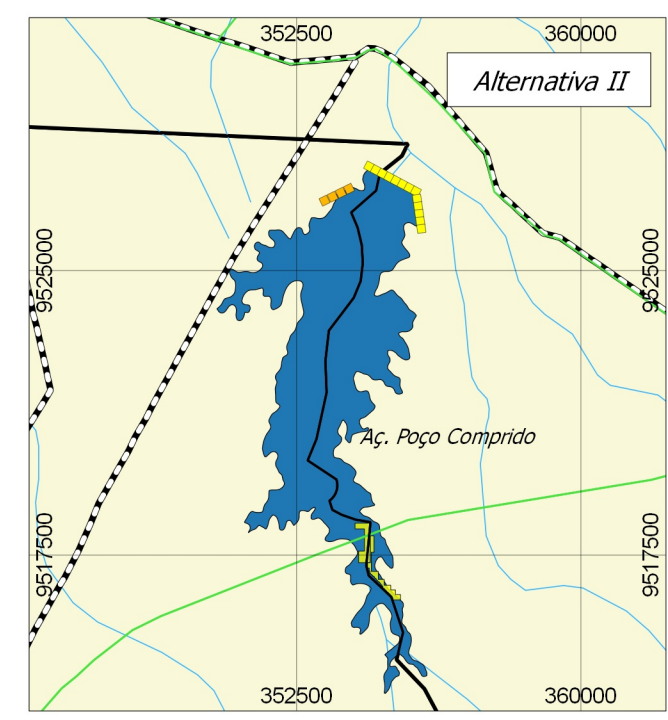
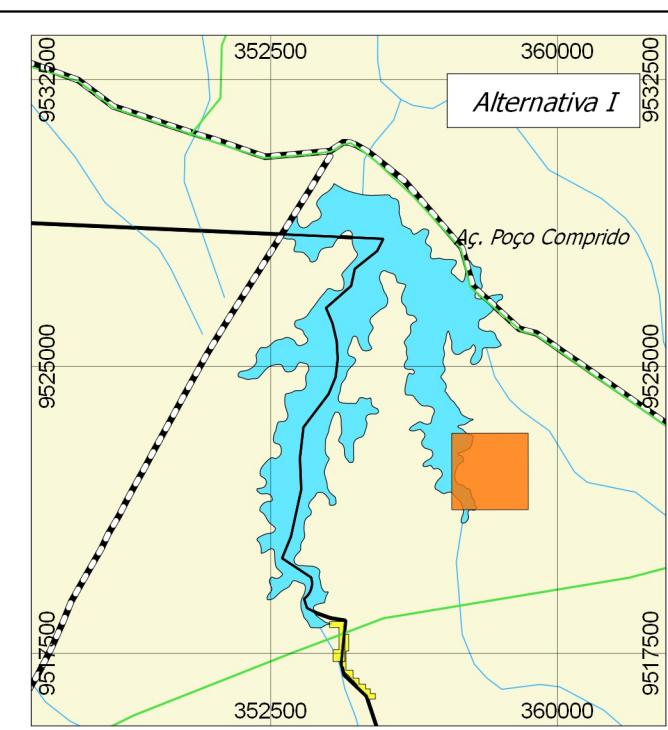
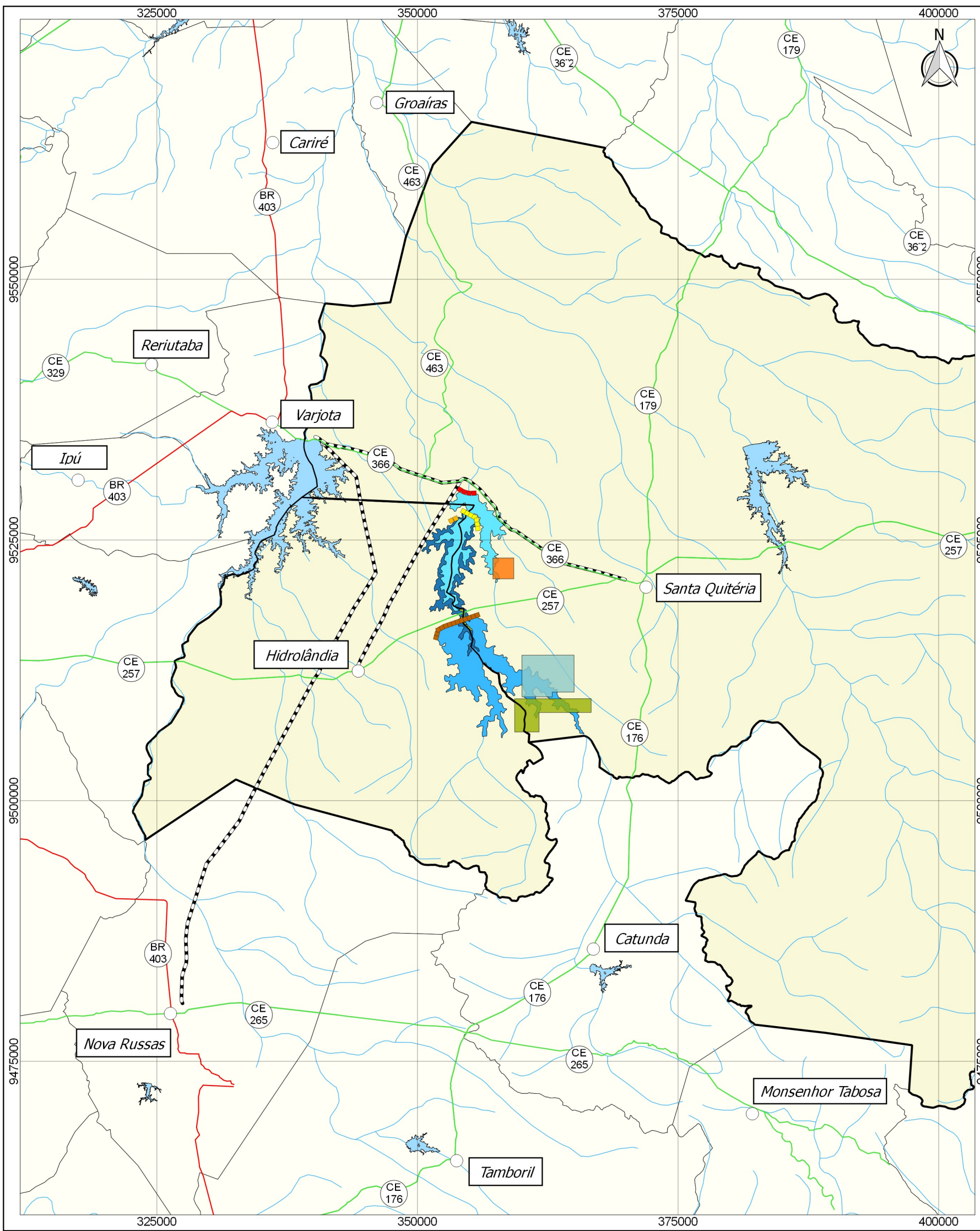
| Áreas Requeridas ao DNPM | Número do Processo | Área (ha) | Fase do Processo         | Último Evento   | Nome do Requerente                           | Substância Requerida |
|--------------------------|--------------------|-----------|--------------------------|---|--|----------------------|
| D11                      | 800080/2013        | 1.987,21  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 11/06/2013            | Votorantim Metais Zinco S.A.                 | Minério de Zinco     |
| E1                       | 800341/2013        | 1.405,7   | Requerimento de Pesquisa | 136 – Requerimento de Pesquisa / Documento diverso protocolizado em 02/02/2015        | Votorantim Metais Zinco S.A.                 | Minério de Chumbo    |
| E2                       | 800342/2013        | 1.985,61  | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 22/08/2013            | Votorantim Metais Zinco S.A.                 | Minério de Chumbo    |
| E3                       | 800343/2013        | 1.999,1   | Requerimento de Pesquisa | 157 - Requerimento de Pesquisa / Desistência homologada pub. em 22/08/2013            | Votorantim Metais Zinco S.A.                 | Minério de Chumbo    |
| F                        | 800537/2013        | 661,01    | Autorização de Pesquisa  | 795 - Aut. Pesq. / Relatório Pesquisa negativo apresentado em 30/07/2014              | MPP Indústria e Mineração Ltda               | Granito              |
| G                        | 800307/2014        | 1.906,4   | Requerimento de Pesquisa | 100 - Requerimento de Pesquisa / Requerimento de Pesquisa protocolizado em 02/07/2014 | Calmapí Indústria de Calcários do Piauí Ltda | Minério de Ferro     |

Fonte: [sigmine.dnpm.gov.br](http://sigmine.dnpm.gov.br)

A **Figura 3.11** mostra a distribuição das áreas requeridas junto ao DNPM com processo ativo em relação às áreas abrangidas pelas bacias hidráulicas das alternativas de eixos barráveis estudadas. A **Tabela 3.3**, por sua vez, discrimina as extensões das áreas requeridas para exploração minerária que se encontram inseridas na área da bacia hidráulica do futuro reservatório em cada alternativa de eixo barrável estudada. Observa-se que, o somatório das áreas requeridas para mineração posicionadas dentro das bacias hidráulicas das alternativas de barramentos estudadas, ocupam 2,59% da área total do Eixo I, caindo para 1,36% no Eixo II e elevando-se para 26,61% no caso do Eixo III.

Ressalta-se que, as áreas em fase de licenciamento para exploração de areia ocorrem nas áreas das bacias hidráulicas em todas as alternativas estudadas, todavia não se apresentam expressivas, respondendo por 0,01% da área total do Eixo I, 1,36% do Eixo II e 0,53% do Eixo III. A área com requerimento de lavra para quartzito tem ocorrência restrita a área da bacia hidráulica do Eixo I, onde responde por apenas 2,58% da área total. A área com requerimento de pesquisa para exploração de minério de ferro, apresenta-se expressiva, tendo ocorrência restrita a área do Eixo III, onde responde por 17,31 da área total. A área com requerimento de pesquisa para minério de chumbo, por sua vez, ocorre apenas na área da bacia hidráulica do Eixo III, onde responde por 8,77% da área total.





| Legenda      |                                    |
|--------------|------------------------------------|
|              | Eixo Barrável - Alternativa I      |
|              | Dique - Alternativa II             |
|              | Eixo Barrável - Alternativa II     |
|              | Eixo Barrável - Alternativa III    |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa I   |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa II  |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa III |
| DNPM         |                                    |
|              | Areia                              |
|              | Granito                            |
|              | Quartzito                          |
|              | Minério de Chumbo                  |
| Complementos |                                    |
|              | Sede Municipal                     |
|              | Cursos d'Água                      |
|              | Rodovia Federal                    |
|              | Rodovia Estadual                   |
|              | Linha de Alta Tensão               |
|              | Açudes                             |
|              | Limite Municipal                   |
|              | Municípios do Projeto              |



Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido  
Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA

Figura 3.11 - Áreas Requeridas ao DNPM 54

|   |  |
|---|--|
| Sistema de Coordenadas<br>SIRGAS 2000 UTM ZONA 24S<br>Projeção: Transverse Mercator<br>Datum: Sirgas 2000 | Escala: 1:400.000<br>Data: Abril/ 2019 |
|---|--|

**Tabela 3.3 - Extensão das Áreas das Bacias Hidráulicas das Alternativas de Eixos Barráveis Requeridas para Exploração Minerária**

| Áreas<br>Requeridas<br>DNPM       | Eixo I       |        | Eixo II      |        | Eixo III     |        |
|-----------------------------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
|                                   | Área<br>(ha) | %      | Área<br>(ha) | %      | Área<br>(ha) | %      |
| <b>A</b>                          | 65,83        | 2,58   | -            | -      | -            | -      |
| <b>B1</b>                         | 0,15         | 0,01   | 24,64        | 1,19   | 0,29         | 0,01   |
| <b>B2</b>                         | -            | -      | 3,39         | 0,17   | 15,85        | 0,52   |
| <b>E1</b>                         | -            | -      | -            | -      | 266,76       | 8,77   |
| <b>G</b>                          | -            | -      | -            | -      | 526,33       | 17,31  |
| <b>Total Áreas<br/>Requeridas</b> | 65,98        | 2,59   | 28,03        | 1,36   | 809,23       | 26,61  |
| <b>Áreas Não<br/>Atingidas</b>    | 2.481,02     | 97,41  | 2.035,97     | 98,64  | 2.231,77     | 73,39  |
| <b>Área Bacia<br/>Hidráulica</b>  | 2.547,00     | 100,00 | 2.064,00     | 100,00 | 3.041,00     | 100,00 |

Fonte: sigmine.dnrm.gov.br

**LEGENDA:**

|           |   |
|-----------|---|
| <b>A</b>  | Quartzito – Requerimento de Lavra           |
| <b>B1</b> | Areia – Licenciamento                       |
| <b>B2</b> | Areia – Licenciamento                       |
| <b>E1</b> | Chumbo – Requerimento de Pesquisa           |
| <b>G</b>  | Minério de Ferro – Requerimento de Pesquisa |

Ressalta-se, ainda, a preocupação decorrente da presença de um requerimento de pesquisa para minério de chumbo na área da bacia hidráulica do Eixo III e posicionado na bacia de contribuição das alternativas representadas pelos Eixos I e II, distando das bacias hidráulicas destes eixos 11,7km e 7,3km. Ocorre que o chumbo é um metal pesado que, segundo GUILHERME et al. (2005), são elementos com densidade atômica maior que 5,0 g cm<sup>-3</sup>, ou massa atômica maior que 20, como é o caso do chumbo (Pb). Esses autores destacam que, mesmo em pequenas concentrações, os metais pesados são tóxicos e podem causar sérios danos ao meio ambiente.



A liberação do chumbo no meio ambiente se dá através de processos industriais, principalmente nas indústrias química, automotiva e atividades de construção e mineração. Nos últimos anos, têm-se intensificado as pesquisas com o objetivo de avaliar o destino do chumbo nos solos após sua extração, uma vez que sua vida útil nesse ambiente é muito extensa, variando de 740 até 5.900 anos. Esse fato aumenta a possibilidade de acumulação desse elemento nos solos, potencializa a contaminação dos lençóis freáticos, torna-o mais disponível para absorção radicular pelas plantas e, conseqüentemente, potencializa sua entrada na cadeia alimentar, podendo causar sérios danos à saúde humana (MCBRIDE, 1994; DUARTE; PASQUAL, 2000; OLIVEIRA; HORN, 2006; OLIVEIRA, 2008; MARTINS et al., 2014).

Apesar do chumbo ser o metal pesado presente em maior quantidade na crosta terrestre e suas liberações naturais serem provenientes de emissões vulcânicas, intemperismo geoquímico e névoas aquáticas, as atividades antrópicas são as principais responsáveis pela liberação desse mineral no ambiente (WHO, 1995; ATSDR, 2007). Assim sendo, os riscos de poluição da água represada por este metal pesado, caso sejam desenvolvidas atividades minerárias na sua bacia de contribuição apresentam-se bastante elevados, ensejando que a Secretaria dos Recursos Hídricos entre em contato com o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM para adoção das medidas cabíveis, de modo a inibir o desenvolvimento da atividade de mineração de chumbo nesta região.

Já com relação aos processos naturais, sabe-se que os metais estão presentes em sistemas aquáticos, mesmo que não haja perturbação antrópica do ambiente e a sua concentração pode aumentar em razão de processos naturais ou antrópicos (YABE & OLIVEIRA, 1998). Dentre os processos naturais, os que mais contribuem para o aparecimento de metais nos ambientes aquáticos são o intemperismo de rochas e a erosão de solos ricos nestes materiais (MORTATTI & PROBST, 1998).

Ressalta-se que, não se dispõe no presente momento de informações sobre as conseqüências da submersão de solos ricos em minério de chumbo sobre a qualidade da água a ser represada, nem tampouco sobre o nível de chumbo contido na área requerida junto ao DNPM, que abrange parte da bacia hidráulica do futuro reservatório na Alternativa III. É recomendável neste caso a consulta a um especialista para uma análise dos riscos de contaminação dos recursos hídricos.

### 3.2.1.5. Interferências com Áreas de Relevô Cárstico

O conceito de carste foi estabelecido tomando por base relevo desenvolvido em rochas solúveis, especificamente rochas carbonáticas, notadamente o calcário. Assim sendo, o estudo da gênese e dinâmica das formas desenvolvidas neste contexto foi estreitamente relacionado com a solubilidade química das rochas carbonáticas, a ponto de se considerar a existência ou não de relevo cárstico apenas em calcários e dolomitos, ou em evaporitos, sob condições climáticas favoráveis.

Com o passar do tempo e a evolução dos estudos, pôde-se observar que certas formas, definidas como cársticas, ocorriam em terrenos considerados “não cársticos”, sobretudo em função da natureza das rochas. A observação de formas cársticas em relevos de rochas com baixa solubilidade foi então, durante muito tempo, denominado pseudocarste, sem qualquer estudo ou verificação dos processos que as geraram. Observações nas últimas décadas, no entanto, têm apresentado evidências de dissolução química nestas rochas, evidências estas que podem ser encontradas na região do Planalto da Ibiapaba, no território cearense.

A continuidade dos estudos mostrou que, embora a solubilidade pudesse não ser o processo predominante, estava presente e era determinante para o desenvolvimento das formas, mesmo em rochas consideradas “insolúveis”, na realidade, de muito baixa solubilidade. Trabalhos diversos (YOUNG, 1992 ; STUNELL, 1995) apresentam exemplos de relevo cárstico em arenito, e discutem os diversos processos formadores e formas encontradas, que justificaram atribuir a aquelas áreas de estudo a atribuição de carste.

No Brasil, trabalhos relacionados a cavernas areníticas descrevem evidências de dissolução química (MARTINS, 1985 ; HARDT, 2003), sendo também possível correlacionar a área de ocorrência destas cavidades com um carste em arenito (HARDT, 2003). Inerente ao conceito de carste, inclui-se a necessidade da atividade química como condicionante das formas (WHITE, 1988 ; FORD & WILLIAMS, 1989 ; KLIMCHOUK & FORD, 2000), portanto, para a existência dos fenômenos cársticos, existe a necessidade do intemperismo químico atuando sobre a rocha, como processo importante no desenvolvimento do carste.

Quanto à ocorrência de relevo cárstico na região da área de influência da Barragem Poço Comprido, não foi identificada, a priori, a ocorrência de formações de relevo cárstico nas áreas das alternativas de barramentos estudadas. Ressalta-se, todavia, a presença de



rochas carbonáticas na porção Leste do território do município de Santa Quitéria, no caso os metacalcários do Complexo Ceará (Unidade Canindé e Unidade Independência).

#### 3.2.1.6. Interferências com Patrimônio Paleontológico

O Estado do Ceará possui várias concentrações de fósseis distribuídas pelo seu território, tanto nas bacias sedimentares conhecidas (Parnaíba, Araripe, Potiguar, Iguatu, Icó, Lima Campos, Malhada Vermelha, etc.) como ocorrências isoladas em depósitos sedimentares de idades geológicas mais recentes (Período Quaternário).

A literatura geológica afirma que a ocorrência de fósseis só se dá nas bacias sedimentares e que os mesmos não são encontrados em áreas de rochas cristalinas, no entanto há exceções. Algumas rochas cristalinas, como os granitos e granodioritos, formam núcleos sedimentares conhecidos como tanques naturais, muito ricos em fósseis. Áreas com ocorrências de rochas metacarbonáticas (mármore) podem desenvolver cavernas, que também são depósitos fossilíferos por excelência. De uma maneira geral, os corpos d'água atuais (rios, riachos e lagoas), que cortam tanto as áreas cristalinas como as áreas sedimentares, também podem abrigar jazigos fossilíferos. Em síntese, não se deve falar em áreas fossilíferas ou afossilíferas e sim em áreas com alto ou baixo potencial fossilífero.

As alternativas de eixos barráveis estudadas para a Barragem Poço Comprido e sua respectiva bacia hidráulica, serão todos implantados sobre rochas cristalinas pertencentes ao Complexo Tamboril-Santa Quitéria, além de interceptarem coberturas sedimentares de idade quaternária, representadas pelos sedimentos aluvionares. A priori, não foi constatado nas áreas das bacias hidráulicas das alternativas de eixos barráveis propostos para a Barragem Poço Comprido, a ocorrência de sítios paleontológicos tombados ou apenas identificados preliminarmente pelo órgão competente, no caso o DNPM.

#### 3.2.1.7. Recursos Edáficos

Na Bacia Hidrográfica do Acaraú, em decorrência de sua grande dimensão e dinâmica ambiental, ocorrem cerca de 12 classes de solos compondo associações, aparecendo como classes dominantes os Luvissolos, seguidos pelos Argissolos (NASCIMENTO, 2008).

Observa-se na região de baixo curso da bacia, a presença de solos Neossolos Quatzarênicos, Argissolos Vermelho Amarelo álicos/distróficos, Argissolos Acinzentados

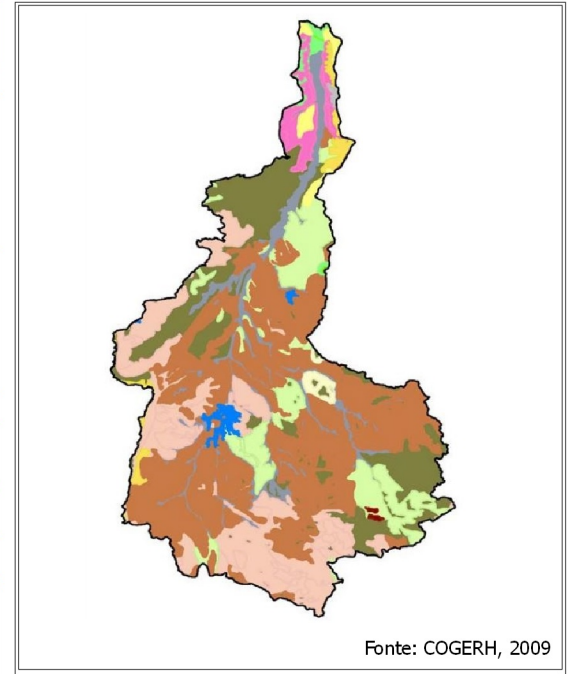
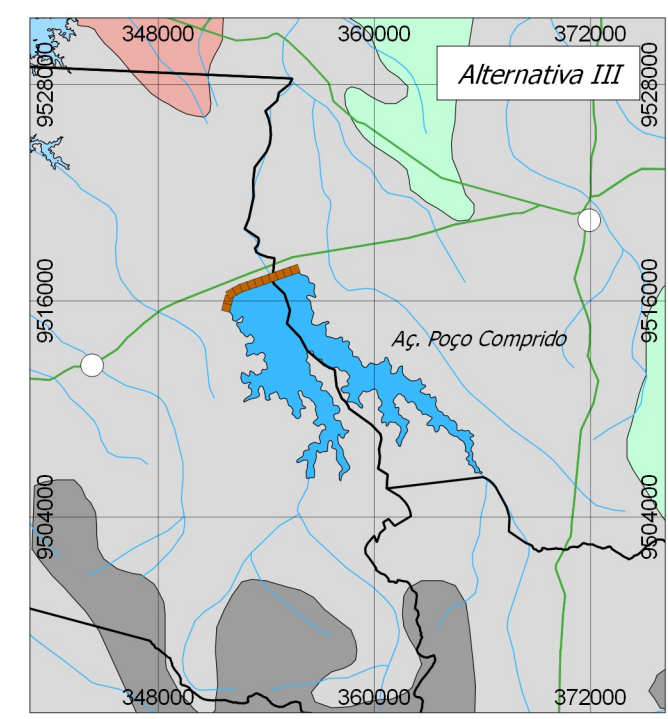
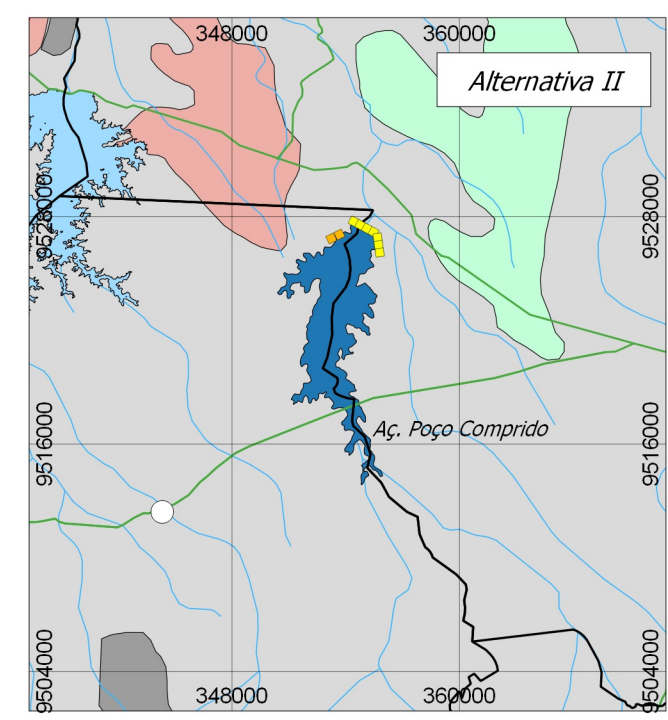
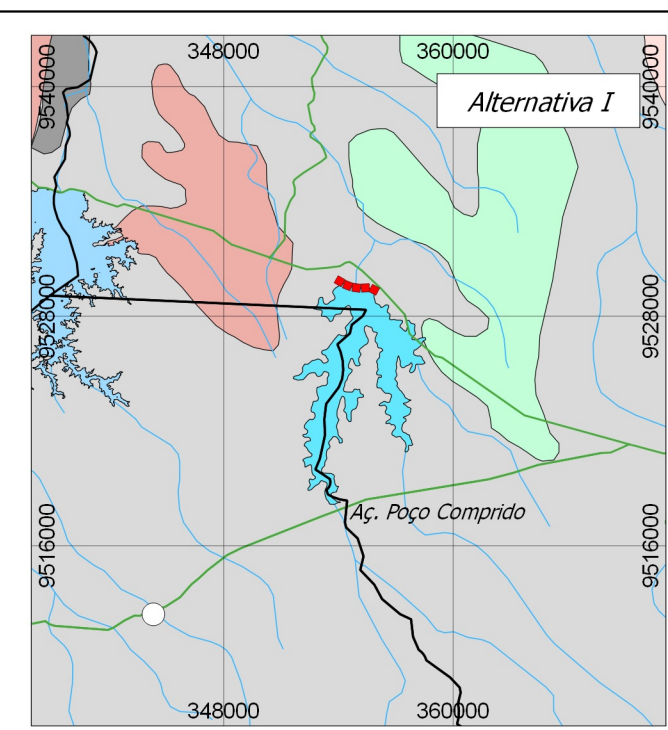
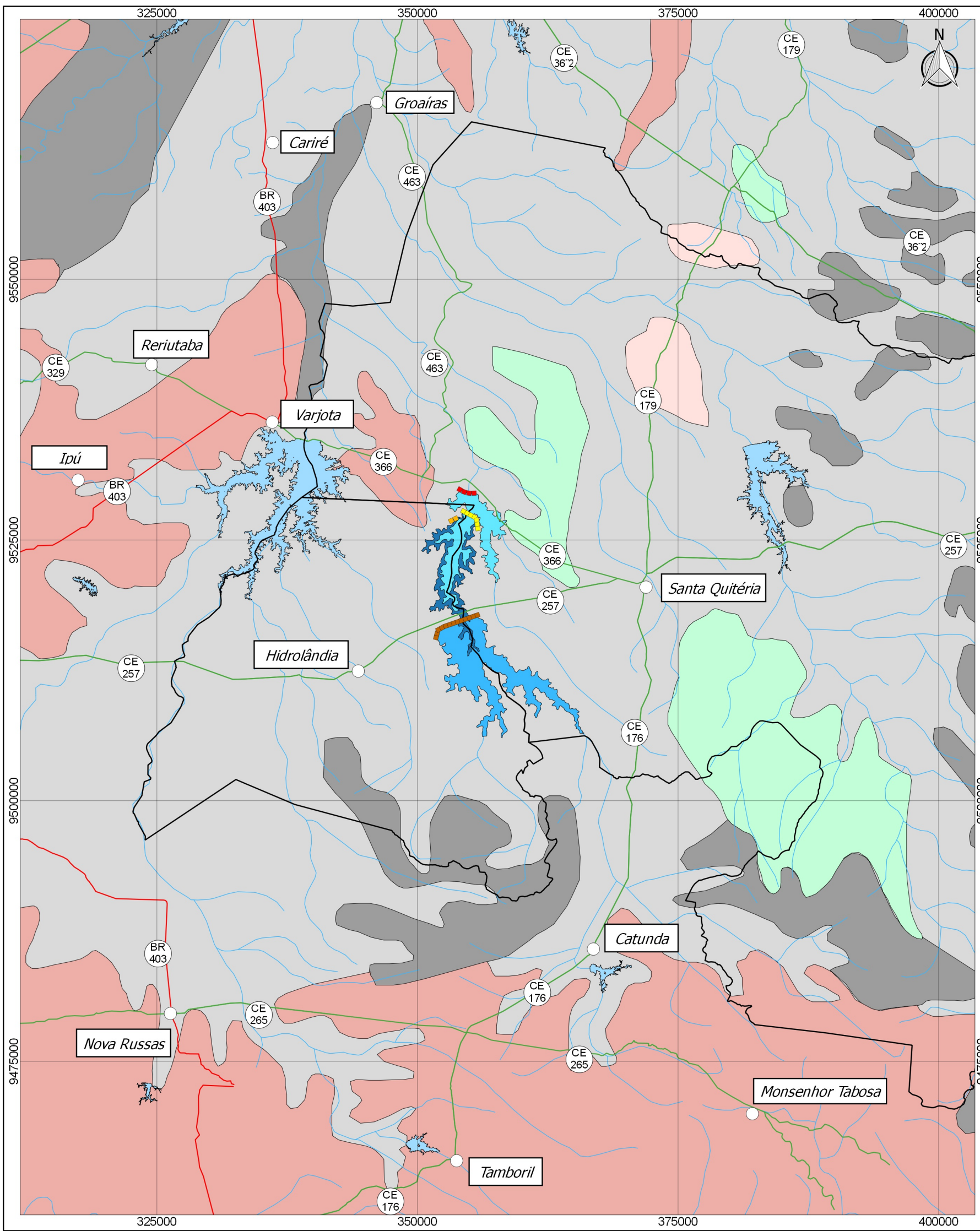
álícos, Latossolos Vermelho Amarelo e Neossolos Regolíticos vinculados aos domínios da planície litorânea e dos tabuleiros do Grupo Barreiras. Ocorrem, ainda, nesta região associados ao estuário do rio Acaraú os Gleissolos Sálícos, que apresentam grandes limitações à agricultura, devido aos problemas de salinidade e inundações periódicas.

Na região de médio a alto curso da bacia, no domínio do embasamento cristalino observa-se o predomínio dos Luvisolos, em áreas de relevo plano a suavemente ondulado na Depressão Sertaneja. Ocorrem, ainda, nesta região manchas expressivas de Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho-Amarelo eutrófícos e Planossolos.

Os Neossolos Flúvicos, por sua vez, estão distribuídos ao longo das planícies do rio Acaraú e principais tributários, ocorrendo às vezes associados aos Planossolos, como na transição médio-baixo curso. São derivados de sedimentação fluvial recente, sendo mediantemente profundos a muito profundos, de textura variando de arenosa a argilosa, moderada a imperfeitamente drenados e de boa fertilidade natural.

Analisando a distribuição dos principais tipos de solos nas áreas dos municípios integrantes da bacia de contribuição da Barragem Poço Comprido observa-se o predomínio dos solos do tipo Luvisolos, que formam associação com Neossolos Litólicos e Planossolos Nátricos, ocorrendo de forma representativa nos territórios de Hidrolândia, Santa Quitéria e Catunda. Em seguida aparecem os Argissolos Vermelho Amarelo e os Neossolos Litólicos associados as regiões de alto e médio cursos da bacia de contribuição, ambos ocorrendo nos territórios destes três municípios. Aparecem, ainda, com pouca representatividade manchas de Planossolos Nátricos no médio e baixo cursos, vinculados aos territórios dos municípios de Santa Quitéria e Catunda. A **Figura 3.12** apresenta o mapa de solos da área de influência indireta da Barragem Poço Comprido.





| Legenda      |   |
|--------------|---|
|              | Eixo Barrável - Alternativa I           |
|              | Dique - Alternativa II                  |
|              | Eixo Barrável - Alternativa II          |
|              | Eixo Barrável - Alternativa III         |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa I        |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa II       |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa III      |
| PEDOLOGIA    |   |
|              | Planossolos Nátricos                    |
|              | Neossolos Regolíticos Eutróficos        |
|              | Podzólico Vermelho - Amarelo Eutróficos |
|              | Luvissolos                              |
|              | Neossolos Litólicos                     |
| Complementos |   |
|              | Sede Municipal                          |
|              | Cursos d'Água                           |
|              | Rodovia Federal                         |
|              | Rodovia Estadual                        |
|              | Açudes                                  |
|              | Limite Municipal                        |
|              | Municípios do Projeto                   |




Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido  
Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA

Figura 3.12 - Mapa Pedológico 60

|   |  |
|---|--|
| Sistema de Coordenadas<br>SIRGAS 2000 UTM ZONA 24S<br>Projeção: Transverse Mercator<br>Datum: Sirgas 2000 | Escala: 1:420.000<br>Data: Abril/ 2019 |
|---|--|



Quanto às áreas das bacias hidráulicas das alternativas de barramento propostas, observa-se a predominância de solos do tipo Luvisolos em associação com Neossolos Litólicos e Planossolos Nátricos, os quais apresentam limitações ao uso agrícola. Aparecem, ainda, com menor expressividade os Aluviões vinculados ao vale do rio dos Macacos e seus tributários. Essa mesma associação de solos prevalece na área da bacia de contribuição do futuro reservatório, qualquer que seja a alternativa adotada. Observa-se, ainda, na área da bacia hidráulica da Alternativa 01 a ocorrência de uma pequena mancha de Neossolos Litólicos e outra de Planossolos Nátricos como elementos principais. Apresenta-se a seguir uma breve descrição das características destes tipos de solos.

Os Luvisolos ocupam extensas áreas de relevo suave ondulado a ondulado, no domínio do embasamento cristalino. São solos moderadamente profundos a rasos, de textura argilosa, drenagem moderada a imperfeita, ácidos a praticamente neutros e de alta fertilidade natural. Caracterizam-se, também, pela presença de pedregosidade superficial. Formam associações com os Neossolos Litólicos e Planossolos Nátricos. São utilizados em sua maior parte com pecuária extensiva em meio a vegetação natural e com pequenos cultivos de subsistência (milho e feijão). Apresentam fortes limitações ao uso agrícola, em particular, à agricultura irrigada face aos inúmeros fatores impeditivos, que estão representados pela escassez de recursos hídricos, susceptibilidade a erosão, pedregosidade superficial e não raro ocorrência de salinidade, principalmente no horizonte subsuperficial.

Os Neossolos Litólicos são solos rasos a muito rasos, com pedregosidade e rochosidade na superfície. Apresentam textura desde arenosa até siltosa e são moderadamente ácidos a praticamente neutros. Possuem drenagem moderada a acentuada, sendo bastante susceptíveis à erosão, dado a reduzida espessura. Ocorrem no domínio do embasamento cristalino, ocupando relevos que variam desde suavemente ondulados até montanhosos, ou mesmo escarpados. Ocasionalmente, podem ocupar áreas de relevo praticamente plano. A utilização agrícola desses solos é fortemente limitada devido à deficiência de água e a difícil mecanização em face da pedregosidade/rochosidade superficial, a pequena profundidade efetiva e o relevo acidentado. São geralmente destinados à pecuária extensiva, sendo constatados pequenos cultivos de subsistência nas áreas onde o solo apresenta-se mais espesso.

Os Planossolos Nátricos são solos relativamente rasos, de baixa permeabilidade e drenagem imperfeita, apresentando problemas de encharcamento durante o período chuvoso e de fendilhamento na época seca. Ocorrem em áreas de relevo plano a suave ondulado, formando frequentemente associações com os Neossolos Litólicos, estando normalmente relacionados ao domínio do embasamento cristalino. Atualmente a exploração destes solos centra-se no extrativismo da carnaúba, além da pecuária extensiva suplementada com pastagens naturais. São aproveitados, também, em pequena escala com culturas de subsistência. Apresentam como fatores limitantes à utilização agrícola a elevada saturação de sódio, o que caracteriza estes solos como salinos, além da falta de aeração e do excesso de água nos períodos chuvosos e ressecamento nas estações secas. Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada são solos de muito baixo ou nenhum potencial.

Os Neossolos Flúvicos ocupam as partes de cotas mais baixas da região, em relevo plano a suave ondulado apresentando maior expressão geográfica no vale do Macacos. São solos de fertilidade natural alta, com drenagem moderada a imperfeita, sem problemas de erosão, mas com riscos periódicos de inundação. São moderadamente profundos a muito profundos, com texturas variando desde arenosas até argilosas. Quanto às propriedades químicas, apresentam reação desde moderadamente ácida até alcalina, argila de atividade alta, baixa saturação de alumínio e alta saturação de bases.

Os Argissolos Vermelho Amarelo eutróficos ocorrem na região de alto curso da bacia de contribuição da Barragem Poço Comprido, em relevo plano a suave ondulado. São solos rasos, de textura argilosa a média, cascalhentos, com fertilidade natural média. Ocorrem formando associações com Neossolos Litólicos e Luvisolos. De um modo geral esses solos possuem bom potencial agrícola, entretanto na região apresentam limitações associadas à escassez de recursos hídricos, a presença de cascalho na massa do solo e a susceptibilidade à erosão. Com relação ao uso agrícola atual estes solos são, em geral, utilizados com cultivos de subsistência (milho e feijão) e pecuária extensiva.

Os Neossolos Flúvicos são solos de fertilidade natural alta, medianamente profundos a muito profundos, de texturas variadas, drenagem moderada a imperfeita, moderadamente ácidos a levemente alcalinos. Ocupam as partes de cotas mais baixas da região, em relevo plano a suave ondulado, estando sujeitos a inundações periódicas. Apresentam grande potencialidade para a agricultura, não sofrendo maiores restrições ao seu uso,



devendo serem cultivados intensivamente. A principal limitação ao uso agrícola decorre da falta d'água, face às insuficientes precipitações pluviométricas na região semiárida. Há limitações ao uso de maquinário agrícola, principalmente nos solos argilosos imperfeitamente drenados. Nas áreas secas há necessidade de irrigação e drenagem, as quais devem ser conduzidas rigorosamente de maneira racional, a fim de evitar os riscos de salinização dos solos.

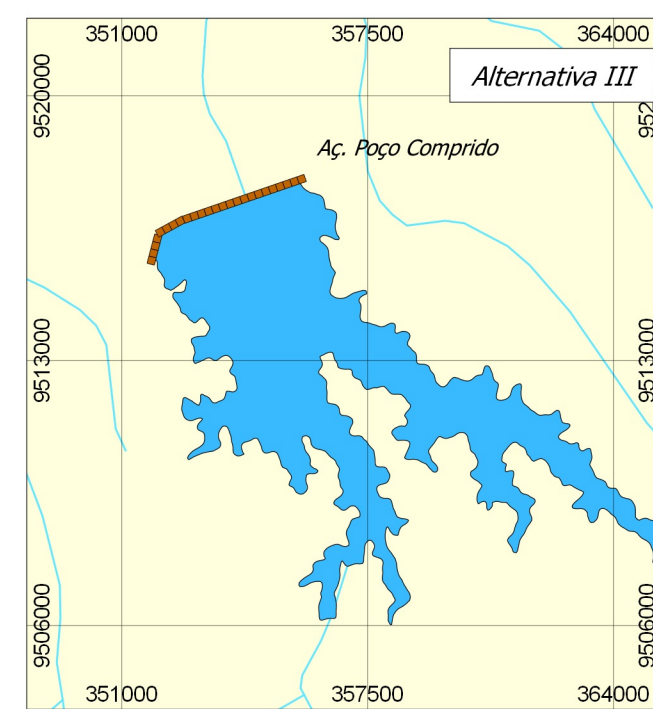
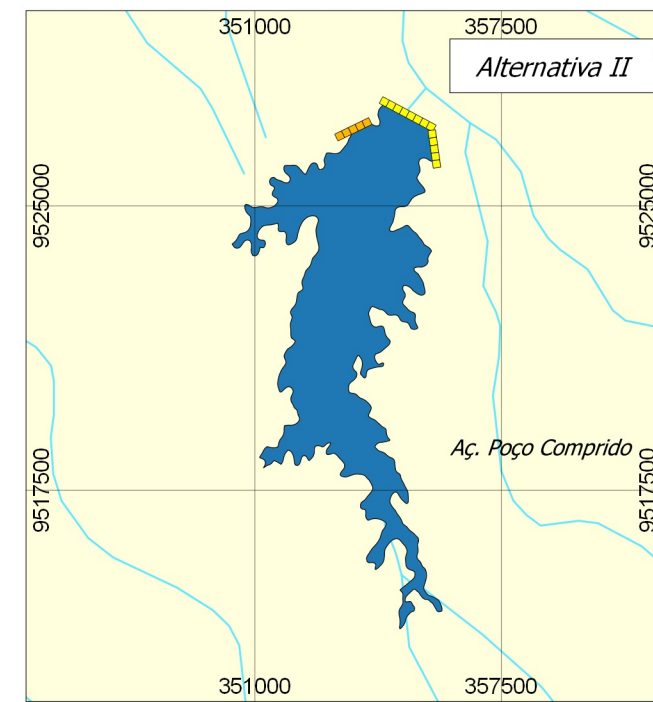
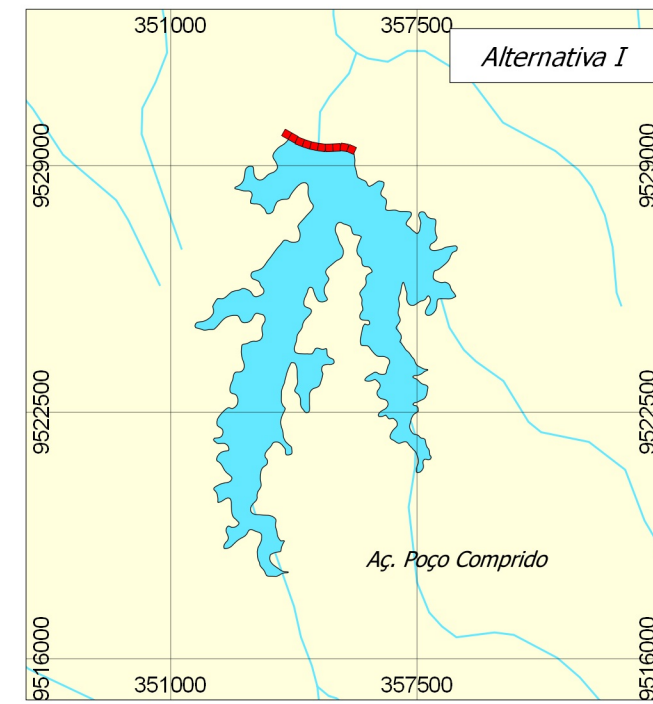
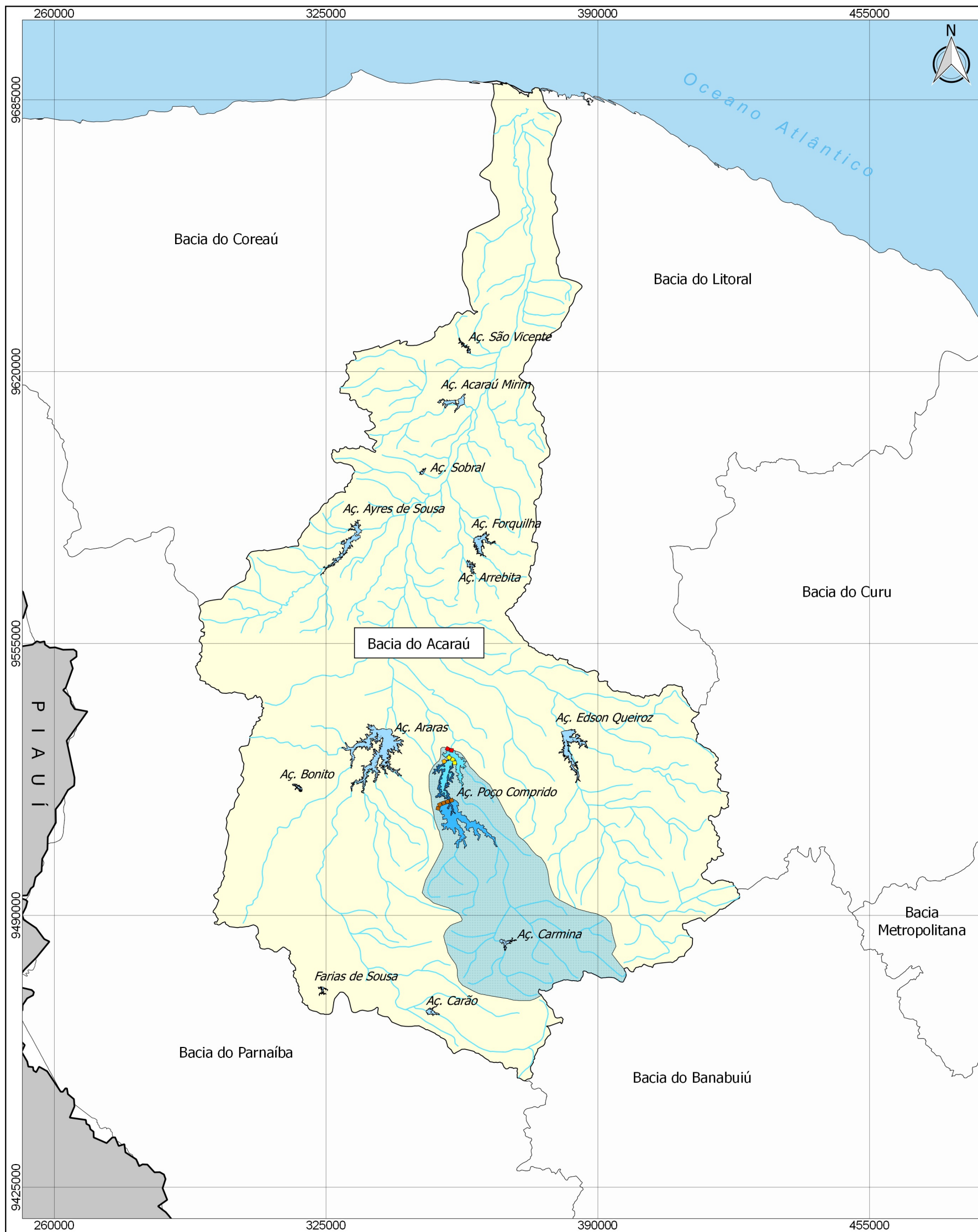
Observa-se nas áreas de ocorrência destes solos na região do estudo um aproveitamento agrícola mais intenso. A fertilidade normalmente alta associada ao relevo plano, sem problemas de erosão, propiciam a estes solos condições que permitem uma exploração agrícola intensiva com irrigação, apresentando perspectivas de boa produtividade e rentabilidade.

#### 3.2.1.8. Recursos Hídricos Superficiais

Situada sobre terrenos de formação geológica predominantemente cristalina, razão de seu alto poder de escoamento e possuindo uma rede de drenagem dendrítica, a bacia hidrográfica do rio Acaraú drena uma área de 14.422,9 km<sup>2</sup>, abrangendo, praticamente, 10,0% do território cearense (**Figura 3.13**). Ao longo de seu curso o rio Acaraú percorre um total de 315,0 km, se desenvolvendo no sentido sul/norte, desde suas cabeceiras na Serra das Matas até desaguar no Oceano Atlântico, nas proximidades da cidade de Acaraú. Apresenta uma forte declividade no seu trecho inicial, dado o relevo montanhoso, reduzindo-se bastante no seu primeiro terço, traduzindo a predominância do relevo suave que caracteriza a bacia.

Embora apresentando índice de compacidade de 1,85 e fator de forma igual a 0,15, que não favorecem a formação de picos de cheias, são verificadas grandes enchentes na sua parcela final devido tanto à pluviometria das regiões montanhosas como, em especial, à configuração muito diferenciada da bacia: a parcela de montante tem uma forte tendência a uma forma circular, portanto causadora de picos de cheias, enquanto que a outra, de jusante, se mostra longilínea e estreita.

Destacam-se como principais afluentes do Acaraú, os rios dos Macacos, Groaíras, Jacurutu e Sabonete pela margem direita, os dois primeiros com sub-bacias de grande porte. Pela margem esquerda, o afluente de maior destaque é o rio Jaibaras.



Fonte: COGERH, 2009

| Legenda      |                                    |
|--------------|------------------------------------|
|              | Eixo Barrável - Alternativa I      |
|              | Eixo Barrável - Alternativa II     |
|              | Eixo Barrável - Alternativa III    |
|              | Cursos d'Água                      |
|              | Açudes Acaraú                      |
|              | Bacia de Contribuição              |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa I   |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa II  |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa III |
| Complementos |                                    |
|              | Limite das Bacias Hidrográficas    |
|              | Bacia Hidrográfica do Acaraú       |
|              | Limite Estadual                    |

Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido  
Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA

Figura 3.13 - Bacia Hidrográfica do Acaraú 64

|   |  |
|---|--|
| Sistema de Coordenadas<br>SIRGAS 2000 UTM ZONA 24S<br>Projeção: Transverse Mercator<br>Datum: Sirgas 2000 | Escala: 1:1.000.000<br>Data: Abril/ 2019 |
|---|--|

O nível de açudagem na Bacia do Acaraú é considerável, contando com a presença de 20 reservatórios de grande e médio porte no seu território, perfazendo um volume de acumulação de 1.731,9 hm<sup>3</sup>, conforme pode ser visualizado na **Tabela 3.4**. De acordo com Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará – PERH, o número total de açudes nesta bacia atinge 684 unidades, com volume global de armazenamento de 1,60 bilhões de m<sup>3</sup>.

**Tabela 3.4- Capacidade de Acumulação dos Principais Açudes da Bacia do Acaraú**

| Açude                     | Município | Proprietário | Capacidade Acumulação (m <sup>3</sup> ) | Usos Atuais da Água dos Reservatórios  |
|---------------------------|-----------|--------------|---|--|
| Acaraú Mirim              | Massapê   | DNOCS        | 52.000.000                              | Abastecimento humano urbano (Massapê), abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca.   |
| Araras (Paulo Sarasate)   | Varjota   | DNOCS        | 891.000.000                             | Abastecimento humano urbano (Hidrolândia, Ipu e Pires Ferreira), abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação intensiva (Projeto Araras Norte – 1ª Etapa) irrigação difusa e pesca. |
| Arrebita                  | Forquilha | SRH/SOHIDRA  | 19.600.000                              | Abastecimento humano urbano (Forquilha), abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca.   |
| Ayres de Sousa (Jaibaras) | Sobral    | DNOCS        | 104.430.000                             | Abastecimento humano urbano (Sobral), abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação intensiva (Projeto Jaibaras), irrigação difusa, piscicultura superintensiva e pesca.             |
| Bom Jesus I               | Sobral    | SRH/SOHIDRA  | 2.100.000                               | Abastecimento humano rural, dessedentação animal e pesca   |
| Bonito                    | Ipu       | DNOCS        | 6.000.000                               | Abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca.  |
| Carão                     | Tamboril  | DNOCS        | 26.230.000                              | Abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca.  |
| Carmina                   | Catunda   | SRH/SOHIDRA  | 13.628.000                              | Abastecimento humano urbano (Catunda), abastecimento humano rural, dessedentação   |



| Açude                   | Município         | Proprietário | Capacidade Acumulação (m <sup>3</sup> ) | Usos Atuais da Água dos Reservatórios   |
|-------------------------|-------------------|--------------|---|---|
|                         |                   |              |   | animal, irrigação difusa e pesca.   |
| Edson Queiroz (Serrote) | Santa Quitéria    | DNOCS        | 254.000.000                             | Abastecimento humano urbano (Santa Quitéria), abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca. |
| Farias de Sousa         | Nova Russas       | DNOCS        | 12.230.000                              | Abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca.   |
| Flamengo                | Santa Quitéria    | SRH/SOHIDRA  | 1.100.000                               | Abastecimento humano rural, dessedentação animal e pesca.   |
| Forquilha               | Forquilha         | DNOCS        | 50.132.000                              | Abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação intensiva (Projeto Forquilha), irrigação difusa e pesca.      |
| Jatobá                  | Ipueiras          | SRH/SOHIDRA  | 6.000.000                               | Abastecimento humano urbano (Ipueiras), abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca.       |
| Mucambinho              | Sobral            | DNOCS        | 1.332.000                               | Abastecimento humano rural, dessedentação animal e pesca.   |
| Olheiros                | Acaraú            | SRH/SOHIDRA  | 1.100.000                               | Abastecimento humano rural, dessedentação animal e pesca.   |
| Poço Salgado            | Sobral            | DNOCS        | 400.000                                 | Abastecimento humano rural, dessedentação animal e pesca.   |
| São Vicente             | Santana do Acaraú | DNOCS        | 9.845.200                               | Abastecimento humano rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca.   |
| Soares                  | Marco             | SRH/SOHIDRA  | 2.100.000                               | Abastecimento humano rural, dessedentação animal e pesca.   |
| Sobral (Cachoeira)      | Sobral            | DNOCS        | 4.675.000                               | Abastecimento humano rural, dessedentação animal e pesca.   |
| Taquara                 | Cariré            | DNOCS        | 274.000.000                             | Abastecimento humano urbano e rural, dessedentação animal, irrigação difusa e pesca e piscicultura.                       |
| <b>Total</b>            |                   |              | <b>1.731.902.200</b>                    |   |

Fonte: SRH, Atlas dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará 2016.

|  |  |
|--|--|
|  | Açudes inclusos no território da área do estudo. |
|--|--|

Aparecem como reservatórios estratégicos para o suprimento hídrico do território desta bacia os açudes Araras (891,0hm<sup>3</sup>), Taquara (274,0hm<sup>3</sup>), Edson Queiroz (254,0hm<sup>3</sup>), Ayres de Sousa (104,43hm<sup>3</sup>), Acaraú Mirim (52,0 hm<sup>3</sup>), Forquilha (50,1hm<sup>3</sup>), Carão (26,23hm<sup>3</sup>), Arrebita (19,6 hm<sup>3</sup>), Carmina (13,62 hm<sup>3</sup>) e Farias de Sousa (12,23hm<sup>3</sup>). Encontra-se com implantação prevista no território da bacia a Barragem Poço Comprido, que conta com recursos para este fim, além dos açudes Pedregulho, Pajé e do Morro.

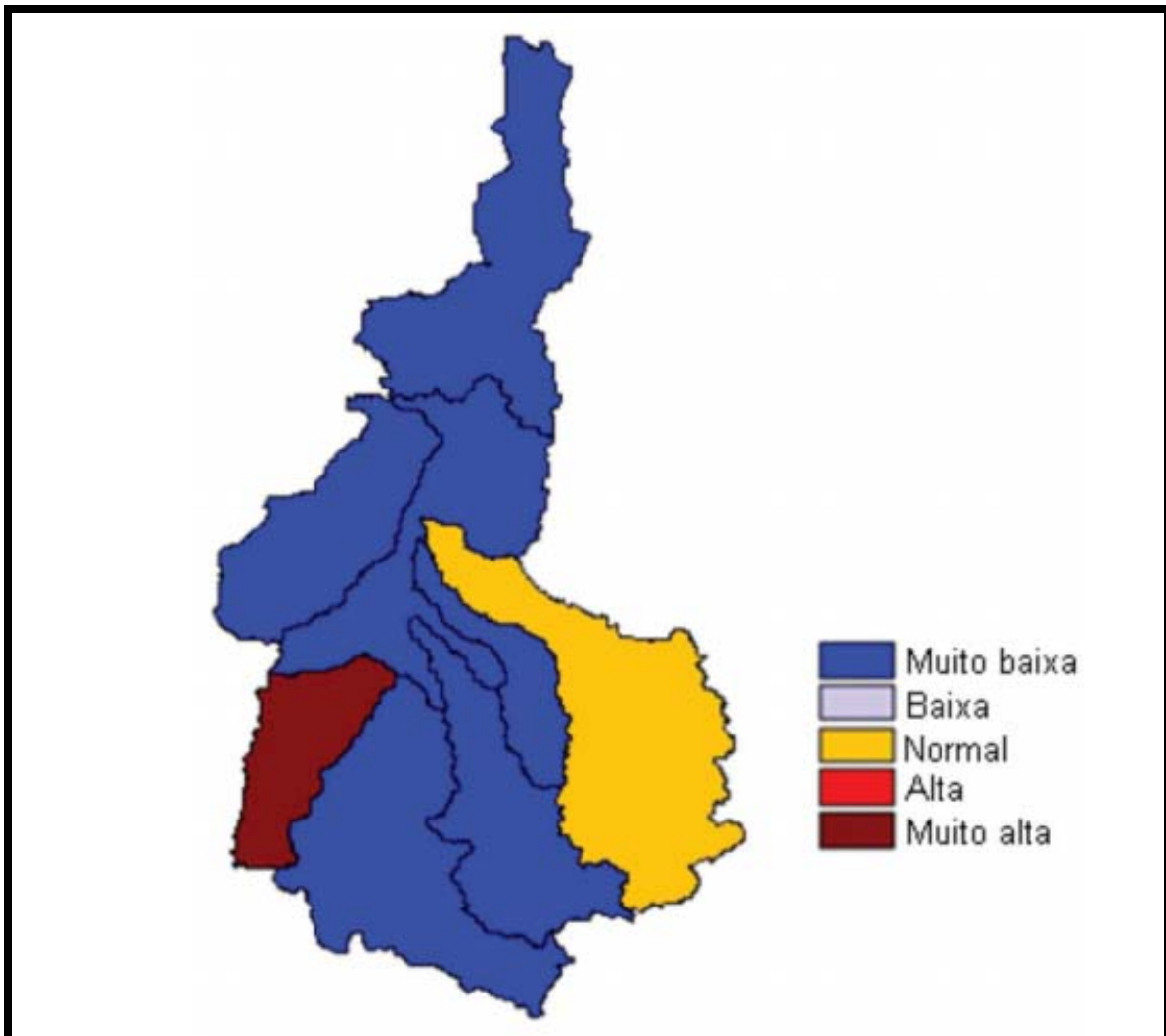
Ressalta-se que, dos reservatórios de médio e grande porte existentes no território da Bacia do Acaraú, apenas o Açude Carmina encontra-se posicionado na bacia de contribuição da futura Barragem Poço Comprido.

Estudo desenvolvido por ROCHA et al. (2012), procurou avaliar o nível de saturação das oito sub-bacias integrantes da Bacia Hidrográfica do Acaraú no que diz respeito à estocagem de água, ou seja, avaliou se haverá ou não ganho de regularização com a construção de novos reservatórios. A avaliação efetuada teve como base o cálculo do Índice do Grau de Saturação da Açudagem (IGAS), definido como sendo a razão entre o volume armazenado na bacia e a vazão afluente anual útil para a média e a grande açudagem. Essa vazão útil é a vazão potencial (isto é, o produto da lâmina média escoada pela área da bacia hidrográfica) menos o volume das aguadas e reservatórios muito pequenos. Para o IGAS, foram definidos cinco níveis de saturação para a bacia: Muito baixa ( $0,0 < \text{IGAS} < 0,5$ ); Baixa ( $0,5 \leq \text{IGAS} < 1,0$ ); Normal ( $1,0 \leq \text{IGAS} < 2,0$ ); Alta ( $2,0 \leq \text{IGAS} < 3,0$ ) e Muito Alta ( $3,0 \leq \text{IGAS}$ ).

Os resultados obtidos nas simulações efetuadas em todas as sub-bacias do Acaraú, revelam que não há uma quantidade significativa de pequena açudagem, com o IGAS indicando baixos níveis de saturação na maioria das sub-bacias, conforme pode ser observado na **Figura 3.14**.



**Figura 3.14- Nível de Saturação dos Reservatórios das Sub-bacias da Bacia do Acaraú**



Fonte: ROCHA, E.J.T. et al., Avaliação do Nível de saturação da Açudagem da bacia Hidrográfica do Rio Acaraú – Ceará. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 33, n. 2, p. 122-132, dez. 2012.

Constitui exceção a Bacia do Groaíras, que apresenta um índice normal (dado a presença do Açude Edson Queiroz) e a Bacia Jatobá, única a apresentar um índice alto, pois é fortemente influenciada pelo Açude Araras. Essa baixa saturação se deve, ainda, ao tipo de relevo, uma vez que praticamente toda a bacia apresenta relevo do tipo 1, ou seja, muito suave. Ressalta-se que, o referido estudo não levou em conta o Açude Taquara, que na época encontrava-se em construção. Todavia, alertou que este reservatório, bem como os açudes Macacos II e Jacurutu, com implantações previstas nas sub-bacias do Macacos e do Jacurutu, provocarão alteração significativa na saturação da Bacia do Acaraú.

Quanto aos sistemas adutores existentes no território da Bacia do Acaraú, dos sistemas em operação apenas um desta conta com fonte hídrica posicionada no território da Sub-bacia dos Macacos, mais especificamente na bacia de contribuição do futuro reservatório, o Sistema Adutor de Catunda, que abastece a cidade homônima com água captada no Açude Carmina (**Tabela 3.5**). Os sistemas adutores que atendem as cidades de Hidrolândia e Santa Quitéria têm como fontes hídricas os açudes Araras (sub-bacia ) e Edson Queiroz, respectivamente, ambos posicionados fora da bacia de contribuição da futura Barragem de Poço Comprido.

**Tabela 3.5- Sistemas Adutores da Bacia do Acaraú**

| Adutora                   | Municípios                       | Fonte Hídrica                      | Órgão Executor | Extensão (Km) | Vazão (l/s) | População Beneficiada |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|---------------|-------------|-----------------------|
| Catunda                   | Catunda                          | Açude Carmina                      | SRH / SOHIDRA  | 1,98          | 13,52       | 6.712                 |
| Eng. João Tomé            | Ipueiras                         | Poço amazonas no leito do rio Góes | SRH            | 4,20          | 9,00        | 4.100                 |
| Forquilha                 | Forquilha e Sobral               | Rio Acaraú                         | SRH / SOHIDRA  | 28,77         | 66,81       | 28.795                |
| Graça/Pacujá / Mucambo    | Graça/Ibiapina / Mucambo/ Pacujá | Açude Jaburu                       | SRH / SOHIDRA  | 44.15         | 53,95       | 27.271                |
| Hidrolândia               | Hidrolândia                      | Açude Araras                       | SRH            | 19,24         | 30,00       | 8.580                 |
| Ipaguassu Mirim / Arraial | Massapê                          | Acarau Mirim                       | SRH            | 2,94          | 2,00        | 1.400                 |
| Ipu                       | Ipu                              | Açude Araras                       | SRH / SOHIDRA  | 26,40         | 70,43       |                       |
| Ipueiras                  | Ipueiras                         | Açude Jatobá                       | SRH / SOHIDRA  | 7,12          | 33,60       | 18.822                |
| Itamaracá                 | Groaíras                         | Interligação com a ETA da CAGECE   | SRH            | 5,24          | 2,00        | 1.470                 |

| <b>Aduтора</b>        | <b>Municípios</b>      | <b>Fonte Hídrica</b>          | <b>Órgão Executor</b> | <b>Extensão (Km)</b> | <b>Vazão (l/s)</b> | <b>População Beneficiada</b> |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|
| Mumbaba               | Massapê                | Açude Acaraú Mirim/ETA CAGECE | SRH                   | 6,95                 | 10,00              | 7.665                        |
| Pau d'Arco            | Sobral                 | Açude Jaibaras                | SRH                   | 16,88                | 3,00               | 2.510                        |
| Pires Ferreira        | Pires Ferreira         | Açude Araras                  | SRH / SOHIDRA         | 16,40                | 10,50              | 5.162                        |
| Santa Quitéria        | Santa Quitéria         | Açude Edson Queiroz           | SRH                   | 16,87                | 30,00              | 14.000                       |
| São José do Torto     | Sobral                 | Açude Jaibaras                | SOHIDRA               | 10,46                | -                  | 1.406                        |
| Trapiá                | Forquilha              | Açude Arrebita                | SRH                   | 2,80                 | 15,00              | 11.004                       |
| Varjota/<br>Reriutaba | Reriutaba /<br>Varjota | Açude Araras                  | SRH                   | 16,37                | 15,00              | 7.200                        |

Fonte: SRH, Atlas dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará 2016.

|  |   |
|--|---|
|  | Sistemas adutores inclusos no território da área do estudo. |
|--|---|

A Bacia Hidrográfica do Acaraú apresenta seu território subdividido em oito sub-bacias (**Tabela 3.6**). A Barragem Poço Comprido deverá ser implantada na região da sub-bacia do Macacos, que drena uma área de 1.634km<sup>2</sup>:

**Tabela 3.6- Sub-bacias do Acaraú e suas Respectivas Áreas de Drenagem**

| Sub-Bacia    | Área de Drenagem (Km <sup>2</sup> ) |
|--------------|-------------------------------------|
| Jatobá       | 1.036                               |
| Jaibaras     | 1.573                               |
| Jacurutu     | 681                                 |
| Groaíras     | 2.837                               |
| Macacos      | 1.634                               |
| Baixo Acaraú | 2.257                               |
| Médio Acaraú | 1.940                               |
| Alto Acaraú  | 2.484                               |

### 3.2.1.9. Recursos Hídricos Subterrâneos

O território da Bacia do Acaraú apresenta dois tipos de sistemas aquíferos: o das rochas sedimentares (porosos e aluviais) e os das rochas cristalinas (fissurais). Os aquíferos porosos estão representados na Bacia do Acaraú, principalmente pelos arenitos da Formação Serra Grande, sedimentos arenosos da Formação Barreiras e das Dunas/Paleodunas, que ocorrem na sua região de baixo curso.

Já o aquífero Aluvial está representado por depósitos sedimentares areno-argilosos recentes ao longo dos rios e riachos da bacia. Os aquíferos fissurais (fraturados) representados por rochas do embasamento cristalino pré-Cambriano ocupam 94,7% da área da bacia e graças a sua distribuição espacial são de grande importância para o abastecimento das populações interioranas, principalmente as difusas.

Os aquíferos sedimentares se caracterizam como mais importantes do ponto de vista hidrogeológico, por possuírem uma porosidade primária e, nos termos arenosos, uma elevada permeabilidade, implicando em unidades geológicas com excelentes condições de armazenamento e fornecimento d'água. Já os aquíferos cristalinos apresentam baixo potencial, pois se encontram inseridos em áreas de rochas do embasamento cristalino, sendo as zonas de fraturas os únicos condicionantes da ocorrência de água nestas

rochas. A recarga destas fraturas se dá através dos rios e riachos que percorrem essas estruturas, o que ocorre somente no período chuvoso.

Na região de influência do empreendimento proposto predominam o aquífero cristalino e os depósitos aluvionares, ambos presentes em todos os municípios integrantes da bacia de contribuição do futuro reservatório. Os recursos hídricos subterrâneos da área do estudo, também, estão representados basicamente pelos aquíferos cristalino e Aluvial, os quais ocorrem nos locais das alternativas de barramento estudadas.

As Aluviões apresentam permeabilidade elevada a média, tendo sua alimentação assegurada pelas precipitações e pelas infiltrações laterais provenientes dos cursos d'água nos períodos de enchentes. Funcionam como exutórios a evapotranspiração e os rios para os quais as águas do aquífero são drenadas no período de estiagem. O potencial hidrogeológico explorável deste aquífero é considerado elevado a médio.

Quanto à qualidade das águas, as Aluviões, apesar da alta vulnerabilidade à poluição, apresentam águas de boa potabilidade, com resíduo seco, quase sempre, inferior a 500 mg/l. Apresentam boa permeabilidade e boa capacidade de armazenamento (porosidade), além de nível estático pouco profundo, o que reflete riscos médios a elevados de vulnerabilidade à poluição.

As rochas cristalinas representam o que é denominado comumente de aquífero fissural, apresentando a sua permeabilidade e coeficiente de armazenamento associados à extensão, grau de abertura e conexão das zonas de fraturamento das rochas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. A recarga se dá através da pluviometria, rede hidrográfica e Aluviões, apresentando, no entanto, a circulação bastante restrita. Esta alimentação, geralmente, está condicionada à presença das Aluviões nos leitos dos rios e riachos, ou a mantos de intemperismo, os quais funcionam como elemento intermediário na transmissão de água às fissuras subjacentes. Fora destas zonas, as possibilidades de alimentação das fendas são praticamente nulas. É considerado, de um modo geral, uma zona de baixa vulnerabilidade à poluição, devido às baixíssimas condições de permeabilidade dos litótipos, que não permitem um avanço acelerado, comparativamente, de qualquer carga poluente. Assim, o tempo de trânsito de uma carga contaminante é maior.

Quanto à qualidade das águas, os aquíferos cristalinos apresentam potabilidade dentro do limite de passável a medíocre, podendo ser consumida pelo homem, em condições



precárias, na ausência total de uma água de boa qualidade. A baixa qualidade da água é motivada pela elevada concentração salina, que está relacionada a três causas básicas: concentração de sais da rocha, decorrente da circulação deficiente; solubilização de sais da rocha em consequência de um longo tempo de contato, e infiltração de sais do meio não saturado para o interior dos aquíferos durante o processo de recarga através das águas pluviais. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas.

#### 3.2.1.10. Condições Climáticas

O clima predominante no território da Bacia do Acaraú é quente e estável, de elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes térmicas, com acentuada taxa de insolação, forte poder evaporante e regime pluviométrico marcadamente irregular, onde se observa a má distribuição das chuvas no tempo e em área.

Segundo a classificação de Köppen, a área do empreendimento possui um clima do tipo BSw'h': -Tropical Quente Semi-árido, com estação chuvosa se atrasando para o outono e temperatura superior a 18° C no mês mais frio, estando associado a Região do Sertão. Dentro dos parâmetros estabelecidos por Gaussen, o clima local é 4aTh – clima tropical quente de seca acentuada (seca de inverno), com índice xerotérmico de 150 a 200, apresentando de 7 a 8 meses secos.

Existem quatorze estações climatológicas no Estado do Ceará pertencentes ao INMET - Instituto Nacional de Meteorologia – das quais apenas uma se situa nas proximidades da área das alternativas locais estudadas para implantação da Barragem Poço Comprido, sendo representativa do tipo de clima aí vigente (clima do tipo BSw'h' – clima quente e semi-árido), além de apresentar boa disponibilidade de dados: a Estação Climatológica de Sobral.

Assim sendo, foi selecionada a Estação Sobral, localizada no município homônimo, como representativa das condições meteorológicas da área do empreendimento, sendo para pluviometria adotado os dados do Posto de Santa Quitéria (Tabela 3.7), operado pela FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

**Tabela 3.7 - Dados Pluviométricos – Série Histórica 1974/2018 Posto Santa Quitéria (Cód. 00440077)**

| 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       |

| Ano  | Meses |       |       |       |       |      |      |      |     |     |      |      | Total Anual |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|-----|------|------|-------------|
|      | Jan   | Fev   | Mar   | Abr   | Mai   | Jun  | Jul  | Ago  | Set | Out | Nov  | Dez  |             |
| 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       |
| 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       |

| Ano          | Meses        |              |              |              |             |             |            |            |            |            |            |             | Total Anual  |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
|              | Jan          | Fev          | Mar          | Abr          | Mai         | Jun         | Jul        | Ago        | Set        | Out        | Nov        | Dez         |              |
| 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        |
| <b>Média</b> | <b>101,7</b> | <b>127,9</b> | <b>200,4</b> | <b>172,3</b> | <b>70,2</b> | <b>13,7</b> | <b>3,3</b> | <b>1,2</b> | <b>0,5</b> | <b>0,7</b> | <b>3,5</b> | <b>20,0</b> | <b>715,4</b> |

Fonte: Agência Nacional de Águas - ANA, Sistema de Informações Hidrológicas ([www.hidroweb.ana.gov.br](http://www.hidroweb.ana.gov.br)).

Os dados dos demais parâmetros meteorológicos apresentados na **Tabela 3.8** foram obtidos na publicação Normais Climatológicas (1961-1990) emitida pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, na qual consta a média da série histórica do período de 1961/1990.

**Tabela 3.8- Demais Parâmetros Climatológicos da Área do Projeto - Médias da Série Histórica 1961/1990 - Estação Sobral**

| Parâmetros Climatológicos | Unidade | Mês   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Ano     |
|---------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|                           |         | J     | F     | M     | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O     | N     | D     |         |
| Temperatura Média         | °C      | 26,7  | 27,1  | 27,5  | 26,2  | 26,2  | 24,9  | 26,4  | 27,2  | 26,3  | 26,7  | 27,1  | 27,1  | 26,6    |
| Temperatura Máxima        | °C      | 33,8  | 32,9  | 30,1  | 31,1  | 31,2  | 31,6  | 33,0  | 34,8  | 35,8  | 35,9  | 35,6  | 34,0  | 33,3    |
| Temperatura Mínima        | °C      | 23,6  | 22,0  | 22,5  | 22,6  | 21,3  | 21,5  | 21,2  | 21,4  | 21,5  | 21,5  | 22,0  | 23,3  | 22,0    |
| Umidade Relativa          | %       | 69,0  | 74,0  | 81,0  | 85,0  | 80,0  | 74,0  | 66,0  | 55,0  | 55,0  | 58,0  | 57,0  | 61,0  | 67,9    |
| Insolação                 | h       | 188,1 | 143,5 | 155,0 | 151,7 | 189,3 | 195,5 | 232,2 | 268,2 | 234,7 | 233,4 | 221,8 | 203,2 | 2.416,6 |
| Nebulosidade              | décimos | 6,0   | 7,0   | 7,0   | 7,0   | 6,0   | 6,0   | 4,0   | 3,0   | 3,0   | 4,0   | 5,0   | 5,0   | 5,3     |
| Evaporação Piché          | mm      | 156,6 | 125,2 | 94,6  | 101,6 | 99,7  | 116,6 | 157,9 | 191,3 | 221,3 | 224,7 | 220,0 | 205,2 | 1.914,7 |

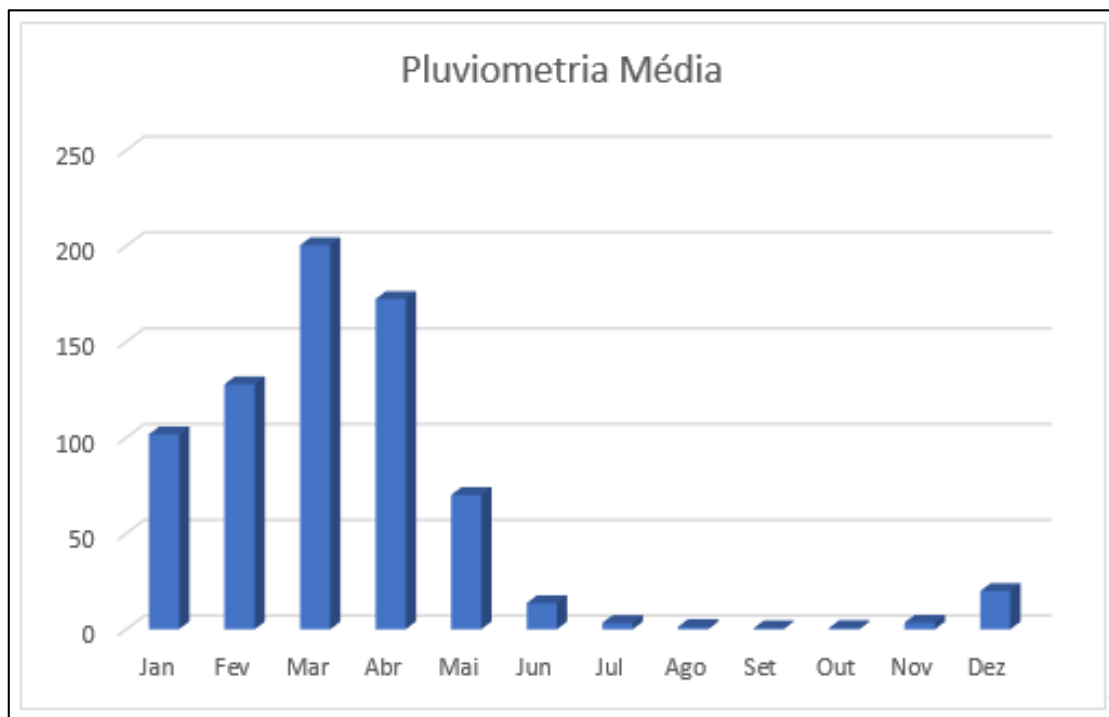
Fonte: DNMET, Normais Climatológicas (1961-1990). Brasília, INMET, 1992



O regime pluviométrico da região é caracterizado pela heterogeneidade temporal, verificando-se uma concentração da precipitação no primeiro semestre, e uma variação em anos alternados de seus totais. Geralmente a estação chuvosa tem início no mês de janeiro e se prolonga até junho. O trimestre mais chuvoso é o de fevereiro/abril, que responde por 69,97% da precipitação anual. No semestre janeiro/junho este índice oscila em torno de 95,92%.

A pluviometria média anual atinge 715,4 mm, podendo-se constatar desvios acentuados em torno desta média, em decorrência da distribuição irregular das chuvas. Observa-se no período de julho a novembro uma queda progressiva das precipitações, que chegam a atingir valores praticamente nulos, com setembro e outubro os meses mais secos na região de Santa Quitéria, apresentando médias praticamente nulas. O **Gráfico 3.1** mostra as médias mensais de precipitação da região para o período de 1974/2018.

**Gráfico 3.1- Precipitação Mensal Média (mm) Estação Santa Quitéria Série 1974/2018**

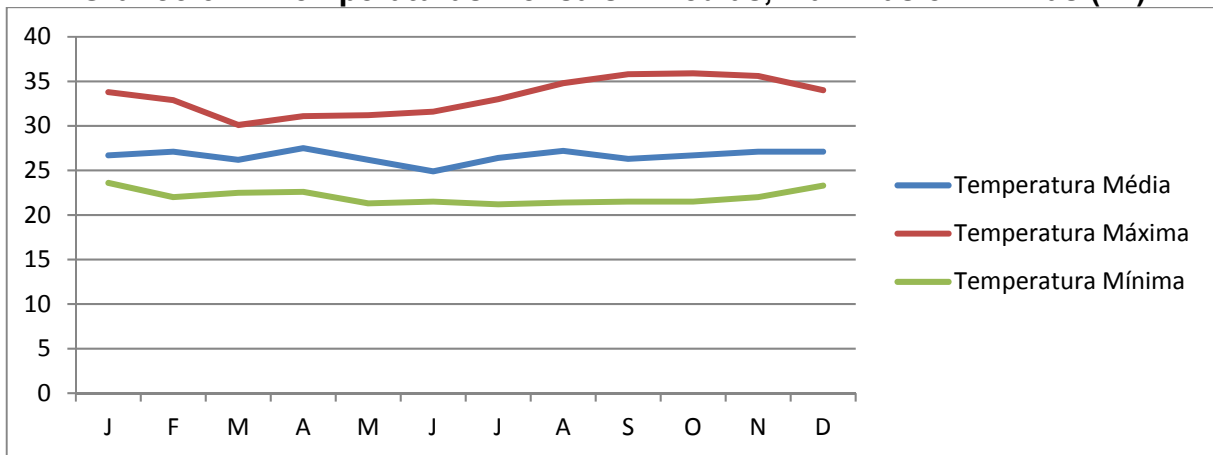


Fonte: FUNCEME, 1974/2018.

A temperatura média anual oscila entre 24,9°C e 27,2°C, apresentando, no decorrer do dia, valores mínimos entre 6 e 7 horas e máximos entre 14 e 15 horas. Os meses de outubro a dezembro e de janeiro a março apresentam as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de abril, maio e junho.

A média das máximas é de 33,3°C e a média das mínimas é de 22,0°C. Devido à proximidade da linha do Equador, a oscilação térmica anual não ultrapassa a 3°C. O **Gráfico 3.2** apresenta as médias das temperaturas médias, máximas e mínimas coletadas na Estação Sobral no período de 1961/1990.

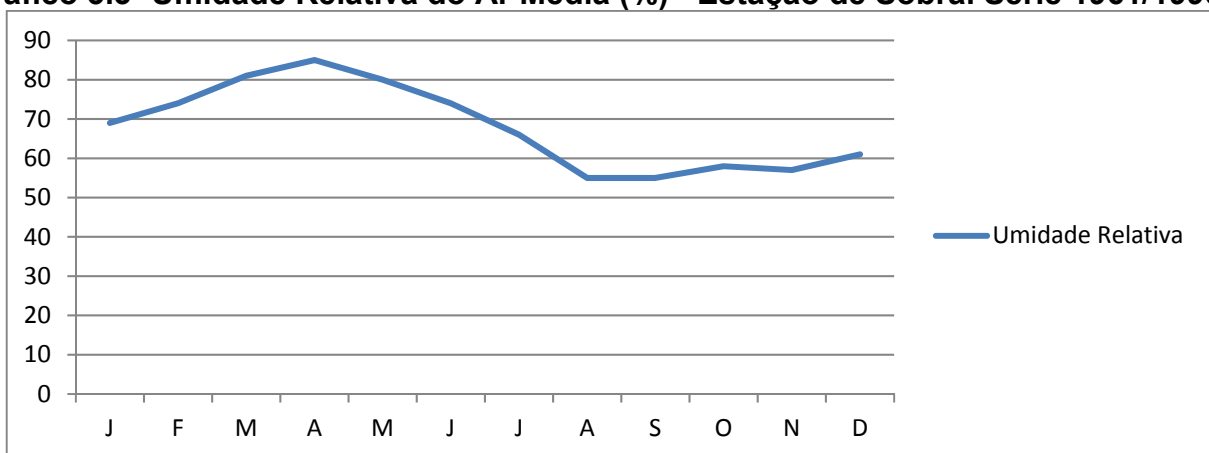
**Gráfico 3.2 - Temperaturas Mensais – Médias, Máximas e Mínimas (°C)**



Fonte: INMET, 1961-1990.

A umidade relativa média anual para uma série de dados compreendida entre 1961 e 1990, é de 67,9%, apresentando seus maiores valores no período março/maio, quando ultrapassa 80,0%. Já no período de estiagem, as taxas decrescem, atingindo valores entre 55,0 e 58,0%, de agosto a novembro. O **Gráfico 3.3** apresenta os dados de umidade relativa do ar da região.

**Gráfico 3.3- Umidade Relativa do Ar Média (%) - Estação de Sobral Série 1961/1990**

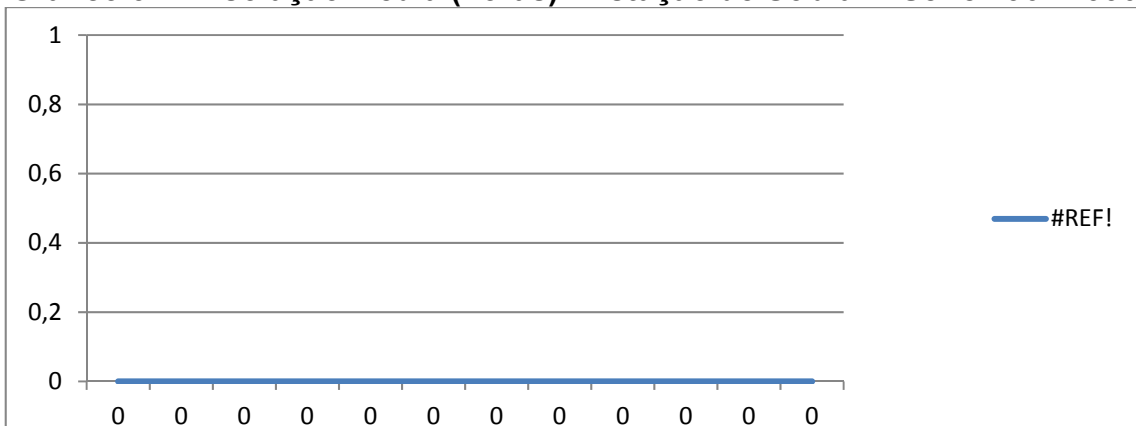


Fonte: INMET, 1961-1990.

A insolação média anual é da ordem de 2.416,6 horas, o que corresponderia, em tese, a aproximadamente 55,2% dos dias do ano com luz solar direta. O trimestre de maior

insolação é o de agosto/outubro e o de menor insolação é o de fevereiro/abril. O **Gráfico 3.4** Erro! Fonte de referência não encontrada. mostra a distribuição da insolação média mensal no decorrer do ano.

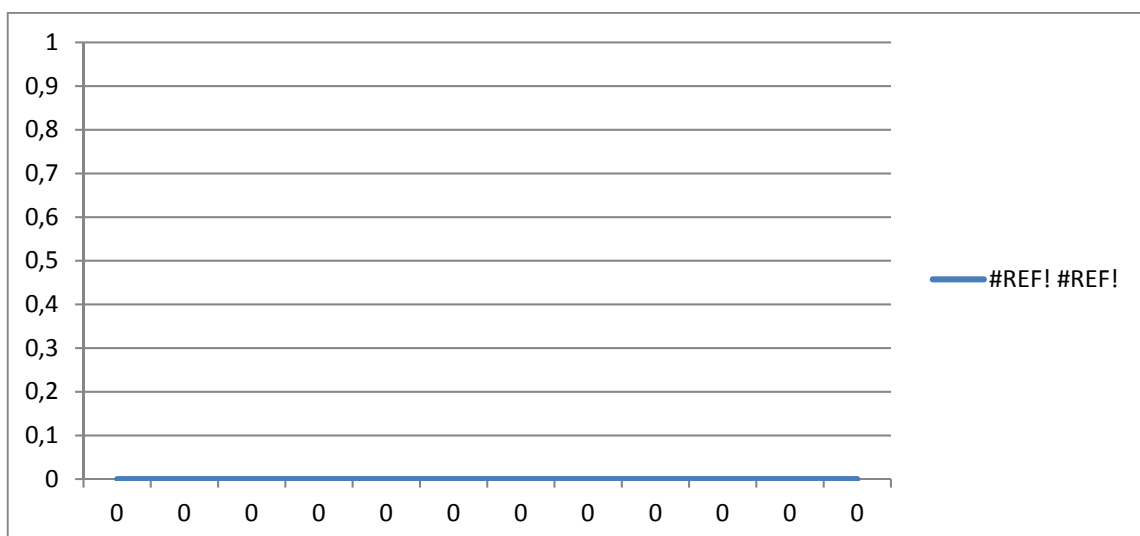
**Gráfico 3.4- Insolação Média (horas) - Estação de Sobral – Série 1961/1990**



Fonte: INMET, 1961-1990.

A nebulosidade definida como as décimas partes encobertas do céu, apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos, chegando a atingir 7,0 décimos no período fevereiro/abril e o mínimo de 3,0 décimos nos meses de agosto e setembro, período de estiagem. A nebulosidade média anual atinge 5,3 décimos. O **Gráfico 3.5** mostra a distribuição da nebulosidade mensal média no decorrer do ano.

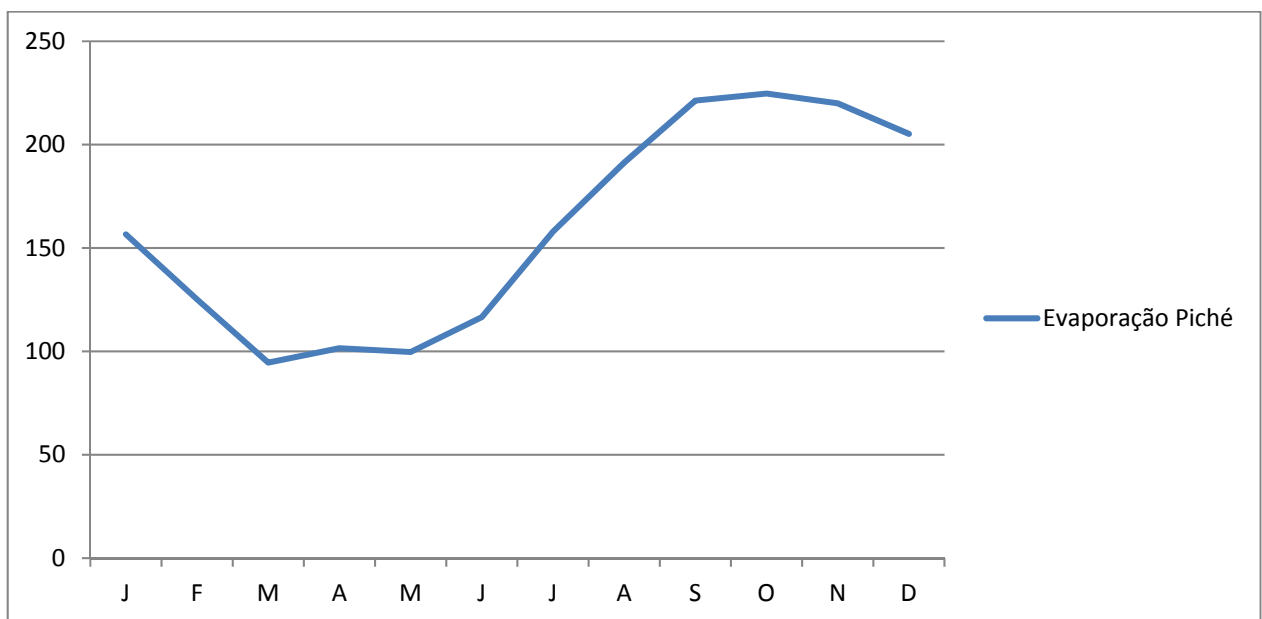
**Gráfico 3.5- Nebulosidade (0-10) - Estação de Sobral – Série 1961/1990**



Fonte: INMET, 1961-1990.

A evaporação média anual é da ordem de 1.914,7 mm, com o período de estiagem (julho/dezembro) respondendo por 63,7% do total anual, apresentando no mês de ápice, taxa média em torno de 9,4 mm/dia. Nos meses chuvosos, essa taxa cai para 3,9 mm/dia, sendo que o trimestre março/maio responde por apenas 15,5% da evaporação anual. O **Gráfico 3.6** Erro! Fonte de referência não encontrada. mostra a distribuição da evaporação média mensal ao longo do ano.

**Gráfico 3.6- Evaporação Média Mensal (mm) - Estação de Sobral – Série 1961/1990**



Fonte: INMET, 1961-1990.

### 3.2.2. Meio Biótico

#### 3.2.2.1. Tipologias Vegetais

A Região Hidrográfica do Acaraú apresenta seu território recoberto por oito tipos de unidades fitoecológicas, as quais apresentam correlações com as diferentes litologias e tipos de solos aí presentes, bem como com a compartimentação topográfica e o regime climático. Na zona litorânea prevalece o Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, composto pela vegetação de dunas e de tabuleiros, enquanto que nas planícies fluvio-marinhas verifica-se a ocorrência da Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (mangue).

A Floresta Caducifólia Espinhosa, formação de natureza xeromórfica, ocorre na região de alto/médio curso, se encontrando associada ao domínio do embasamento cristalino,

sendo popularmente denominada de Vegetação de Caatinga. Ostenta três diferentes tipos de padrão fitofisionômicos, apresentando 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. Na área da Bacia Hidrográfica do Acaraú ocorrem a Caatinga Arbórea, a Caatinga Arbustiva Densa e a Caatinga Arbustiva Aberta.

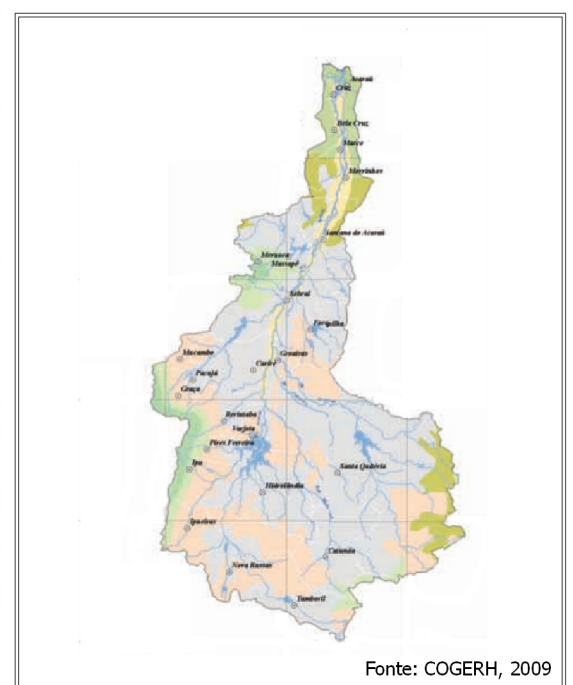
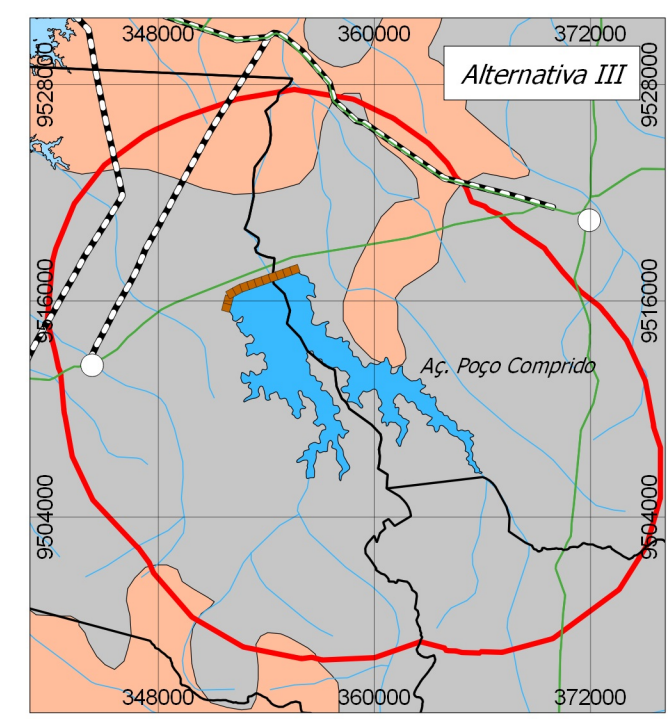
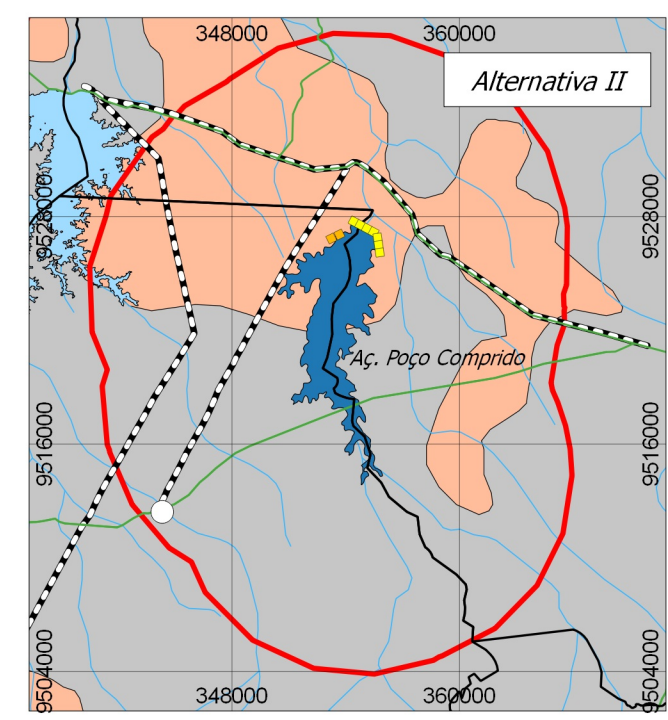
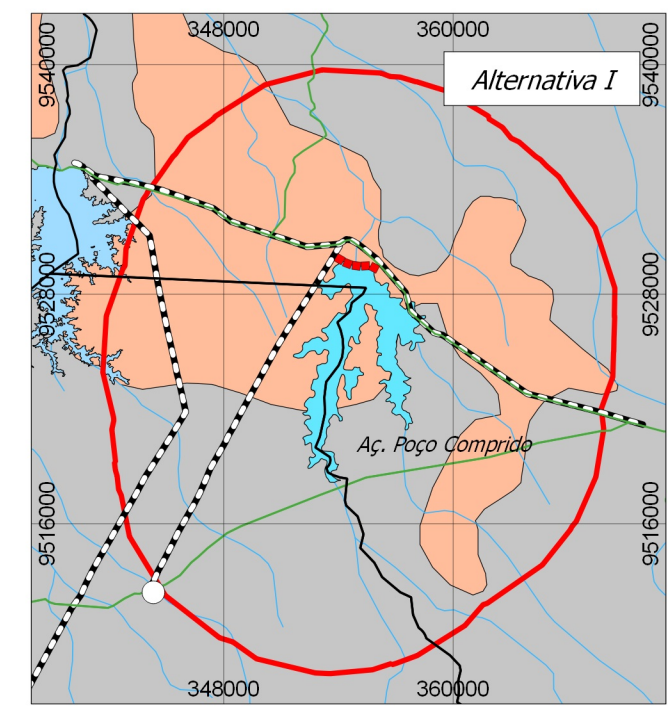
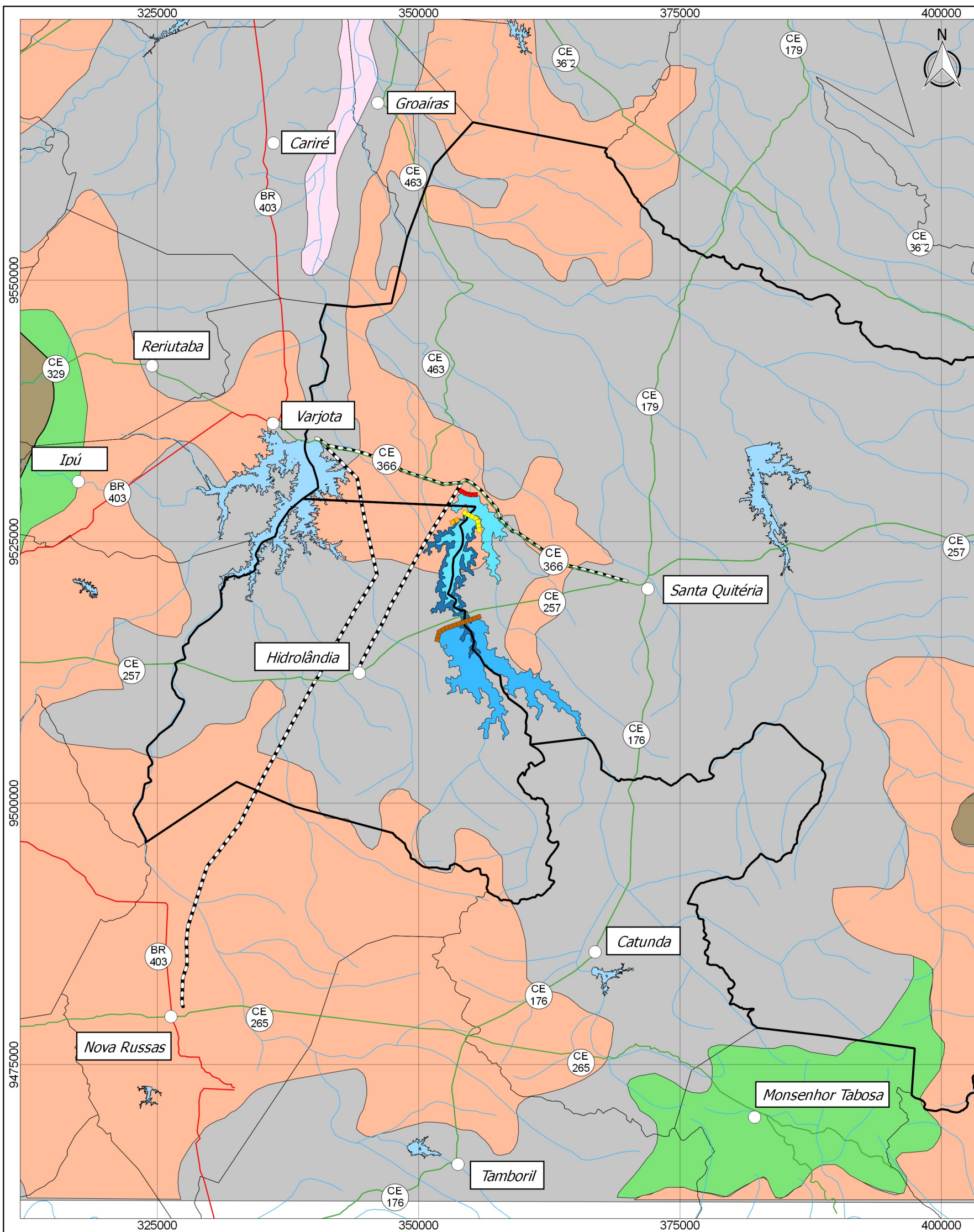
Nos níveis mais elevados da Serra da Meruoca ocorre a cobertura vegetal da Floresta Sub-perenifólia Tropical Pluvio-nebular (Matas Úmidas). Já nas áreas de baixas encostas, observa-se a ocorrência da Floresta Subcaducifolia Pluvial (Matas Secas). Nas várzeas dos principais eixos de drenagem verifica-se a ocorrência da Floresta Mista Dicótilo-Palmácea, onde se destacam a presença de extensos carnaubais na região de baixo curso da bacia.

A cobertura vegetal da área de influência da Barragem Poço Comprido, por sua vez, pode ser dividida em dois tipos de formações vegetais, com seus respectivos ecossistemas: Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea e Caatinga Arbustiva Aberta) e a Floresta Mista Dicótilo-palmácea (Matas Ciliares). O mapa de vegetação da área de influência do empreendimento ora em análise encontra-se apresentado na **Figura 3.15**.


A vegetação de Caatinga ocupa a maior porção do território da área do estudo, encontrando-se associada aos domínios da depressão sertaneja, onde a deficiência hídrica é a característica mais marcante, juntamente com solos de pouca profundidade, frequentemente pedregosos. Constitui a vegetação típica dos sertões nordestinos, caracterizando-se por apresentar elevado grau de xerofitismo, caráter caducifoliar, grande ramificação dos troncos, o que dá a algumas árvores a aparência arbustiva, e frequência de plantas espinhosas.

Na área do estudo a caatinga apresenta-se relativamente preservada, sendo observados apenas trechos esparsos com cobertura vegetal degradada pela interferência antrópica, através do cultivo de culturas de subsistência, formação de pastagens e retirada da lenha. A degradação da Caatinga arbórea determina a maior expansão das espécies arbustivas, reduzindo a diversidade da flora e modificando o equilíbrio ecológico. Na área da bacia hidráulica da futura Barragem Poço Comprido a vegetação de caatinga arbustiva aparece recobrando cerca de 90,0% da sua área, estando o restante ocupado pela caatinga de porte arbóreo e matas ciliares.





| Legenda      |                                       |
|--------------|---------------------------------------|
|              | Eixo Barrável - Alternativa I         |
|              | Dique - Alternativa II                |
|              | Eixo Barrável - Alternativa II        |
|              | Eixo Barrável - Alternativa III       |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa I      |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa II     |
|              | Bacia Hidráulica - Alternativa III    |
|              | Buffer 10 km - Alternativa I, II, III |
| VEGETAÇÃO    |                                       |
|              | Carrasco                              |
|              | Mata Seca                             |
|              | Mata Úmida                            |
|              | Caatinga Arbórea                      |
|              | Caatinga Arbustiva Densa              |
|              | Caatinga Arbustiva Aberta             |
|              | Floresta Mista (Mata Ciliar)          |
| Complementos |                                       |
|              | Sede Municipal                        |
|              | Cursos d'Água                         |
|              | Rodovia Federal                       |
|              | Rodovia Estadual                      |
|              | Linha de Alta Tensão                  |
|              | Açudes                                |
|              | Limite Municipal                      |
|              | Municípios do Projeto                 |



Projeto Executivo da Barragem Poço Comprido  
Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA

Figura 3.15 - Mapa de Vegetação 83

|   |  |
|---|--|
| Sistema de Coordenadas<br>SIRGAS 2000 UTM ZONA 24S<br>Projeção: Transverse Mercator<br>Datum: Sirgas 2000 | Escala: 1:400.000<br>Data: Abril/ 2019 |
|---|--|



Aparecem entre as espécies mais representativas desta comunidade: catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), cumaru (*Amburana cearensis*), matapasto (*Cassia sericea*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), velame (*Croton campestris*), mofumbo (*Combretum leprosum*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), marmeleiro (*Croton sonderianus*) e mandacaru (*Cereus jamacaru*). Nas áreas degradadas é frequente a presença da jurema (*Mimosa hostile*).

Quanto à Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (matas ciliares), as planícies fluviais apresentam boas condições hídricas e solos férteis, favorecendo a instalação de uma cobertura vegetal, cuja fisionomia de mata galeria ou ciliar, contrasta com a vegetação caducifólia e de baixo porte dos interflúvios sertanejos.

As principais espécies que habitam esses ecossistemas são o mulungu (*Erythrina velutina*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), oiticica (*Licania rigida*) e ingá-bravo (*Lonchocarpus sericeus*), além de espécies arbustivas e trepadeiras. No território da área do estudo destacam-se as matas ciliares ou florestas ribeirinhas relacionadas às planícies do rio dos Macacos e tributários, que se apresentam relativamente preservadas.

#### 3.2.2.2. Interferências com Unidades de Conservação, Áreas de Preservação Permanente e Habitat's Naturais Críticos.

O desenvolvimento de ações preservacionistas nos territórios dos municípios integrantes da Bacia Hidrográfica do Acaraú encontra-se representado pela presença de 6 (seis) unidades de conservação, sendo 50,0% destas administradas por instâncias municipais, outras duas estão sob a alçada do Governo Federal, enquanto uma encontra-se sob responsabilidade de instância privada, conforme pode ser visualizado na **Tabela 3.9**.

Destas unidades de conservação nenhuma encontra-se posicionada em municípios que apresentam porções de seus territórios inseridas na área de influência indireta do empreendimento ora em análise, que no caso específico do meio biótico abrange um raio de 10,0km no entorno do futuro reservatório.

**Tabela 3.9- Unidades de Conservação Presentes nos Territórios dos Municípios Integrantes da Bacia Hidrográfica do Acaraú**

| Unidade de Conservação            | Municípios                            | Área (ha) | Órgão Administrador    |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------|------------------------|
| Floresta Nacional de Sobral       | Sobral                                | 661,01    | ICMBio                 |
| Parque Ecológico Lagoa da Fazenda | Sobral                                | 19,00     | Pref. Municipal Sobral |
| Parque Ecológico de Acaraú        | Acaraú                                | 2.700,00  | Pref. Municipal Acaraú |
| APA da Serra da Meruoca           | Meruoca                               | 29.361,74 | ICMBio                 |
| APA da Bica do Ipu                | Ipu                                   | 3.484,66  | Pref. Municipal Ipu    |
| REP Mata Fresca                   | Alcântaras, Massapê, Meruoca e Sobral | 107,90    | Privada                |

Fonte: ICMBio ([www.icmbio.gov.br](http://www.icmbio.gov.br)) e SEMACE ([www.semace.ce.gov.br](http://www.semace.ce.gov.br)).

### 3.2.2.3. Ocorrências de Espécies da Flora e da Fauna Endêmicas ou Ameaçadas de Extinção

Não existem para o Estado do Ceará estudos específicos sobre as espécies florísticas e faunísticas endêmicas de determinadas regiões do seu território. Assim sendo, para a área das obras da Barragem Poço Comprido, deverá ser realizado um inventário florístico e faunístico por ocasião da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental.

## 3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES SOCIOECONÔMICOS

### 3.3.1. Dinâmica Populacional

De acordo com os dados do IBGE, em 2010, os municípios integrantes da área do estudo abrigam uma população total de 72.040 habitantes, o correspondente a 0,97% da população estadual. Desse total, 42.763 habitantes (59,36%) correspondem à população residente no município de Santa Quitéria, 19.325 (26,83%) habitantes residem no município de Hidrolândia e 9.952 (13,81%) habitantes vivem no município de Catunda.

A densidade demográfica atingiu nesse ano o patamar de 10,04 hab/km<sup>2</sup> no município de Santa Quitéria, 12,71 hab/km<sup>2</sup> em Catunda e 19,99 hab/km<sup>2</sup> no município de Hidrolândia. A taxa de urbanização atingiu 52,05% em Santa Quitéria, 54,21% em Catunda e 57,20% no município de Hidrolândia. (Tabela 3.10).

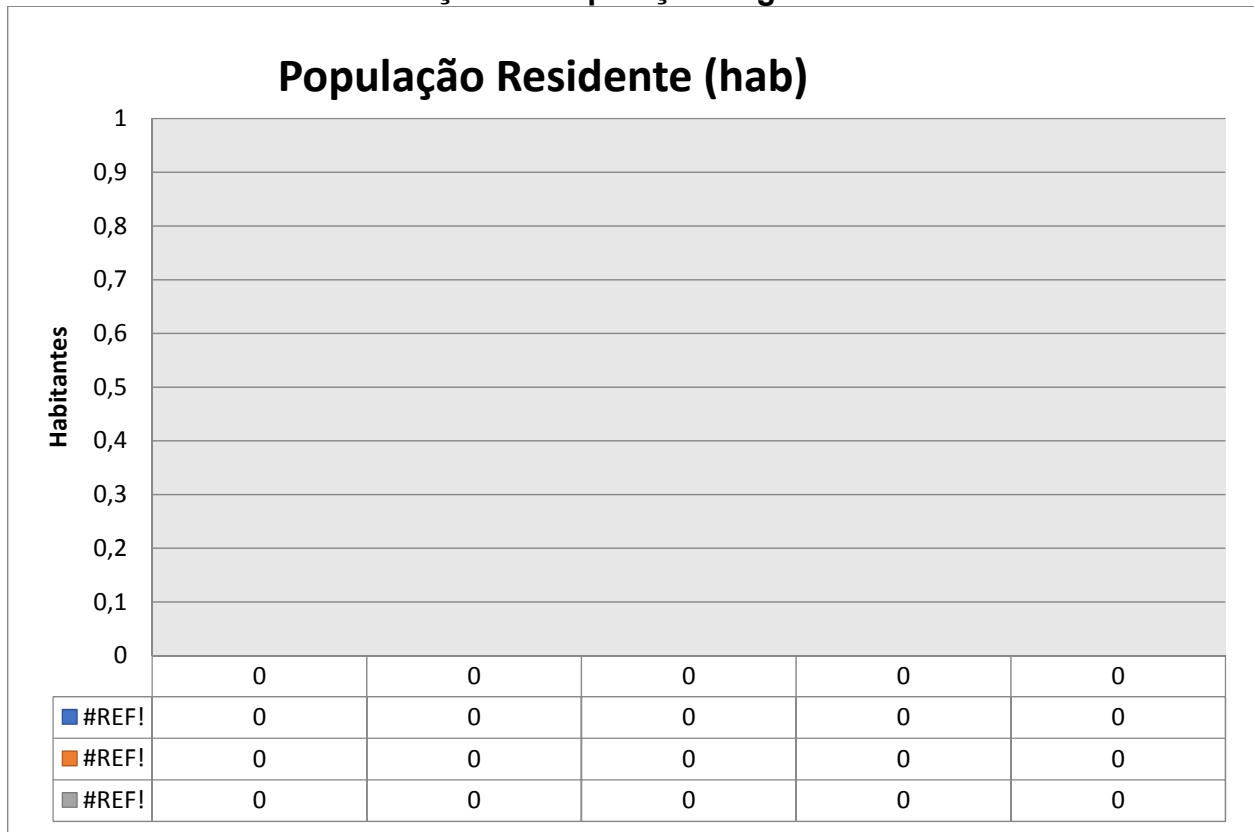
**Tabela 3.10- Evolução da População e Distribuição Geográfica – 2010**

| Município              | População Residente (hab) |                       | Taxa de Urbanização (%) | Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> ) |              |
|------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|--|--------------|
|                        | Total                     | Situação do Domicílio |                         |  |              |
|                        |                           | Urbano                |                         |  | Rural        |
| Santa Quitéria         | 42.763                    | 22.260                | 20.503                  | 52,05  | 10,04        |
| Hidrolândia            | 19.325                    | 11.054                | 8.271                   | 57,20  | 19,99        |
| Catunda                | 9.952                     | 5.395                 | 4.913                   | 54,21  | 12,71        |
| <b>Total</b>           | <b>72.040</b>             | <b>38.709</b>         | <b>33.687</b>           | -  | -            |
| <b>Estado do Ceará</b> | <b>8.452.381</b>          | <b>6.346.569</b>      | <b>2.105.812</b>        | <b>75,09</b>                                 | <b>56,76</b> |

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

No município de Santa Quitéria 52,05% da população (22.260 habitantes) vivem na área urbana do município enquanto 47,95% (20.503 habitantes) residem na zona rural. Em Hidrolândia 57,20% dos habitantes (11.054) encontram-se na área urbana e 42,80% (8.271 habitantes) residem na zona rural. Já no município de Catunda 54,21% dos habitantes encontram-se na zona urbana enquanto 45,79% estão na zona rural. (Gráfico 3.7).

**Gráfico 3.7- Distribuição da População Segundo o Domicílio – 2010**



Quanto ao crescimento populacional, a análise dos dados pertinentes ao período intercensitário de 2000/2010, revela sinais de estagnação da população total dos municípios em questão, com taxa de crescimento de apenas 0,39% a.a. (**Tabela 3.11**).

O município de Hidrolândia apresentou acréscimo mais evidente de seu contingente populacional com taxas de 0,93% ao ano, seguido pelo município de Catunda que apresentou uma taxa de crescimento de 0,71%. Por outro lado, o município de Santa Quitéria apresentou sua população estagnada com taxa de 0,09% a.a.



**Tabela 3.11 - Evolução da Taxa de Crescimento da População – 2000/2010**

| Município              | População Residente 2000<br>(hab) |                  |                  | População Residente 2010<br>(hab) |                  |                  | Taxa Geométrica<br>de Crescimento<br>Anual - 2000/2010<br>(% a.a.) |        |       |
|------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|--|--------|-------|
|                        | Total                             | Urbana           | Rural            | Total                             | Urbana           | Rural            | Total  | Urbana | Rural |
| Santa Quitéria         | 42.375                            | 19.355           | 23.020           | 42.763                            | 22.260           | 20.503           | 0,09   | 1,50   | -1,09 |
| Hidrolândia            | 17.687                            | 9.122            | 8.565            | 19.325                            | 11.054           | 8.271            | 0,93   | 2,12   | -0,34 |
| Catunda                | 9.296                             | 4.068            | 5.228            | 9.952                             | 5.395            | 4.913            | 0,71   | 3,26   | -0,60 |
| <b>Total</b>           | <b>69.358</b>                     | <b>32.545</b>    | <b>36.803</b>    | <b>72.040</b>                     | <b>38.709</b>    | <b>33.331</b>    | 0,39   | 1,89   | -0,94 |
| <b>Estado do Ceará</b> | <b>7.430.661</b>                  | <b>5.315.318</b> | <b>2.115.343</b> | <b>8.452.381</b>                  | <b>6.346.569</b> | <b>2.105.812</b> | 1,38   | 1,94   | -0,05 |

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2000 e 2010.

As populações urbanas apresentaram taxas positivas de crescimento em todos os municípios, com os valores de 1,5% para o município de Santa Quitéria, 2,12% no município de Hidrolândia e 3,26% no município de Catunda. Quanto às taxas de crescimento da população rural, verificaram-se sinais de decréscimo na população rural dos municípios em questão. Santa Quitéria apresentou uma taxa de -1,09%, seguida pelo município de Catunda que teve uma taxa de -0,60%, enquanto Hidrolândia apresentou uma taxa de -0,34% ao ano.

### 3.3.2. Qualidade de Vida da População

#### 3.3.2.1. Nível de Instrução

Objetivando aferir o nível ou padrão de qualidade de vida da população residente nos municípios de estudo, foram analisados os indicadores de educação, renda e condições médico-sanitárias, além do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) desenvolvido pelo PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

Em 2010, de acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano do PNUD, Ipea e FJP, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola atingia índices de 98,63% em Santa Quitéria; 97,90% em Catunda e 95,90% em Hidrolândia.

O tema referente ao ensino regular indicava que o percentual de crianças de 11 a 13 anos, em 2010, frequentando os anos finais do ensino fundamental apresentava para os municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda, respectivamente, 90,84%, 84,35% e 41,47%.

Quanto aos indicadores de escolaridade, em 2010, a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo oscilava entre 95,68% para o município da Catunda, 53,38% Santa Quitéria e 45,23% para Hidrolândia. Já a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo é de 63,18%, 40,09% e 35,61%, respectivamente.

Vê-se dessa forma, uma grande adesão das crianças menores na escola, porém, entre os jovens são poucos os que conseguem concluir os ensinos fundamental e médio (**Tabela 3.12**).

**Tabela 3.12 - Indicadores da Educação de Crianças e Jovens – 2000/2010**

| Município              | % de Crianças de 5 a 6 anos na escola |              | % de Crianças de 11 a 13 anos frequentando anos finais do fundamental |              | % de Jovens de 15 a 17 anos com fundamental completo |              | % de Jovens de 18 a 20 anos com médio completo |              |
|------------------------|---------------------------------------|--------------|---|--------------|--|--------------|--|--------------|
|                        | 2000                                  | 2010         | 2000  | 2010         | 2000   | 2010         | 2000   | 2010         |
| Santa Quitéria         | 70,00                                 | 98,63        | 52,35   | 90,84        | 14,21  | 53,38        | 10,28  | 40,09        |
| Hidrolândia            | 85,76                                 | 95,90        | 60,01   | 84,35        | 10,64  | 45,23        | 8,19   | 35,61        |
| Catunda                | 82,89                                 | 97,90        | 3,82  | 41,47        | 69,46  | 95,68        | 13,01  | 63,18        |
| <b>Estado do Ceará</b> | <b>82,55</b>                          | <b>96,29</b> | <b>31,39</b>  | <b>89,46</b> | <b>24,97</b>   | <b>56,89</b> | <b>15,07</b>                                   | <b>37,39</b> |

Fonte: PNUD/IPEA/FJP, Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2013.

Analisando o nível de instrução da população adulta (maiores de 25 anos) constata-se que na última década houve uma redução nas taxas de analfabetismo desta faixa etária, apesar disso, a taxa final nos municípios em estudo ainda era longe da ideal,

demonstrando uma situação educacional crítica na região. Em 2000, a taxa de analfabetismo entre a população adulta de Santa Quitéria era de 45,98% caindo para 35,70% em 2010. Em Hidrolândia esta taxa era de 44,05% no ano de 2000, reduzindo para 37,77% em 2010. Já no município de Catunda a taxa de analfabetismo era de 48,91% em 2000, diminuindo para 38,45% em 2010 (**Tabela 3.13**).

**Tabela 3.13- Nível de Escolaridade da População Adulta – 25 anos ou mais (%) 2000/2010**

| Município              | Taxa de Analfabetismo (%) |              | Fundamental Completo (%) |              | Médio Completo (%) |              | Superior Completo (%) |             |
|------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|-------------|
|                        | 2000                      | 2010         | 2000                     | 2010         | 2000               | 2010         | 2000                  | 2010        |
| Santa Quitéria         | 45,98                     | 35,70        | 11,89                    | 27,64        | 6,74               | 16,74        | 1,67                  | 4,48        |
| Hidrolândia            | 44,05                     | 37,77        | 8,64                     | 24,00        | 5,79               | 15,04        | 0,83                  | 3,17        |
| Catunda                | 48,91                     | 38,45        | 9,03                     | 27,55        | 5,25               | 14,86        | 0,77                  | 3,88        |
| <b>Estado do Ceará</b> | <b>32,97</b>              | <b>23,95</b> | <b>25,76</b>             | <b>42,88</b> | <b>16,36</b>       | <b>29,23</b> | <b>3,64</b>           | <b>7,16</b> |

Fonte: PNUD/IPEA/FJP, Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2013.

O resultado revela que uma parcela representativa da população em idade produtiva é formada, em sua maioria, por mão-de-obra não qualificada e sem escolaridade básica, reflexo de um sistema educacional falho, que, em muitos casos, não possibilita a permanência dos alunos na escola. Em outras palavras, a escolaridade da população adulta reflete o mau funcionamento do sistema educacional em períodos passados e revela que a grande maioria da população adulta sequer completou o ensino fundamental em sua passagem pelo sistema educacional.

Quanto à população adulta (com mais de 25 anos) com ensino fundamental completo, em 2010, esta atingiu um nível de 27,64% em Santa Quitéria, de 24% em Hidrolândia e de 27,55% no município de Catunda. A população adulta com ensino médio completo, por sua vez, variava de 14,86% em Catunda; 15,04% em Hidrolândia, até 16,74%, em Santa Quitéria. Já a população desta faixa etária que contava com ensino superior completo perfazia apenas 3,17%, em Hidrolândia, 3,88% em Catunda e 4,48%, em Santa Quitéria. A título de comparação, no Estado do Ceará, os percentuais da população adulta que

apresentava ensinos fundamental, médio e superior completos, em 2010, são respectivamente, 42,88%, 29,23% e 7,16%.

Ressalta-se que, os avanços na área educacional são fortemente influenciados por variáveis econômicas e de localização. Resultados baixos nos índices de educação advêm de baixos investimentos no ensino, o que repercute em menor cobertura escolar, piores condições de ensino, piores instalações físicas e índices de desempenho educacionais mais baixos. Assim sendo, as menores taxas de analfabetismo estão, geralmente, vinculadas aos municípios com menor desenvolvimento econômico.

Ocorrem, também, diferenças significativas nas taxas de analfabetismo quando se considera as zonas urbana e rural, já que no meio rural a permanência na escola está continuamente ameaçada pela inadequação entre os calendários escolar e agrícola, bem como pelos processos migratórios aos quais estão expostas as famílias.

Por outro lado, pela perspectiva da qualidade do ensino, o parque escolar do meio rural, em geral, encontra-se mal distribuído, com diferenciais em seus espaços físicos e com alto índice de professores leigos.

### 3.3.2.2. Distribuição da Renda

No tocante à distribuição de renda, os dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE para a área de estudo confirmam que 74,05% dos domicílios existentes apresentam uma renda mensal inferior a dois salários mínimos (**Tabela 3.14**), o que comprova o baixo padrão de vida da população residente na área de influência do empreendimento.

**Tabela 3.14- Rendimento Nominal Mensal Domiciliar - 2010**

| Município              | Rendimento Nominal Mensal (%) |              |             |              |                |
|------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|--------------|----------------|
|                        | Até 2 s.m.                    | 2 - 5 s.m.   | 5 - 20 s.m. | > de 20 s.m. | Sem Rendimento |
| Santa Quitéria         | 74,05%                        | 16,85%       | 3,71%       | 0,23%        | 5,16%          |
| Hidrolândia            | 73,82%                        | 20,79%       | 2,71%       | 0,14%        | 1,98%          |
| Catunda                | 74,53%                        | 17,38%       | 3,28%       | 0,29%        | 4,56%          |
| <b>Total</b>           | 74,05%                        | 18,02%       | 3,38%       | 0,21%        | 4,19%          |
| <b>Estado do Ceará</b> | <b>63,23</b>                  | <b>22,43</b> | <b>8,62</b> | <b>1,26</b>  | <b>4,46</b>    |

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Computando os domicílios que não contavam com rendimento a situação torna-se mais crítica com este percentual elevando-se para 78,24%. Os domicílios que compõem o estrato inferior de renda apresentam-se mais representativos na zona rural, o que torna mais agravante a situação, tendo em vista a elevada concentração das terras, a falta de oportunidades de emprego e a precariedade dos serviços básicos.

Os municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda apresentaram situações semelhantes e bastante críticas, com 79,20, 75,80 e 79,08% dos domicílios com rendimento inferior a dois salários mínimos ou sem rendimento, respectivamente. Em suma, pode-se considerar que praticamente toda a população dos municípios contemplados encontra-se em uma situação de pobreza e que há uma crítica concentração de renda.

Analisando o valor da renda *per capita* média, observa-se que houve um incremento desse valor no decorrer do período 2000/2010 em todos os municípios de estudo. A renda *per capita* média da região estudada era de R\$ 137,08, em 2000, passando para R\$ 235,89, em 2010. Dentre os municípios, aquele que apresentou maior crescimento de renda *per capita* nesse período, foi Catunda com uma taxa média de crescimento de 10,90% a.a.

Apesar disto, verificou-se, que a renda *per capita* pior estabelecida em 2010 era a do município de Catunda (R\$ 210,65), que apesar de ter obtido o maior crescimento neste período ainda encontra-se em uma situação crítica de extrema pobreza. Cabe ressaltar que em todos os municípios da área de estudo a renda *per capita* apresenta-se inferior ao salário mínimo vigente na época, de R\$ 510,00 e inferior à renda *per capita* do Ceará como um todo, que era de R\$ 460,63 (**Tabela 3.15**).



**Tabela 3.15- Distribuição de Renda – 2000/2010**

| Municípios             | Renda <i>per capita</i> (R\$) |               | Proporção de extremamente pobres (%) |              | Proporção de pobres (%) |              | Concentração de renda (Índice de Gini) |             |
|------------------------|-------------------------------|---------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------|--|-------------|
|                        | 2000                          | 2010          | 2000                                 | 2010         | 2000                    | 2010         | 2000                                   | 2010        |
| Santa Quitéria         | 160,84                        | 238,84        | 44,48                                | 30,69        | 67,23                   | 48,79        | 0,64                                   | 0,56        |
| Hidrolândia            | 142,59                        | 243,41        | 47,00                                | 25,49        | 64,23                   | 44,00        | 0,61                                   | 0,51        |
| Catunda                | 107,87                        | 225,43        | 49,77                                | 27,33        | 73,79                   | 48,19        | 0,54                                   | 0,53        |
| <b>Estado do Ceará</b> | <b>310,21</b>                 | <b>460,63</b> | <b>28,11</b>                         | <b>14,69</b> | <b>51,75</b>            | <b>30,32</b> | <b>0,67</b>                            | <b>0,61</b> |

Fonte: PNUD/IPEA/FJP, Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2013.

A proporção de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar *per capita* inferior a R\$ 140,00 (a preços de agosto de 2010) em Hidrolândia, que foi o município com a pior situação, passou de 64,23%, em 2000, para 44% em 2010, redução a uma taxa de - 2,02% a.a. Em 2010, a proporção de pobres no Ceará era de 30,32%, logo, pode-se constatar que todos os municípios de estudo apresentam a proporção de pobres maior que a média estadual.

A pobreza extrema, medida pela proporção de pessoas com renda per capita mensal inferior a R\$ 70,00 (a preços de agosto de 2010), apresentou redução em todos os municípios no período 2000/2010. Com efeito, no município de Catunda, que obteve a melhor evolução neste período, a proporção de extremamente pobres era de 49,77% (2000), caindo para 27,33% (2010), uma redução de - 2,24% a.a.

A evolução da desigualdade de renda nesse período pode ser descrita através do Índice de Gini, um instrumento que mede o grau de concentração de renda, sendo que zero representa situação de total igualdade e 1 significa completa desigualdade. O Índice de Gini, em Santa Quitéria, passou de 0,64, em 2000, para 0,56, em 2010, sendo este o município com maior desigualdade social em 2010 dos municípios estudados.

A menor desigualdade foi encontrada no município de Hidrolândia (0,51), enquanto o município de Catunda apresentou um Índice de Gini de 0,53. No Estado do Ceará, o índice de Gini passou de 0,67, em 2000 para 0,61, em 2010, indicando que os municípios

estudados têm uma situação menos desigual que o estado como um todo, porém ainda denotam uma forte concentração de renda.

### 3.3.2.3. Condições Médico-Sanitárias

As condições médico-sanitárias da população dos municípios integrantes da área de estudo foram analisadas com base nos valores da taxa de mortalidade infantil e das relações leitos hospitalares/habitantes e médicos/habitantes, as informações de leitos e de médicos foram retiradas do site do DATASUS, CNES – Recursos Físicos e CNES – Recursos Humanos, e para a população, utilizou-se a projeção do IBGE para a população em 2016.

A taxa de mortalidade infantil vem declinando ao longo dos anos. Em 2000, a taxa de Mortalidade Infantil nos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia atingia 41,14 crianças mortas por mil nascidas vivas, enquanto o município de Catunda apresentava 45,65 crianças mortas por mil nascidas vivas. Em 2010, essa taxa caiu para 22,30 mortes a cada mil nascimentos em Santa Quitéria e Hidrolândia, e para 32,90 no município de Catunda.

Ressalta-se, todavia, que apesar desta redução ser um aspecto positivo, os índices de mortalidade infantil no território da área de estudo ainda são altos, se comparados com a média estadual (19,29 mortes por mil nascidos vivos), além de continuarem acima do índice considerado aceitável pela OMS -Organização Mundial de Saúde, que é de 10 mortes para cada mil nascimentos (**Tabela 3.16**).

**Tabela 3.16- Indicadores Médico-Sanitários**

| Município              | Taxa de Mortalidade Infantil (‰) |              | Relação Leitos Hospitalares/Habitantes (1) | Relação Médicos/Habitantes (1) |
|------------------------|----------------------------------|--------------|--|--------------------------------|
|                        | 2000                             | 2010         |  |                                |
| Santa Quitéria         | 41,14                            | 22,30        | 1 / 930                                    | 1 / 2.673                      |
| Hidrolândia            | 41,14                            | 22,30        | 1 / 920                                    | 1 / 2.761                      |
| Catunda                | 45,65                            | 32,90        | 1 / 433                                    | 1 / 1.244                      |
| <b>Estado do Ceará</b> | <b>41,43</b>                     | <b>19,29</b> | <b>1 / 516</b>                             | <b>1 / 865</b>                 |

Fonte: PNUD/IPEA/FJP, Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2013; Datasus, TabNet, 2016; IBGE, Estimativa da População, 2010.

(1) calculado usando a população, quantidade de leitos e número de médicos em 2016.

A relação número de leitos hospitalares por habitantes para a área de estudo apresenta-se deficitária, atingindo, em 2016, a taxa de um leito para 930 habitantes em Santa Quitéria e um leito para 920 habitantes em Hidrolândia. Em relação a taxa estadual, que é de um leito para 516 habitantes, apenas o município de Catunda apresentou resultado melhor com um leito para 433 habitantes.

A recomendação da OMS é de 1:200. Essa relação é ultrapassada em todos os municípios estudados, revelando que seus habitantes buscam assistência médica no grande centro médico-hospitalar da região, representado pela cidade de Sobral, ou em Fortaleza, capital do Estado. Em suma, tal deficiência contribui para a sobrecarga da infraestrutura do setor saúde destes municípios, fazendo com que o atendimento não seja adequadamente satisfatório.

Quanto à relação médicos/habitantes, nenhum dos municípios obedecia, em 2016, o estabelecido pela Organização Mundial de Saúde de um médico para cada 1.000 habitantes, apresentando o valor de um médico para cada 2.673 habitantes, em Santa Quitéria, e um médico para cada 2.761 habitantes em Hidrolândia. O município de Catunda foi o que mais se aproximou da recomendação da OMS, apresentando um médico para cada 1.244 pessoas.

#### 3.3.2.4. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Constitui outro importante parâmetro para análise da qualidade de vida e do progresso humano de populações, o Índice de Desenvolvimento Humano, que leva em conta para o seu cálculo, além do padrão de vida (renda), variáveis como vida longa e saudável (longevidade) e acesso ao conhecimento (educação). A **Tabela 3.17** apresenta os valores do IDH-M dos municípios da área de estudo em questão.

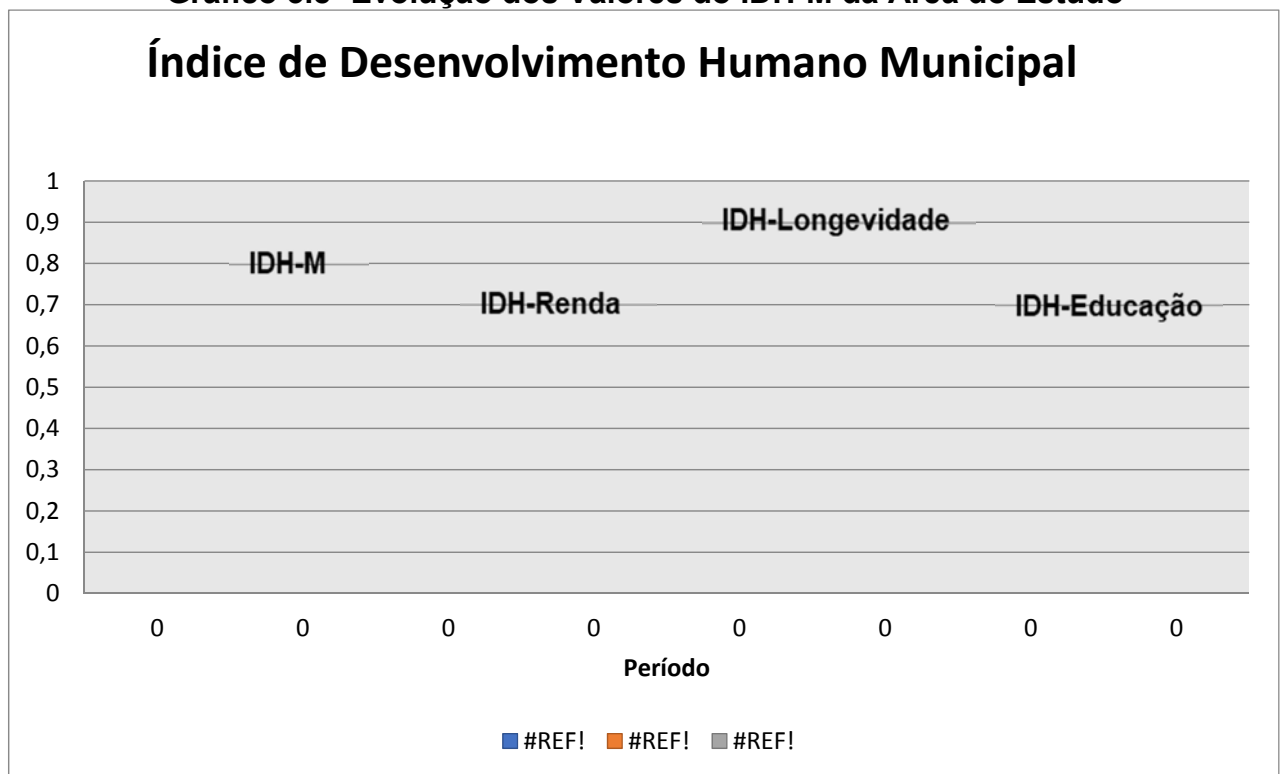
**Tabela 3.17 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 2000/2010**

| Município              | IDH-M        |              | IDH-M Renda  |              | IDH-M Longevidade |              | IDH-M Educação |              | Ranking Ceará-2010 |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|----------------|--------------|--------------------|
|                        | 2000         | 2010         | 2000         | 2010         | 2000              | 2010         | 2000           | 2010         |                    |
| Santa Quitéria         | 0,431        | 0,616        | 0,482        | 0,546        | 0,712             | 0,775        | 0,234          | 0,553        | 0,616              |
| Hidrolândia            | 0,424        | 0,597        | 0,463        | 0,549        | 0,712             | 0,775        | 0,231          | 0,499        | 0,597              |
| Catunda                | 0,427        | 0,609        | 0,418        | 0,537        | 0,692             | 0,717        | 0,269          | 0,587        | 0,609              |
| <b>Estado do Ceará</b> | <b>0,541</b> | <b>0,682</b> | <b>0,588</b> | <b>0,651</b> | <b>0,713</b>      | <b>0,793</b> | <b>0,377</b>   | <b>0,615</b> | -                  |

Fonte: PNUD/IPEA/FJP, Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, 2013.

Observou-se ao longo do período 2000/2010 um crescimento do IDH-M em todos os municípios, inclusive para o Estado do Ceará, que passou de um índice de 0,541, em 2000, para 0,682, em 2010. Constatou-se que os municípios de Santa Quitéria e Catunda apresentaram, em 2010, valores do IDH-M considerados médios (0,600 a 0,699). O município com menor índice foi Hidrolândia, que apresentou valor do IDH-M considerado baixo (0,500 a 0,599) igual a 0,597. (Gráfico 3.8).

**Gráfico 3.8- Evolução dos Valores do IDH-M da Área do Estudo**



O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal reflete as melhores condições de renda, longevidade e educação em comparação com os demais municípios. O IDH-M dos municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda não superam o IDH-M do estado como um todo.

Comparando os valores do IDH-M de 2000 e 2010, verifica-se que os indicadores de renda, longevidade e educação que integram a sua composição apresentaram valores crescentes ao longo desta última década em todos os municípios. A maior variação positiva foi verificada no indicador de educação, enquanto que o indicador de longevidade apresentou um avanço menor.

Dentre as variáveis que contribuíram para a elevação do IDH-M, registrou-se a elevação da renda, a diminuição da taxa de analfabetismo e da mortalidade infantil, além de maior acesso aos serviços básicos.

### 3.3.3. Aspectos Demográficos da População Desalojada

Com relação a população a ser desalojada nas áreas dos reservatórios formados pelas alternativas de eixos barráveis estudadas para a Barragem Poço Comprido, nas três alternativas apenas algumas habitações serão atingidas.

Há pouca diferenciação entre os quantitativos dos contingentes populacionais afetados nas alternativas II e III de eixos barráveis, com estes atingindo 59 e 64 famílias, respectivamente. Contudo, a alternativa Eixo I, apresentou 125 famílias na área de inundação de seu reservatório, sendo, entre as opções em questão, a que requer o maior quantitativo de desalojamento.

### 3.3.4. Interferências com Terras Indígenas e Quilombolas

De acordo com informações fornecidas pela FUNAI – Fundação Nacional do Índio, os municípios da área de estudo não contam com remanescentes indígenas em seu território.

Quanto à presença de comunidades quilombolas, segundo a Fundação Cultural Palmares do Ministério da Cultura, os municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia não apresentam comunidades quilombolas. Já município de Catunda apresenta uma comunidade quilombola denominada Lagoa das Pedras. Porém, cabe ressaltar que esta comunidade localiza-se na divisa dos municípios de Catunda e Tamboril, de forma que não será atingida pela obra da barragem de Poço Comprido.



### 3.3.5. Infraestrutura Física e Social

#### 3.3.5.1. Setor Transporte

A área do estudo é servida pela rodovia estadual CE-366, que corta terras dos municípios de Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda, passando pela sede municipal de Santa Quitéria. Dentre à malha viária dos municípios em questão, merecem destaque na região as rodovias:

- CE-257, rodovia pavimentada, com pista simples, que cruza o território de Santa Quitéria e Hidrolândia no sentido leste/oeste e interliga as cidades de Santa Quitéria e Hidrolândia, bem como a várias cidades da região. Apresenta bom estado de conservação;
- CE-366, rodovia pavimentada de pista simples que interliga os municípios de Catunda, Santa Quitéria e Hidrolândia, servindo como rota de acesso a área da barragem de Poço Comprido;
- CE-176, rodovia que interliga a cidade de Catunda à sede de Santa Quitéria, no sentido Norte-Sul. Apresenta pista simples e pavimentada.

A região conta, ainda, com diversas estradas vicinais, que em geral apresentam estado de conservação precário, dificultando o tráfego, principalmente, no período chuvoso. Quanto ao transporte interurbano e interestadual de passageiros, a região é atendida por serviço regular com linhas radiais que partem de Fortaleza. Dentre os municípios estudados, apenas o município de Santa Quitéria conta com terminal rodoviário.

A região possui malha ferroviária que cruza os municípios de Catunda, passando próximo à sede do município, e Santa Quitéria, cruzando a região sul do mesmo, no sentido oeste/leste, em direção dos municípios de Itaitaia, Morro Branco e outros. Porém, cabe ressaltar que esta ferrovia fica fora da área direta a ser afetada pelo empreendimento em questão.

Com relação ao acesso aéreo à área do empreendimento, este é permitido parcialmente através do aeródromo de Sobral, que é o mais próximo da região. Porém, a partir deste aeródromo o percurso deve ser feito através das rodovias estaduais. Cabe destacar que o Aeroporto Coronel Virgílio Távora, em Sobral, foi alvo de reforma de suas instalações,

envolvendo a restauração das pistas de pouso e taxiamento, e do pátio de estacionamento.

Segundo informações do DER – Departamento Estadual de Rodovias, o referido aeroporto conta com terminal de passageiros e uma pista de pouso pavimentada com 1.145 m de extensão por 30 m de largura, devidamente sinalizada. Apresenta fluxo diário de voos fretados com pelo menos cinco empresas realizando o percurso entre Fortaleza e Sobral.

### 3.3.5.2. Setor Educacional

O setor educacional dos municípios que compõem a área de influência indireta dispõe, basicamente, de três níveis regulares de ensino: pré-escolar, fundamental e médio. Na área estudada, segundo dados do IBGE (2017), 64 estabelecimentos de ensino ministravam o pré-escolar a um total de 1.825 alunos.

Dos três municípios integrantes da área de influência indireta, Catunda era o que contava com menor número de estabelecimentos escolares neste nível de ensino, com apenas 11 escolas. Já o município de Santa Quitéria apresenta um total de 38 escolas, enquanto Hidrolândia apresentou 15 estabelecimentos.

O número médio de alunos por escola de nível pré-escolar não se apresenta significativo, compreendendo para a área como um todo com uma média de aproximadamente 29 alunos para cada escola. A maioria destas escolas, ou seja, 92,18% do total, estava sob a dependência administrativa das prefeituras municipais, sendo o restante correspondente a estabelecimentos particulares. O corpo docente era composto por um total de 113 professores, na maioria sem formação adequada (**Tabela 3.18**).

O ensino fundamental, responsável pelos maiores quantitativos de matrículas e docentes, contava, em 2017, com 69 estabelecimentos de ensino ministrando o ensino da 1ª à 8ª série a crianças e adolescentes de 7 a 14 anos de idade. O número de matrículas no referido ano letivo compreendia o total de 10.078 alunos. Santa Quitéria apresentou 43 escolas neste nível, enquanto Hidrolândia apresentou 14 estabelecimentos, seguido pelo município de Catunda com 12 escolas de ensino fundamental. A região possui uma média elevada de 146 alunos por estabelecimento escolar e um total de 204 docentes.

Em termos de ensino médio, a área estudada apresentou, no ano de 2017, um número de 8 estabelecimentos de ensino, geralmente vinculados à dependência administrativa da

rede estadual de ensino (85,50% do total), estando o restante vinculado à rede particular, presente apenas no município de Santa Quitéria.

Neste nível de ensino têm-se matriculados 2.938 alunos (367 alunos/escola). O corpo docente do ensino médio era formado por 182 professores. Os equipamentos escolares do ensino médio encontram-se situado nas cidades, estando 7 estabelecimentos de ensino médio sob a administração estadual e apenas um a cargo de escolas particulares.

**Tabela 3.18 - Estabelecimentos de Ensino, Corpo Docente e Matrícula Inicial, segundo o Nível de Ensino - 2017**

| Nível de Ensino/Municípios | Estabelecimento de Ensino |           |           |            | Corpo Docente |            |            |            | Matrícula Inicial |              |              |            |
|----------------------------|---------------------------|-----------|-----------|------------|---------------|------------|------------|------------|-------------------|--------------|--------------|------------|
|                            | Total                     | Estadual  | Municipal | Particular | Total         | Estadual   | Municipal  | Particular | Total             | Estadual     | Municipal    | Particular |
| <b>Ensino Pré-escolar</b>  | <b>64</b>                 | <b>0</b>  | <b>59</b> | <b>05</b>  | <b>113</b>    | <b>0</b>   | <b>102</b> | <b>11</b>  | <b>1.825</b>      | <b>0</b>     | <b>1.661</b> | <b>164</b> |
| Santa Quitéria             | 38                        | 0         | 36        | 02         | 64            | 0          | 60         | 04         | 1.081             | 0            | 998          | 83         |
| Hidrolândia                | 15                        | 0         | 13        | 02         | 31            | 0          | 26         | 05         | 480               | 0            | 430          | 50         |
| Catunda                    | 11                        | 0         | 10        | 01         | 18            | 0          | 16         | 02         | 264               | 0            | 233          | 31         |
| <b>Ensino Fundamental</b>  | <b>69</b>                 | <b>0</b>  | <b>64</b> | <b>05</b>  | <b>204</b>    | <b>0</b>   | <b>182</b> | <b>21</b>  | <b>10.078</b>     | <b>0</b>     | <b>9.269</b> | <b>808</b> |
| Santa Quitéria             | 43                        | 0         | 41        | 02         | 43            | 0          | 41         | 02         | 5.976             | 0            | 5.476        | 500        |
| Hidrolândia                | 14                        | 0         | 12        | 02         | 160           | 0          | 141        | 19         | 2.698             | 0            | 2.505        | 192        |
| Catunda                    | 12                        | 0         | 11        | 01         | 01            | SI*        | SI*        | SI*        | 1.404             | 0            | 1.288        | 116        |
| <b>Ensino Médio</b>        | <b>08</b>                 | <b>07</b> | <b>0</b>  | <b>01</b>  | <b>182</b>    | <b>172</b> | <b>0</b>   | <b>10</b>  | <b>2.938</b>      | <b>2.900</b> | <b>0</b>     | <b>38</b>  |
| Santa Quitéria             | 05                        | 04        | 0         | 01         | 128           | 118        | 0          | 10         | 805               | 805          | 0            | 0          |
| Hidrolândia                | 02                        | 02        | 0         | 0          | 37            | 37         | 0          | 0          | 1.806             | 1.768        | 0            | 38         |
| Catunda                    | 01                        | 01        | 0         | 0          | 17            | 17         | 0          | 0          | 327               | 327          | 0            | 0          |

Fonte: IBGE Cidades, 2017. \*Sem Informação.

### 3.3.5.3. Setor Saúde

Os serviços de atendimento médico-hospitalar nos municípios pertencentes à área de estudo contavam, em 2010, com 54 estabelecimentos de saúde, 90 leitos hospitalares, 160 profissionais da saúde com nível superior e 45 técnicos e auxiliares de enfermagem, de acordo com o CNES - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde divulgado pelo DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (**Tabela 3.19**).

Observa-se que cada município da área estudada contava com um Hospital Geral em sua sede, totalizando três hospitais. Além do sistema hospitalar, a área do estudo contava, em 2016, com um total de 30 centros de saúde/unidades básicas de saúde conveniadas ao SUS, porém não há nenhum posto de saúde. O município de Santa Quitéria abriga o maior número de unidades de saúde, respondendo por 50,00% do total.

No que se refere à oferta de leitos, todos os municípios em questão são vinculados ao SUS. O município de Hidrolândia apresenta os números mais baixos, apenas 21 leitos (23,33%), enquanto Catunda possui 23 leitos hospitalares (25,56%), seguido por Santa Quitéria que apresenta os maiores valores com 46 leitos (51,11% do total).

Os profissionais de nível superior somavam um total de 160 profissionais, dos quais 22,50% eram enfermeiros, 8,75% dentistas e 51,88% médicos. O município de Santa Quitéria é o que conta com equipe de profissionais de saúde de nível superior melhor estruturada, dispendo de 98 profissionais. Já o município de Hidrolândia o quadro de profissionais de saúde de nível superior conta com 61 profissionais, enquanto Catunda possui 46 profissionais.

Quanto aos técnicos de nível médio, estes perfaziam 45 profissionais, sendo compostos por técnicos e auxiliares de enfermagem, estando 22,22% destes vinculados ao município de Santa Quitéria (10 profissionais), 35,56% pertencentes ao município de Catunda (16 profissionais) e 42,22% ao município de Hidrolândia (19 profissionais).



**Tabela 3.19 - Estabelecimentos, Leitos e Profissionais de Setor da Saúde - 2016**

| Discriminação                                      | Total      | Número de Profissionais |             |           |
|--|------------|-------------------------|-------------|-----------|
|  |            | Santa Quitéria          | Hidrolândia | Catunda   |
| <b>Estabelecimentos de Saúde</b>                   | <b>54</b>  | <b>31</b>               | <b>12</b>   | <b>11</b> |
| Academia da Saúde                                  | 01         | 0                       | 01          | 0         |
| Hospital Geral                                     | 03         | 01                      | 01          | 01        |
| Centro de Saúde/ Unidade Básica de Saúde           | 30         | 15                      | 07          | 08        |
| Clínica Especializada/ Ambulatórios Especializados | 08         | 07                      | 0           | 01        |
| Consultório  | 02         | 02                      | 0           | 0         |
| Posto de Saúde                                     | 0          | 0                       | 0           | 0         |
| Farmácia   | 03         | 01                      | 01          | 01        |
| Unidade de Pronto Atendimento - UPA                | 0          | 0                       | 0           | 0         |
| Unidade de Serv. de Apoio de Diagnose e Terapia    | 06         | 04                      | 02          | 0         |
| Centro de Apoio à Saúde da Família - CASF          | 0          | 0                       | 0           | 0         |
| Centro de Atenção Psicossocial                     | 01         | 01                      | 0           | 0         |
| <b>Leitos (SUS)</b>                                | <b>90</b>  | <b>46</b>               | <b>21</b>   | <b>23</b> |
| <b>Profissionais de Saúde</b>                      | <b>205</b> | <b>98</b>               | <b>61</b>   | <b>46</b> |
| Médicos  | 83         | 49                      | 24          | 10        |
| Dentistas  | 14         | 09                      | 04          | 01        |
| Enfermeiros  | 36         | 17                      | 10          | 09        |
| Assistentes Sociais                                | 01         | 01                      | 0           | 0         |
| Bioquímicos/ Farmacêuticos                         | 03         | 0                       | 0           | 03        |
| Fisioterapeutas                                    | 10         | 05                      | 01          | 04        |
| Fonoaudiólogos                                     | 01         | 01                      | 0           | 0         |
| Psicólogos   | 03         | 02                      | 01          | 0         |
| Nutricionistas                                     | 03         | 0                       | 02          | 01        |
| Outros profissionais de saúde (nível superior)     | 06         | 04                      | 0           | 02        |
| Técnico/Auxiliar de Enfermagem                     | 45         | 10                      | 19          | 16        |

Fonte: Datasus, CNES, 2016.

Quanto à ocorrência de casos de doenças notificáveis, de zoonoses e de doenças de veiculação e/ou origem hídrica no território da área de estudo, foi efetuado um levantamento junto ao Anuário Estatístico do Ceará para os anos de 2015 e 2016. Nesse período foram registrados na região a ocorrência de doenças infectocontagiosas, com destaque para tuberculose (18 casos), hanseníase (7 casos) e AIDS (6 casos). Dentre as zoonoses foram constatados casos de dengue (552 casos), leishmaniose tegumentar (1 caso) e meningite (1 caso) (**Tabela 3.20**).

**Tabela 3.20- Casos Confirmados de Doenças de Notificação Compulsória - 2015/2016**

| Discriminação           | Total | Número de Casos |             |         |
|-------------------------|-------|-----------------|-------------|---------|
|                         |       | Santa Quitéria  | Hidrolândia | Catunda |
| AIDS                    | 06    | 06              | 0           | 0       |
| Dengue                  | 552   | 129             | 375         | 48      |
| Hanseníase              | 07    | 06              | 0           | 01      |
| Hepatite Viral          | 0     | 0               | 0           | 0       |
| Leishmaniose Visceral   | 0     | 0               | 0           | 0       |
| Leishmaniose Tegumentar | 01    | 0               | 01          | 0       |
| Tuberculose             | 18    | 12              | 06          | 0       |
| Meningite               | 01    | 01              | 0           | 0       |

Fonte: IPECE, Anuário Estatístico do Ceará, 2017.

Verifica-se, também, a ocorrência na região de doenças de veiculação e/ou origem hídrica, seja pela transmissão através de vetores como é o caso da dengue, seja através da ingestão de água contaminada (hepatites e diarreias). Tais doenças dependem, essencialmente, dos hábitos sanitários da população e da precariedade ou não do setor de saneamento básico da região.

As doenças diarreicas agudas se constituem numa importante causa de morbimortalidade no Estado do Ceará, tendo como grupo de maior risco as crianças, particularmente aquelas residentes em áreas com condições de saneamento básico precárias. Com relação à dengue foram confirmados 552 casos no período de 2015/2016, sendo observada uma maior concentração no município de Hidrolândia, com 67,93% do total.

### 3.3.5.4. Setor de Comunicação

A área de influência indireta dispõe de agências postais e telegráficas e caixas de coleta da ECT - Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, distribuídas pelas sedes municipais de Hidrolândia e Santa Quitéria. Conta, ainda, com 12 agências comunitárias, sendo 7 destas localizadas em Santa Quitéria (IPECE, 2016) (**Tabela 3.21**).

**Tabela 3.21- Sistema de Comunicação da Área de Influência - 2016**

| Municípios     | Unidades Postais e Telegráficas |                  |                       | Telefonia Fixa     |                                 |
|----------------|---------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|
|                | Agências de correios            | Caixas de Coleta | Agências comunitárias | Acessos em serviço | Acessos individuais em serviços |
| Santa Quitéria | 01                              | 01               | 07                    | 1.214              | 515                             |
| Hidrolândia    | 01                              | 02               | 03                    | 445                | 196                             |
| Catunda        | 01                              | 01               | 02                    | 221                | 81                              |
| <b>Total</b>   | <b>03</b>                       | <b>04</b>        | <b>12</b>             | <b>1.880</b>       | <b>792</b>                      |

Fonte: IPECE, Anuário Estatístico do Ceará, 2017 e ANATEL, [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br), acesso em: 17/04/2019.

O sistema de telefonia fixa da região é operado pela TELEMAR, contando, em 2016, com 1.880 acessos (terminais convencionais) em serviço, dos quais 42,13% são constituídos por acessos individuais em serviço (ANATEL, 2019). O município de Santa Quitéria concentrava 64,57% dos acessos em serviço na região.

As operadoras de telefonia celular atuantes na região são a Claro, Oi, Vivo e TIM, que operam com tecnologia CDMA (Vivo) e GSM. Todos os municípios de estudo estão contemplados pelas tecnologias 2G e 3G e também pela 4G, porém com intensidade de sinal baixa (ANATEL, 2017).

Com relação aos serviços de radiodifusão, em 2016, ambos os municípios contavam com canais outorgados de rádio AM e FM. Quanto aos jornais em circulação na área do estudo, a grande maioria é oriunda de Fortaleza, com destaque para Diário do Nordeste, O Povo, Tribuna do Ceará e O Estado, entre outros. A APRECE - Associação dos

Municípios e Prefeitos do Estado do Ceará, também publica mensalmente o Jornal da APRECE, que tem circulação em todos os municípios do território estadual.

### 3.3.5.5. Setor Elétrico

O fornecimento de energia elétrica na área de estudo é efetuado pela Enel Distribuição Ceará, conhecida anteriormente como COELCE - Companhia Energética do Ceará, que atendia, em 2015, 27.293 consumidores, dos quais 58,06% estão concentrados no município de Santa Quitéria. O consumo de energia totalizava 48.111 MWh para a área como um todo, apresentando as classes residencial e rural com os maiores níveis de consumo, respondendo por 46,06% e 20,92% do consumo total, respectivamente (**Tabela 3.22**).

**Tabela 3.22- Número de Consumidores e Consumo de Energia Elétrica por Classes de Consumo – 2015**

| Classes de Consumo | Total         |               | Santa Quitéria |               | Hidrolândia  |               | Catunda      |               |
|--------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|                    | Nº cons.      | Consumo (MWh) | Nº cons.       | Consumo (MWh) | Nº cons.     | Consumo (MWh) | Nº cons.     | Consumo (MWh) |
| Residencial        | 17.257        | 22.161        | 9.831          | 13.518        | 5.018        | 5.981         | 2.408        | 2.662         |
| Industrial         | 39            | 4.419         | 24             | 3.959         | 15           | 460           | 0            | 0             |
| Comercial          | 1.712         | 5.623         | 969            | 3.883         | 486          | 1.180         | 257          | 560           |
| Rural              | 7.789         | 10.065        | 4.739          | 6.307         | 2.046        | 2.449         | 1.004        | 1.309         |
| Setor Público      | 492           | 5.793         | 282            | 4.099         | 123          | 701           | 87           | 993           |
| Outros             | 04            | 50            | 02             | 48            | 01           | 01            | 01           | 01            |
| <b>Total</b>       | <b>27.293</b> | <b>48.111</b> | <b>15.847</b>  | <b>31.814</b> | <b>7.689</b> | <b>10.772</b> | <b>3.757</b> | <b>5.525</b>  |

Fonte: IPECE, Anuário Estatístico do Ceará, 2016.

O consumo do setor industrial ocorre apenas nos municípios de Santa Quitéria e Hidrolândia, que possuem juntos 39 estabelecimentos neste setor. O município de Catunda não apresentou, em 2016, consumo de energia oriunda de setor industrial. Já o consumo dos segmentos comercial e do setor público também apresentam-se muito maior no município de Santa Quitéria.

### 3.3.5.6. Saneamento Básico

#### a) Sistema de Abastecimento de Água

Os sistemas de abastecimento de água dos municípios da área do estudo são operados pela CAGECE – Companhia de Águas e Esgotos do Ceará, contando, em 2015, com 14.415 economias ativas. Quanto às fontes hídricas, o sistema de abastecimento de água do município de Santa Quitéria tem como fonte hídrica o Açude Edson Queiroz. Em Hidrolândia o sistema de abastecimento de água tem como fonte hídrica o Açude Araras e em Catunda a captação é feita no Açude Carmina (**Tabela 3.23**).

**Tabela 3.23- Características dos Sistemas de Abastecimento de Água - 2015**

| Municípios     | Ligações Reais | Ligações Ativas | Fonte Hídrica       | Tipo de Tratamento | Índice de Hidrometração (%) | Índice de Atendimento Urbano (%) | Índice de Perdas (%) |
|----------------|----------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Santa Quitéria | 8.994          | 8.303           | Açude Edson Queiroz | ETA Convencional   | 99,99                       | 98,40                            | 30,71                |
| Hidrolândia    | 4.427          | 4.121           | Açude Araras        | ETA Convencional   | 100,00                      | 100,00                           | 37,72                |
| Catunda        | 2.132          | 1.991           | Açude Carmina       | ETA Convencional   | 100,00                      | 99,70                            | 30,71                |
| <b>Total</b>   | <b>15.553</b>  | <b>14.415</b>   |                     |                    |                             |                                  |                      |

Fonte: IPECE, Anuário Estatístico do Ceará, 2016; SNIS, 2015; ANA, Atlas de Abastecimento de Água, 2010.

Os índices de atendimento da demanda são satisfatórios, já que em todos os municípios da área do estudo as redes de distribuição existentes atendiam a mais de 95,00% dos domicílios urbanos. O nível mais baixo foi constatado no município de Santa Quitéria (98,40%). Já a melhor situação foi verificada no município de Hidrolândia, cujo índice de cobertura atingia 100%. Com relação ao índice de hidrometração, este varia de 99,99%, em Santa Quitéria, a 100,00%, em Catunda e Hidrolândia. O índice de perdas na distribuição varia de 30,71%, em Santa Quitéria e Catunda, a 37,72%, em Hidrolândia. Quanto ao tratamento, a água fornecida à população de todos os municípios é submetida a tratamento por intermédio de estação convencional.



### b) Sistema de Esgotamento Sanitário

A grande deficiência no setor de saneamento básico do conjunto dos municípios integrantes da área do estudo, a exemplo do que ocorre no Estado do Ceará, é registrado ao nível de atendimento público do sistema de esgotamento sanitário. Os municípios em questão são atendidos por sistemas de esgotamento sanitário fornecido por suas respectivas prefeituras. O município de Santa Quitéria apresentou o maior número de domicílios que possuem ligações com a rede coletora da prefeitura, com 1.168 ligações. Em seguida têm-se o município de Hidrolândia com 237 ligações e por fim o município de Catunda com apenas 20 ligações à rede coletora de esgoto (Tabela 3.24).

**Tabela 3.24 - Características dos Sistemas de Esgotamento Sanitário - 2015**

| Municípios     | Rede Geral ou Pluvial | Fossa Séptica | Outros        | Sem Tratamento | Total         |
|----------------|-----------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Santa Quitéria | 1.168                 | 1.634         | 6.509         | 2.530          | <b>11.841</b> |
| Hidrolândia    | 237                   | 127           | 4.169         | 1.075          | <b>5.608</b>  |
| Catunda        | 20                    | 22            | 2.080         | 625            | <b>2.747</b>  |
| <b>Total</b>   | <b>1.425</b>          | <b>1.783</b>  | <b>12.758</b> | <b>4.230</b>   | <b>20.196</b> |

Fonte: IPECE, Anuário Estatístico do Ceará, 2017.

Quanto ao tipo de tratamento dado ao esgoto coletado, este era centrado no uso de lagoas de estabilização em série. É observado, ainda, o uso de fossas sépticas rudimentares por uma parcela significativa da população, bem como o lançamento de esgotos a céu aberto ou sua canalização direta para os cursos d'água.

Cabe ressaltar que apenas 7,05% dos domicílios nos municípios estudados possuem ligação com a rede de esgotamento sanitário de suas respectivas cidades. Cerca de 8,83% destes domicílios utilizam-se de fossas sépticas e 63,17% aplicam outro tratamento aos seus efluentes. Mais de 20% desta população não realiza nenhum tratamento em seu esgoto, descartando-o inadequadamente no meio ambiente.

### c) Disposição Final de Resíduos Sólidos

No que se refere ao destino dos resíduos sólidos, a situação apresenta-se crítica nos municípios que integram a área do estudo, com as prefeituras fazendo uso de vazadouros

a céu aberto (lixões) para a deposição final do lixo urbano, contribuindo para a poluição dos recursos hídricos, para a degradação da paisagem e para a proliferação de vetores de doenças.

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, no qual foi auferido o destino dos resíduos sólidos segundo os domicílios, a região contava com apenas 14,07% dos seus domicílios sendo atendidos pela coleta pública. No restante dos domicílios, uma parcela representativa adota as práticas da incineração (45,78%), sendo observado, ainda, o lançamento de resíduos sólidos em locais inadequados por um número relativamente considerável de domicílios (40,15%) (**Tabela 3.25**).

**Tabela 3.25 - Destino dos Resíduos Sólidos - 2010**

| Municípios     | Domicílios Atendidos (%) |              |           |                                      |               |
|----------------|--------------------------|--------------|-----------|--------------------------------------|---------------|
|                | Coletado                 | Queimado     | Enterrado | Jogado em Terreno Baldio, Rio ou Mar | Outro Destino |
| Santa Quitéria | 1.389                    | 3.313        | 38        | 3.389                                | 60            |
| Hidrolândia    | 306                      | 1.517        | 14        | 780                                  | 04            |
| Catunda        | 15                       | 734          | 13        | 581                                  | 0             |
| <b>Total</b>   | <b>1.710</b>             | <b>5.564</b> | <b>65</b> | <b>4.750</b>                         | <b>64</b>     |

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Considerando os municípios separadamente, pode-se observar que a média de coleta pública na época variava de 11,43%, em Santa Quitéria, 2,52% em Hidrolândia e 0,12% em Catunda. Sendo este último, o único município do estudo que não possui Plano Municipal de Saneamento Básico.

O lançamento de resíduos sólidos em locais inadequados pela população, tais como terrenos baldios, cursos d'água, enterrados, queimados e outros destinos, apresenta-se mais expressivo nos municípios de Santa Quitéria (55,95%), Hidrolândia (19,05%) e Catunda (10,93%).

Os resíduos sólidos dos municípios estudados são dispostos em lixões localizados nos próprios municípios. Não há programas de coleta seletiva na área de estudo. Todavia, constata-se em todos os municípios que a ação de catadores se apresenta restrita

apenas às áreas dos lixões. Em todos os municípios o destino dos resíduos do serviço de saúde são os lixões.

### 3.3.6. Interferências com Infraestruturas de Uso Público

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

Na alternativa de eixo I foi identificada a presença de duas linhas de alta tensão da CHESF, cruzando a área da bacia hidráulica do futuro reservatório. Esta alternativa também abrange a área de um cemitério localizado na Fazenda Cruz. Além disto, trechos das rodovias CE-366 e CE 257 serão afetados caso ocorra o barramento neste eixo.

A alternativa de barramento Eixo II apresenta interferência apenas um trecho da rodovia CE-257. Já o barramento proposto pela alternativa EIXO III não causa grandes impactos em estruturas de uso público, a não ser em estradas de acesso local e linhas de baixa tensão, como citado anteriormente. A **Tabela 3.26** relaciona as alternativas de barramento com as estruturas de uso público que sofrerão interferência.

**Tabela 3.26- Estruturas de uso Público afetadas**

| Alternativa     | Estrutura de Uso Público                      | Extensão(km) |
|-----------------|---|--------------|
| <b>Eixo I</b>   | Estradas vicinais e linhas de baixa tensão    | -            |
|                 | Rodovia CE-366                                | 1,95         |
|                 | Rodovia CE-257                                | 0,42         |
|                 | Linha de Alta Tensão CHESF (AT <sub>1</sub> ) | 1,95         |
|                 | Linha de Alta Tensão CHESF (AT <sub>2</sub> ) | 1,35         |
|                 | Cemitério (Fazenda Cruz)                      | -            |
| <b>Eixo II</b>  | Estradas vicinais e linhas de baixa tensão    | -            |
|                 | Rodovia CE-257                                | 0,82         |
| <b>Eixo III</b> | Estradas vicinais e linhas de baixa tensão -  | -            |

### 3.3.7. Atividades Econômicas Paralisadas

As atividades econômicas a serem paralisadas nas áreas das bacias hidráulicas das alternativas de eixos barráveis estudados para a Barragem Poço Comprido estão centradas quase que exclusivamente na agricultura de subsistência voltada para a produção de milho, feijão e mandioca.

Algumas frutíferas, também, são cultivadas na área, apresentando, no entanto, baixa produtividade, dado à baixa fertilidade natural dos solos e à falta de recursos financeiros para aquisição de insumos agrícolas pelo pequeno e médio agricultor. A pecuária apresenta-se pouco expressiva, baseada nos criatórios suíno e bovino, com poucas propriedades adotando o uso de forrageiras como suplemento na alimentação do rebanho bovino.

### 3.3.8. Interferências com Patrimônio Arqueológico

Segundo informações do IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, nenhum dos municípios integrantes da área do estudo contam com sítios arqueológicos identificados em seus territórios.

## 4. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE



#### **4. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE**

O Estado do Ceará vem sendo constantemente assolado por secas periódicas, razão pela qual o aproveitamento dos seus recursos hídricos é de fundamental importância para o seu processo de desenvolvimento. Tendo em vista que o problema da escassez de água, associado ao crescimento acelerado da população, vem provocando o aparecimento de regiões cujas potencialidades hídricas estão esgotadas ou sujeitas a racionamento do uso da água nos períodos de estiagens prolongadas, torna-se necessária a implantação de reservatórios para o atendimento da demanda.

No entanto, faz-se necessária a implementação de um planejamento que considere em seu bojo os efeitos da degradação ambiental decorrentes da construção deste tipo de empreendimento.

Desta forma é de suma importância o conhecimento dos instrumentos legais existentes, com os quais o empreendimento deverá estar em conformidade, visando a proteção do meio ambiente de sua área de influência, tendo para tanto sido elaboradas sínteses dos aspectos legais que regem a legislação ambiental vigente, as quais são esboçadas a seguir agrupadas por temas ou recursos ambientais sobre as quais dispõem:

##### **Preceito Constitucional**

- Artigo 225 da Constituição Federal: reza que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações;
- Constituição Estadual;
- Leis Orgânicas dos municípios Santa Quitéria, Hidrolândia e Catunda.

##### **Política Nacional do Meio Ambiente**

- Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis nº 7.804/89 e 8.028/90 e regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90: dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, definindo diretrizes gerais de conservação ambiental, compatibilizando o desenvolvimento das atividades econômicas com a preservação do meio ambiente. Institui, ainda, o licenciamento ambiental. Alterada pelas Leis nº 7.804/1989, 8.028/1990, 9.960/2000, 9.966/2000, 9.985/2000, 10.165/2000,

11.105/2005, 11.284/2006, 11.941/2009, 12.651/2012 e 12.856/2013 e LCP no 140/2011 e regulamentada pelos Decretos nº 97.632/1989, 99.274/1990, 4.297/2002 e 5.975/2006.

### **Política Estadual do Meio Ambiente**

- Lei Estadual nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987 (regulamentada pelo Decreto nº 20.067/89): dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e cria a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) e o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA);
- Lei Estadual nº 12.274, de 05 de abril de 1994: altera a redação dos artigos que especifica da Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, acrescenta outros e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 12.910, de 09 de junho de 1999 - Alteração o Art. 3º, seu parágrafo único e o Art. 4º da Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987 e dá outras providências.

### **Licenciamento Ambiental**

- Decreto Federal nº 99.274, de 06 de junho de 1990: Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu Artigo 2º pela Resolução CONAMA nº 011, de 18/03/86): estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986: institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão;
- Resolução CONAMA nº 011, de 18 de março de 1986: altera e acrescenta incisos na Resolução CONAMA nº 001/86 que torna obrigatória a elaboração de estudos de impacto ambiental para determinados tipos de empreendimentos;
- Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas;

- Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1988: exige o estabelecimento de processo licenciatório para as obras de captação de projetos de sistemas de abastecimento d'água, cuja vazão seja acima de 20,0% da vazão mínima da fonte hídrica, no ponto de captação, e que modifiquem as condições físicas e/ou bióticas dos corpos d'água;
- Resolução CONAMA nº 002, de 16 de abril de 1996: determina a implantação de unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente, Estação Ecológica a ser exigida em licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, como reparação de danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas. Revoga a Resolução CONAMA nº 10/87;
- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental;
- Portaria SEMACE nº 201, de 13 de outubro de 1999: Estabelece normas técnicas e administrativas necessárias à regulamentação do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras de recursos ambientais no território do Estado do Ceará. Revoga a Portaria SEMACE nº 201/96;
- Resolução COEMA nº 09, de 29 de maio de 2003: institui o Termo de Compromisso de Compensação Ambiental, e estabelece normas e critérios relativos a fixação do seu valor, modo, lugar e tempo do pagamento, bem como a quem deve ser pago e a aplicação desses recursos à gestão, fiscalização, monitoramento, controle e proteção do meio ambiente no Estado do Ceará;
- Instrução Normativa SEMACE nº 01/2010: define normas a serem seguidas pela SEMACE nas diversas etapas e fases do procedimento licenciamento ambiental dos empreendimentos, obras ou atividades utilizadoras de recursos ambientais, potencial ou efetivamente poluidoras, bem como aqueles que causem, sob qualquer forma, degradação ambiental;
- Resolução COEMA nº 04, de 12 de abril de 2012: dispõe sobre a atualização dos procedimentos, critérios, parâmetros e custos aplicados aos processos de licenciamento e autorização ambiental no âmbito da SEMACE.

## **Proteção do Meio Ambiente de Forma Abrangente**

- Decreto Federal nº 84.426, de 24 de janeiro de 1980: dispõe sobre erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo;
- Portaria Interministerial nº 917, de 06 de junho de 1982: dispõe sobre a mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo;
- Lei Federal nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 03/87: dispõe sobre o ressarcimento de danos ambientais causados por obras de grande porte;
- Decreto-Lei Federal nº 95.733, de 12 de fevereiro de 1988: dispõe sobre a inclusão no orçamento dos projetos e obras federais, de recursos destinados a prevenir ou corrigir os prejuízos de natureza ambiental, cultural e social decorrentes da execução desses projetos e obras;
- Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998: denominada de “Lei dos Crimes Ambientais”. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- Portaria SEMACE nº 202, de 13 de outubro de 1999: estabelece normas administrativas necessárias à regulamentação do procedimento de fiscalização, autuação e prazos, concedidos pelos Departamentos Técnicos e Florestal e Procuradoria Jurídica para comparecimento à SEMACE, aos responsáveis por infração ambiental;
- Portaria SEMACE nº 117, de 22 de junho de 2007: dispõe sobre os procedimentos administrativos aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente no âmbito de competência da SEMACE.

## **Compensação Ambiental**

- Resolução COEMA nº 09, de 29 de maio de 2003: Institui no âmbito da Política Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará o compromisso de compensação ambiental por danos causados ao meio ambiente e pela utilização de recursos ambientais;

- Resolução COEMA nº 06, de 06 de abril de 2017: altera dispositivo da Resolução COEMA nº 09, de 29 de maio de 2003 e dá outras providências;
- Resolução COEMA nº 11, de 04 de setembro de 2014: cria no âmbito do Estado do Ceará, a metodologia de cálculo do grau de impacto ambiental para fixação do percentual de valoração da compensação ambiental;
- Resolução COEMA nº 26, de 10 de dezembro de 2015: altera no âmbito do Estado do Ceará, a metodologia de cálculo do grau de impacto ambiental para fixação do percentual de valoração da compensação ambiental.

### **Proteção dos Recursos Hídricos**

- Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;
- Decreto Federal nº 28.481, de 07 de dezembro 1940: dispõe sobre a poluição das águas;
- Lei Federal nº 3.824, de 23 de novembro de 1960: exige o desmatamento da área da bacia hidráulica de reservatórios;
- Decreto Federal nº 30.877, de 20 de junho de 1961: dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do país, e dá outras providências;
- Portaria MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Lei Estadual nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977 (regulamentada pelo Decreto nº 14.535, de 02/06/81): dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no Estado do Ceará e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 12.522, de 15 de dezembro de 1995: define como áreas especialmente protegidas as nascentes e olhos d'água e a vegetação natural no seu entorno e dá outras providências;
- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;



- Portaria nº 518, de 25 de março de 2004: estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Revoga, em seu Artigo 50, a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986;
- Lei Estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH) no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). Revoga a Lei Estadual nº 11.996, de 24 de julho de 1992;
- Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010: estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais. Cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do Art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do Art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000;
- Resolução COEMA nº 20, de 28 de outubro de 2010: estabelece procedimentos para a exigência do documento de outorga do uso da água no curso do licenciamento ambiental;
- Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012: estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao Art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010;
- Resolução CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012: estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao Art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o Art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997;

- Decreto Estadual nº 31.076, de 12 de dezembro de 2012: regulamenta os artigos 6º a 13º da Lei nº 14.844/2010, na parte referente à outorga de direito de uso dos recursos hídricos e de execução de obras e serviços de interferência hídrica. Cria o Sistema de Outorga para Uso da Água e de Execução de Obras e dá outras providências. O pedido de outorga de direito de uso de águas deverá ser encaminhado a SRH através do preenchimento de formulário padrão fornecido por esta, na qual deverá constar informações sobre destinação da água; fonte onde se pretende obter a água; vazão máxima pretendida; tipo de captação da água, equipamentos e obras complementares, bem como informações adicionais para a aprovação do pedido. Quando a outorga envolver obras ou serviços de oferta hídrica sujeitos à licença prévia da SRH (açudes, transposição de água bruta, barragem de derivação ou regularização de nível d'água e poços), será obrigatória a apresentação desta, aproveitando-se sempre que possível os dados e informações já apresentados para o licenciamento;
- Decreto Estadual nº 31.077, de 12 de dezembro de 2012: regulamenta a Lei nº 14.844/2010, que dispõe sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos, no que diz respeito a conservação e a proteção das águas subterrâneas no Estado do Ceará e dá outras providências;
- Decreto Estadual nº 32.032, de 02 de setembro de 2016: dispõe sobre a cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do Estado do Ceará ou da União por delegação de competência, e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 16.033, 20 de junho de 2016: dispõe sobre a política de reuso de água;
- Lei Estadual nº 16.096, 27 de julho de 2016: dispõe sobre publicidade das outorgas de uso de Recursos Hídricos;
- Lei Estadual nº 16.103, 02 de setembro de 2016: cria a tarifa de contingência pelo uso dos Recursos Hídricos em período de situação de escassez hídrica;
- Resolução COEMA nº 02, de 02 de fevereiro de 2017: dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002.

## Proteção da Flora e da Fauna

- Lei Federal nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna;
- Portaria SUDEPE nº N-0001, de 04 de janeiro de 1977: dispõe sobre a observância de medidas de proteção à fauna aquática nos projetos de construção de barragens;
- Decreto Federal nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984: dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985 (alterada pela Lei nº 7.803/89): define critérios, normas e procedimentos gerais para a caracterização e estabelecimento de reservas ecológicas;
- Lei Federal nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água.
- Resolução CONAMA nº 013, de 06 de dezembro de 1990: estabelece normas referentes ao entorno de unidades de conservação;
- Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;
- Lei Estadual nº 12.488, de 13 de setembro de 1995: dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará;
- Resolução CONAMA nº 002, de 16 de abril de 1996: determina a implantação de unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente, Estação Ecológica a ser exigida em licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, como reparação de danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas. Revoga a Resolução CONAMA nº 10/87;
- Decreto Estadual nº 24.221, de 12 de setembro de 1996: regulamenta a Lei nº 12.488, de 13 de setembro de 1995, que dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará;
- Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (regulamentada pelo Decreto nº 4.430, de 22/08/02 e alterada pelo Decreto nº 5.566, de 26/10/05): regulamenta o Art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação;

- Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002: dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de entorno;
- Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002: dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente;
- Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006: dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP;
- Lei Estadual nº 14.198, de 5 de agosto de 2008: institui a Política Estadual de Combate e Prevenção à Desertificação e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010: dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do Artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências". Alterada pela Resolução CONAMA nº 473/2015 (altera o §2º do Art. 1º e o inciso III do art. 5º). Revoga as Resoluções CONAMA nº 10/1988, nº 11/1987, nº 12/1988, nº 13/1990 e altera as Resoluções nº 347/2004 e nº 378/2006;
- Lei Estadual nº 14.950, de 27 de junho de 2011: institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Ceará - SEUC, e dá outras providências;
- Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012: dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996 e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965 e 7.754, de 14 de abril de 1989 e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências;
- Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012: altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto

- de 2001, o Item 22 do Inciso II do Art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do Art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012;
- Resolução COEMA nº 18, de 12 de setembro de 2013: dispõe sobre as normas e critérios relativos às intervenções em APP's;
  - Instrução Normativa ICMBio nº 7, de 10.11.2014: estabelece procedimentos para licenciamento e autorização de pesquisa em Unidades de Conservação Federais e suas Áreas de Amortecimento, incluindo cavernas;
  - Resolução CONAMA nº 473, de 14 de dezembro de 2015: prorroga os prazos previstos no §2º do Art. 1º e Inciso III do Art. 5º da Resolução CONAMA nº 428/2010;
  - Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015: dispõe sobre a atualização dos procedimentos, critérios, parâmetros e custo aplicados aos processos de licenciamento e autorização ambiental no âmbito da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE;
  - Resolução COEMA nº 22, de 03 de dezembro de 2015: dispõe no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização para fins de licenciamento ambiental do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), para empreendimentos com diferentes graus de impacto ambiental;
  - Resolução COEMA nº 25, de 10 de dezembro de 2015: aprova alteração da Resolução COEMA nº 10/2015 para acréscimo das atividades 03.20 e 03.21, sujeitas a licenciamento simplificado, ao Grupo de Atividade 03.00 – Coleta, Transporte, Armazenamento e Tratamento de Resíduos Sólidos e Produtos;
  - Resolução COEMA nº 02, de 03 de março de 2016: aprova alteração da Resolução COEMA nº 10/2015 para acréscimo da atividade 03.22, sujeita a licenciamento simplificado, ao Grupo de Atividade 03.00 – Coleta, Transporte, Armazenamento e Tratamento de Resíduos Sólidos e Produtos;
  - Resolução COEMA nº 10, de 01 de setembro de 2016: aprova alteração dispositivo da Resolução COEMA nº 22, de 03 de dezembro de 2015 no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização para fins de licenciamento ambiental do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC) para empreendimentos com diferentes graus de impacto ambiental);



- Resolução COEMA nº 13, de 15 de dezembro de 2016: revoga o Parágrafo 1º do Artigo 6º da Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015;
- Resolução COEMA nº 14, de 15 de dezembro de 2016: revoga o Parágrafo Único do Artigo 19º e altera os Anexos I e IV, Tabela I, da Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015;
- Resolução COEMA nº 11, de 1º de junho de 2017: altera os Anexos I e II da Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015;
- Resolução COEMA nº 07, de 06 de abril de 2017: altera os Códigos 05.01, 05.02, 05.04 e 05.08 da Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015.

### **Controle e Disciplinamento da Exploração Minerária**

- Decreto-Lei Federal nº 227 de 28 de fevereiro de 1967 (alterado pelas Leis nº 6.567, de 24/09/78 e nº 7.805, de 18/06/89): institui o Código de Mineração;
- Lei Federal nº 6.403, de 15 de dezembro de 1976: modifica dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração), alterado pelo Decreto-Lei nº 318, de 14 de março de 1967;
- Lei Federal nº 6.567, de 24 de setembro de 1978: dispõe sobre o regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências;
- Decreto Federal nº 97.632 de 10 de abril de 1989: regulamenta o Art. 2º Inciso VIII da Lei nº 6.938 de 31/08/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária;
- Resolução CONAMA nº 010, de 06 de dezembro de 1990: estabelece critérios específicos para o licenciamento ambiental de extração mineral da Classe II;
- Lei nº 7.805, de 18 de junho de 1989 (regulamentada pelo Decreto nº 98.812, de 09/01/90): altera o Decreto-Lei nº 227, de 28/02/67, institui o regime de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula e dá outras providências;
- Portaria DNPM nº 26, de 31 de janeiro de 1990: regulamenta o procedimento de habilitação a outorga da permissão de lavra garimpeira de que trata a Lei nº 7.805, de 18/06/89;

- Lei Federal nº 8.982, de 24 de janeiro de 1995: dá nova redação ao Art. 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, alterado pela Lei nº 7.312, de 16 de maio de 1985;
- Lei nº 9.827, de 27 de agosto de 1999 (regulamentada pelo Decreto nº 3.358, de 02/02/2000): dispõe sobre a extração de substâncias minerais para uso exclusivo em obras públicas;
- Medida Provisória nº 790, de 25 de julho de 2017: altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 - Código de Mineração, e a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, que dispõe sobre regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências.

### **Proteção do Patrimônio Histórico e Cultural**

- Decreto-Lei nº 4.146, de 04 de março de 1942: dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos;
- Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961: dispõe sobre a proteção dos monumentos arqueológicos e pré-históricos;
- Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 005, de 06 de agosto de 1987: aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico;
- Portaria nº 07, de 01 de dezembro de 1988, da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional: estabelece os procedimentos necessários para pesquisa e escavações em sítios arqueológicos;
- Portaria IBAMA nº 887, de 15 de junho de 1990: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico nacional;
- Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1990: dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional e dá outras providências;

- Portaria IBAMA nº 57, de 05 de junho de 1997: institui o Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV, que tem por finalidade normatizar, fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico brasileiro;
- Decreto nº 6.640, de 07.11.2008: dá nova redação ao Decreto nº 99.556/1990.
- Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. Revoga a Resolução CONAMA nº 005, de 06 de agosto de 1987;
- Portaria MMA nº 358, de 30.09.2009: institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico.
- Portaria DNPM nº 542, de 18.12.2014: estabelece os procedimentos para autorização e comunicação prévias para extração de fósseis;
- Instrução Normativa IPHAN nº 001, de 25 de março de 2015: estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe;
- Instrução Normativa FUNAI nº 2, de 27 de março de 2015: estabelece procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Nacional do Índio - FUNAI nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe;
- Instrução Normativa PALMARES nº 001, de 25 de março de 2015: estabelece procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Cultural Palmares nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.

A penalização pelo não cumprimento da legislação pertinente ao patrimônio pré-histórico citada é prevista no Código Penal Brasileiro (Parte especial, Título II - Dos crimes contra o patrimônio, Capítulo IV - Do dano).

### **Desapropriações**

- Normas do Governo do Estado e da SRH-CE.

Ressalta-se que a desapropriação deverá ser efetivada através de Decreto Estadual Específico, ficando a cargo do órgão empreendedor, no caso, a SRH-CE, a negociação e aquisição parcial ou total dos imóveis que são abrangidos em parte, ou na sua totalidade pela área de inundação máxima futura e pela faixa de proteção do reservatório.

### **Reassentamento de População**

- Normas do Governo do Estado e da SRH-CE;
- Lei nº 12.524, de 19 de dezembro de 1995: considera impacto socioambiental relevante em projetos de construção de barragens, o deslocamento das populações habitantes na área a ser inundada pelo lago formado e dá outras providências;
- Resolução nº 04, de 18 de julho de 1996 - Considera impacto ambiental relevante sobre o meio socioeconômico em projetos de construção de barragens no Estado do Ceará, o deslocamento de populações que habitam a área a ser inundada pelo lago formado pela respectiva obra, acrescida das suas respectivas faixas de proteção e dá outras providências.

### **Controle da Disposição de Resíduos Sólidos**

- Lei nº 12.225, de 06 de dezembro de 1993: considera a coleta seletiva e a reciclagem do lixo como atividades ecológicas de relevância social e de interesse público no Estado do Ceará;
- Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002: estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências;
- Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012: altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da Resolução CONAMA nº 307/2002;
- Lei Estadual nº 16.032, de 20 de junho de 2016: institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos no âmbito do estado do Ceará. Revoga a Lei Estadual nº 13.103, de 24 de janeiro de 2001.

Ao nível municipal figuram, ainda, como dispositivos legais os Códigos de Obras e Posturas dos municípios de Catunda, Hidrolândia e Santa Quitéria. Merece, ainda, menção, embora não constitua dispositivo legal, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, elaborado pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), em meados de 1991.

## 5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ADOTADOS

## 5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ADOTADOS

### 5.1. GENERALIDADES

A metodologia empregada para quantificar a hierarquização dos impactos ambientais das diferentes alternativas propostas adota o uso da atribuição de conceitos para cada um dos fatores ambientais considerados relevantes na área do estudo, os quais comporão a matriz de avaliação da obra hídrica proposta.

A estes fatores são inicialmente atribuídos pesos específicos seguindo os critérios que serão discriminados posteriormente. O somatório dos pesos dos fatores determina o potencial de cada alternativa alterar o meio natural ou sofrer influência do meio. Quanto mais alto o escore, mais negativos serão os impactos ambientais associados à alternativa analisada.

A seleção dos fatores ambientais que integram a matriz de avaliação teve como base o diagnóstico elaborado pelo consórcio IBI/TPF para a área de influência do empreendimento da Barragem Poço Comprido, complementado com levantamentos de campo ao nível de reconhecimento.

Foram selecionados como fatores relevantes na área do estudo para avaliação das alternativas de eixos barráveis da Barragem Poço Comprido, aqueles relativos aos danos à flora e à fauna das áreas das bacias hidráulicas, interferências em estruturas de uso público, contingente populacional desalojado e áreas de mineração requeridas junto ao DNPM associados a cada alternativa proposta.

Fatores como, riscos de salinização da água represada e riscos de poluição da água represada por efluentes sanitários, não foram levados em conta. O primeiro devido a existência de solos salinos nas áreas da bacia hidráulica e da bacia de contribuição do futuro reservatório ser inerente a qualquer uma das alternativas de eixo barrável que seja adotada. O segundo devido o núcleo urbano constatado nas áreas das bacias de contribuição das alternativas de barramento estudadas para a Barragem Poço Comprido – representado pela cidade de Catunda, ser comum as três alternativas estudadas.

Os impactos associados à intersecção com áreas de relevo cárstico, de unidades de conservação, de habitat's naturais críticos, terras indígenas, comunidades quilombolas e assentamentos rurais não foram aqui considerados, visto que nenhuma das alternativas



estudadas para o barramento irá resultar em submersão ou em interferências com estes tipos de componentes ambientais, uma vez que a presença destes não foi identificada na área do estudo.

Quanto aos riscos de interferências com os patrimônios paleontológico e arqueológico, estes se apresentam iguais para todas as alternativas de barramento estudadas para a Barragem Poço Comprido, não servindo como instrumento de análise comparativa.

Por fim, os impactos ambientais associados a cada alternativa serão qualificados e quantificados através de um sistema de ranking com base nos fatores abaixo discriminados.

## 5.2. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE BARRAMENTO

- **Danos à Flora e à Fauna**

As áreas das bacias hidráulicas das alternativas de barramento estudadas para a Barragem Poço Comprido serão alvo de operações de desmatamentos, resultando na supressão da cobertura vegetal, causando danos ao patrimônio florístico e destruindo o habitat da fauna, podendo vir a provocar extinção de algumas espécies. Na avaliação deste impacto será considerado que o escore de cada alternativa levará em conta a extensão da área a ser desmatada, tendo sido atribuída a pontuação e os conceitos expostos na **Tabela 5.1**.

**Tabela 5.1- Pontuação e Conceitos Aplicados para Área Desmatada**

| Extensão da Área a ser Desmatada (ha) | Pontuação | Conceito |
|---------------------------------------|-----------|----------|
| < 2.000                               | 1         | Baixo    |
| 2.000 – 4.000                         | 3         | Médio    |
| > 4.000                               | 5         | Alto     |

- **Contingente Populacional Desalojado**

A desapropriação da área da bacia hidráulica de reservatórios, em geral, resulta na mobilização de um grande contingente populacional, que é impactado com a desestruturação de seu modo de vida (perda da habitação, desemprego, rompimento de laços familiares e sociais, etc.).

Na avaliação deste critério serão considerados os quantitativos pertinentes ao número de habitações atingidas nas áreas das bacias hidráulicas das alternativas de barramento estudadas para a Barragem Poço Comprido. A pontuação de acordo com a representatividade do número de habitações a ser submerso se dará de acordo com a **Tabela 5.2.**

**Tabela 5.2- Pontuação e Conceitos Aplicados para Habitações Atingidas**

| Habitações Atingidas (unid.) | Pontuação | Conceito |
|------------------------------|-----------|----------|
| < 100                        | 1         | Baixo    |
| 100 - 200                    | 3         | Médio    |
| > 200                        | 5         | Alto     |

- **Áreas Minerárias Requeridas junto ao DNPM**

Foram identificados nas áreas das bacias hidráulicas das alternativas de barramentos estudadas 5 (cinco) processos de requerimento de áreas para o desenvolvimento de atividades minerárias em andamento junto ao DNPM, sendo 2 (dois) requerimentos de pesquisa, 2 (dois) licenciamentos ambientais e 1 (um) requerimento de lavra. Os requerimentos de pesquisa são para exploração de minério de chumbo e minério de ferro, o requerimento de lavra para a exploração de quartzito e os dois licenciamentos para extração de areia.

Na avaliação deste impacto será considerado que o escore de cada alternativa levará em conta o percentual de área da bacia hidráulica com áreas requeridas junto ao DNPM, sendo atribuída a pontuação de acordo com a **Tabela 5.3.**

**Tabela 5.3- Pontuação e Conceitos Aplicados para Área da Bacia Requerida pelo DNPM**

| % da Área da Bacia Hidráulica Requerida | Pontuação | Conceito |
|---|-----------|----------|
| < 10 %                                  | 1         | Baixo    |
| 10 - 25%                                | 3         | Médio    |
| > 25%                                   | 5         | Alto     |

- **Interferência em Infraestruturas de Uso Público**

Dependendo da extensão da bacia hidráulica das alternativas de barramento estudadas para a Barragem Poço Comprido, algumas infraestruturas de uso público serão submersas fazendo-se necessário suas relocações. Na avaliação deste critério será levado em consideração a presença das estruturas de uso público nas áreas das bacias hidráulicas das alternativas de barramento estudadas (**Tabela 5.4**).

**Tabela 5.4- Estruturas de Uso Público Consideradas**

| <b>Estruturas de Uso Público Consideradas</b> | <b>Critério</b>   |
|---|-------------------|
| Estradas Vicinais e Linhas de Baixa Tensão    | Presença/Ausência |
| Linhas de Alta Tensão CHESF                   | Trecho            |
| Trecho de Rodovias                            |                   |
| Cemitério                                     | Unidade           |

Os conceitos e pontuação serão aplicados como estabelecido na **Tabela 5.5**.

**Tabela 5.5- Conceitos aplicados para interferências em estruturas de uso público**

| <b>Estrutura de Uso Público (Unidade/Trecho)</b> | <b>Pontuação</b> | <b>Conceito</b> |
|--|------------------|-----------------|
| < 2  | 1                | Baixo           |
| 2 - 5  | 3                | Médio           |
| > 5  | 5                | Alto            |

- **Risco Sísmico /Custo de Implantação da Obra**

Na elaboração de projetos de barramentos são levados em conta na análise de estabilidade da obra a ocorrência de epicentros de sismos num raio de 100,0km no entorno do empreendimento proposto, de modo que sejam adotadas as medidas cabíveis para garantir a segurança do empreendimento. Assim sendo, quanto menor for a distância dos sismos identificados do eixo do barramento, maiores serão os custos de investimentos requeridos para a implantação do empreendimento.

Na avaliação deste critério será levada em consideração a distância dos sismos identificados para o eixo do barramento, sendo atribuída a pontuação de acordo com a **Tabela 3.6**.

**Tabela 5.6 - Pontuação e Conceitos Aplicados para Risco Sísmico/Custo de Implantação da Obra**

| <b>Distância do Eixo do Barramento</b> | <b>Pontuação</b> | <b>Conceito</b> |
|--|------------------|-----------------|
| < 10 km                                | 8                | Muito Alto      |
| 10 – 50km                              | 5                | Alto            |
| > 50km                                 | 3                | Médio           |

## 6. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS

## 6. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS

### 6.1. MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A matriz de avaliação dos impactos ambientais concernentes a cada alternativa de barramento preconizada para a Barragem Poço Comprido é apresentada na **Tabela 6.1**. Os impactos ambientais associados a cada alternativa de traçado e a sua pontuação específica é apresentada de forma sucinta ao longo do texto, objetivando referendar o conceito final que consta na matriz de avaliação para cada fator analisado. A análise empreendida teve como base de avaliação os critérios preconizados no Capítulo 5 e os dados obtidos no diagnóstico executado para a área de influência do empreendimento.



**Tabela 6.1- Matriz de Comparação das Alternativas de Barramento Estudadas**

| Alternativas | Danos à Flora e à Fauna | Interferências em Estruturas de Uso Públicos | Contingente Populacional Desalojado | Áreas de Mineração Requeridas | Risco Sísmico/Custos de Implantação da Obra | Total |
|--------------|-------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------|---|-------|
| Eixo I       | 3                       | 5  | 3                                   | 1                             | 5   | 17    |
| Eixo II      | 3                       | 3  | 1                                   | 1                             | 5   | 13    |
| Eixo III     | 5                       | 1  | 1                                   | 6                             | 8   | 21    |

**Legenda:**

|       |   |                 |
|-------|---|-----------------|
| Baixo | ↑ | Mais Favorável  |
| Médio |   |                 |
| Alto  |   | Menos Favorável |

## 6.2. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS DE BARRAMENTOS

### 6.2.1. Danos à Flora e à Fauna

As diferentes alternativas de barramento preconizadas para a Barragem Poço Comprido apresentam variações na extensão da área a ser submersa para formação do lago, que por lei deverá ser alvo de desmatamento/manejo da fauna.

Foi estimada para cada alternativa de barramento preconizada a extensão da área a ser desmatada com base na área da bacia hidráulica do reservatório a ser formado. Tendo como base a extensão da área a ser desmatada em cada alternativa foram obtidos os resultados e atribuídas as pontuações constantes na **Tabela 6.2**.

**Tabela 6.2- Avaliação dos Danos à Flora e à Fauna**

| Alternativa | Área a ser Desmatada (ha) | Pontuação | Conceito |
|-------------|---------------------------|-----------|----------|
| Eixo I      | 2.649,37                  | 3         | Médio    |
| Eixo II     | 2.780,46                  | 3         | Médio    |
| Eixo III    | 4.661,08                  | 5         | Alto     |

### 6.2.2. Contingente Populacional a ser Desalojado

A avaliação do contingente populacional a ser desalojado teve como base o número de habitações que serão atingidas na área de cada alternativa, tendo sido considerado que cada habitação corresponde a uma família.

Foi efetuado o levantamento do número de habitações existentes nas áreas das bacias hidráulicas das alternativas de barramento estudadas para a Barragem Poço Comprido com base em fotografias aéreas e checagem de campo. Tendo como base o número de habitações atingidas em cada alternativa chegou-se aos resultados e pontuações constantes na **Tabela 6.3**.

**Tabela 6.3- Avaliação do Contingente Populacional Desalojado**

| Alternativa | Habitações Atingidas (unidades) | Pontuação | Conceito |
|-------------|---------------------------------|-----------|----------|
| Eixo I      | 125                             | 3         | Médio    |
| Eixo II     | 59                              | 1         | Baixo    |
| Eixo III    | 64                              | 1         | Baixo    |

### 6.2.3. Áreas Minerárias Requeridas junto ao DNPM

A avaliação deste critério teve como base os percentuais de áreas das bacias hidráulicas de cada alternativa estudada requeridas para exploração mineral. Através de pesquisa realizada no site SIGMINE foram identificadas as extensões das áreas requeridas para exploração mineral que serão submersas com a formação dos reservatórios de cada alternativa. Tendo isto como base foram obtidos os seguintes resultados e atribuídas as pontuações constantes na **Tabela 6.4**.

**Tabela 6.4 - Avaliação do Percentual de Área da Bacia Hidráulica Requerida para Atividade Mineral**

| Alternativa | Área da Bacia Hidráulica Requerida (%) | Pontuação | Conceito |
|-------------|--|-----------|----------|
| Eixo I      | 2,59                                   | 1         | Baixo    |
| Eixo II     | 1,36                                   | 1         | Baixo    |
| Eixo III    | 26,61                                  | 3         | Médio    |

Ressalta-se que, para a Alternativa III serão acrescidos a sua pontuação mais 3 (três) pontos negativos devido ao fato desta resultar na submersão de uma área requerida para exploração de minério de chumbo, que é um metal pesado com elevado potencial poluidor do meio ambiente. Como não se dispõe no presente momento de informações sobre as consequências da submersão de solos ricos em minério de chumbo sobre a qualidade da água a ser represada, nem tampouco sobre o nível de chumbo contido na área requerida junto ao DNPM, que abrange parte da bacia hidráulica do futuro reservatório na Alternativa III, optamos por penalizar essa alternativa. Assim sendo, esta receberá uma pontuação igual a 6 e conceito “Alto” neste quesito.

### 6.2.4. Interferência com Infraestruturas de Uso Público

A avaliação das interferências em infraestruturas de uso público teve como base o número de infraestruturas que serão atingidas na área de cada alternativa, tendo sido considerado que cada trecho independente de uma determinada infraestrutura será contabilizado como uma infraestrutura.

Foi efetuado o levantamento do número de infraestruturas de uso público existentes nas áreas das bacias hidráulicas das alternativas de barramento estudadas para a Barragem

Poço Comprido com base em fotografias aéreas e checagem de campo. Tendo como base o número infraestruturas de uso público atingidas em cada alternativa chegou-se aos resultados e pontuações na **Tabela 6.5**.

**Tabela 6.5- Avaliação da Interferência com Infraestruturas de Uso Público**

| Alternativa | Número de Interferência com Infraestruturas de Uso Público (Unidade/Trecho)   | Pontuação | Conceito |
|-------------|---|-----------|----------|
| Eixo I      | 6 (2 trechos de rodovias estaduais - CE-366 (1,95km) e CE-257 (0,42 km); 2 trechos de linhas de alta tensão da ENEL com 1,95 e 1,35km de extensão; 1 cemitério de pequeno porte e estradas vicinais / linhas de baixa tensão) | 5         | Alto     |
| Eixo II     | 2 (Trecho de 0,82 km da rodovia CE-257 e estradas vicinais / linhas de baixa tensão)  | 3         | Médio    |
| Eixo III    | 1 (Estradas Vicinais / Linhas de Baixa Tensão)  | 1         | Baixo    |

#### 6.2.5. Risco Sísmico / Custos de Implantação da Obra

A avaliação do risco sísmico/custo de implantação da obra teve como base a distância entre o eixo do barramento e os epicentros dos sismos que ocorreram num raio de 100,0km deste. Para tanto, foi levantado junto a bibliografia especializada a localização dos epicentros de sismos ocorridos no município de Hidrolândia e mensurada a distância para os eixos de barramento das alternativas estudadas.

Tendo como base a distância entre os epicentros dos sismos e os eixos dos barramentos estudados chegou-se aos resultados e pontuações constantes no **Tabela 6.6**.

**Tabela 6.6 - Avaliação dos riscos sísmicos**

| Alternativa | Distância dos Epicentros de Sismos ao Eixo do Barramento (km) | Pontuação | Conceito   |
|-------------|---|-----------|------------|
| Eixo I      | 2,5   | 8         | Muito Alto |
| Eixo II     | 13,0  | 5         | Alto       |
| Eixo III    | 14,9  | 5         | Alto       |

### 6.3. CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

A avaliação ambiental empreendida para as três alternativas de barramento propostas para a Barragem Poço Comprido indica que a Alternativa III apresentou o pior escore, tendo atingido 21 pontos. A Alternativa I obteve 17 pontos ficando na segunda colocação, enquanto que a Alternativa II foi a que ficou melhor situada, tendo atingido apenas 13 pontos. A **Tabela 6.7** apresenta a consolidação da pontuação atribuída às alternativas de barramento estudadas.

A Alternativa III apresentou como principais fatores negativos a sua implantação, o requerimento de desmatamento de extensas áreas, com consequentes danos a flora e a fauna; a submersão de maiores extensões de áreas requeridas para mineração, com o agravante de parte destas serem relativas a um metal pesado de elevado potencial poluidor – no caso o chumbo e o posicionamento de epicentros de sismos muito próximos do eixo do barramento nesta alternativa contribuindo sobremaneira para elevação dos custos de implantação das obras.

Já as Alternativas I e II apresentaram pontuações semelhantes para os critérios Danos a Flora e a Fauna; Áreas com Mineração Requeridas junto ao DNPM e Risco Sísmico/Custos de Implantação das Obras. Nos critérios pertinentes ao Contingente Populacional a ser Desalojado e Interferências com Infraestruturas de Uso Público, a Alternativa I apresenta pior escore já que a sua implantação resultará no desalojamento de um maior número de famílias e em interferências com um maior número de infraestruturas de uso público.

Ressalta-se, todavia, que esta alternativa permite a acumulação de um maior volume d'água do que a Alternativa II, mesmo quando se considera um rebaixamento da sua cota de coroamento, o que permitiria uma redução significativa dos impactos acima aludidos, passando as duas alternativas a apresentarem magnitudes relativamente semelhantes nos cinco critérios de avaliação adotados.

Como resultado, o componente ambiental neste caso específico passa a não ter um peso relevante na seleção da melhor alternativa de barramento entre estas duas opções, devendo prevalecer os critérios técnicos e econômico-financeiros neste processo seletivo.

**Tabela 6.7 - 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                       | 3   | 1   | 1                             | 5   | 13    |
| Eixo III     | 5                       | 1   | 1   | 6                             | 8   | 21    |

Desta forma, pode-se afirmar que o componente ambiental passa neste caso específico a não constituir um fator relevante na seleção da melhor alternativa de barramento para a Barragem Poço Comprido, devendo-se considerar principalmente os critérios técnicos e econômico-financeiros neste processo seletivo, visto que em relação aos critérios ambientais com uma pequena redução da cota de coroamento do barramento os impactos associados a estas duas alternativas parecem a ser bastante semelhantes.



## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A hierarquização dos impactos ambientais das alternativas de eixos barráveis propostas para a Barragem Poço Comprido foi analisada a nível de viabilidade do projeto, devendo, portanto, serem utilizadas tão somente como referências para a seleção da alternativa mais viável para a obra em termos ambientais.

Os resultados da análise empreendida serão posteriormente agregados a uma matriz de comparação das alternativas, a qual além dos fatores ambientais aqui considerados englobará também fatores técnicos, econômicos e sociais.

Para a Barragem Poço Comprido a avaliação ambiental empreendida revela que a alternativa que apresenta pior score é o Eixo III, cuja pontuação fez 21 pontos. A referida alternativa apresentou como fatores negativos o requerimento de desmatamento de extensas áreas, com consequente danos a flora e a fauna; a submersão de maiores extensões de áreas requeridas para mineração, com o agravante de parte destas serem relativas a um metal pesado de elevado potencial poluidor – no caso o chumbo e o posicionamento de epicentros de sismos muito próximos do eixo do barramento nesta alternativa contribuindo sobremaneira para elevação dos custos de implantação das obras.

As Alternativas I e II, por sua vez, apresentaram pontuações semelhantes para os critérios Danos a Flora e a Fauna; Áreas com Mineração Requeridas junto ao DNPM e Risco Sísmico/Custos de Implantação das Obras. Nos critérios pertinentes ao Contingente Populacional a ser Desalojado e Interferências com Infraestruturas de Uso Público, a Alternativa I apresenta pior score já que a sua implantação resultará no desalojamento de um maior número de famílias e em interferências com um maior número de infraestruturas de uso público. Ressalta-se, todavia, que esta alternativa permite a acumulação de um maior volume d'água do que a Alternativa II, mesmo quando se considera um rebaixamento da sua cota de coroamento, o que permitiria uma redução significativa dos impactos acima aludidos, passando as duas alternativas a apresentarem magnitudes relativamente semelhantes nos cinco critérios de avaliação adotados.

Como resultado, o componente ambiental neste caso específico passa a não ter um peso relevante na seleção da melhor alternativa de barramento, devendo prevalecer os critérios técnicos e econômico-financeiros neste processo seletivo.

Independente disto, medidas mitigadoras devem ser adotadas na implementação e operação do projeto. Além das medidas que normalmente são adotadas em obras hidráulicas, tais como o reassentamento da população desalojada, remoção/relocação de infraestruturas de uso público atingidas e reconstituição paisagística das áreas do canteiro de obras e das jazidas de empréstimos exploradas, sugerimos a adoção das seguintes medidas:

- Adotar normas de segurança do trabalho durante a implantação e operação do empreendimento;
- Implantar um Programa de Comunicação Social fundamentado em duas vertentes básicas, contato com a população para apresentar informações sobre a obra e seus impactos potenciais e treinamento do contingente obreiro;
- Realizar desmatamento racional da área da bacia hidráulica do reservatório, restringindo a erradicação da cobertura vegetal aos limites do *off-set* da área da bacia hidráulica e implementação de um plano de manejo da fauna;
- Construir desvios temporários de tráfego e aposição de sinalização ostensiva na área das obras durante a implantação do empreendimento, principalmente nos pontos de intersecção das estradas de serviços com a malha viária existente;
- Implementar um plano de identificação e resgate dos patrimônios paleontológico e arqueológico, devendo ser previsto inclusive procedimentos para salvamento ao acaso destes tipos de patrimônios durante a implantação das obras, caso estas medidas sejam solicitadas pelo IPHAN por ocasião do licenciamento do empreendimento por este órgão;
- Elaborar e executar um programa de educação ambiental visando a difusão de princípios e técnicas sobre preservação ambiental junto aos usuários do futuro reservatório (comunidade local, agentes econômicos, classe estudantil, etc.);
- Delimitar, reflorestar (caso se faça necessário) e administrar a faixa de proteção do reservatório;

- Efetuar o peixamento do reservatório com espécies nativas da bacia do rio dos Macacos;
- Monitorar periodicamente os níveis do reservatório, visando subsidiar o plano de gerenciamento e controle dos recursos hídricos represados;
- Elaborar um zoneamento dos usos no entorno do reservatório, procurando posicionar afastados usos conflitantes entre si;
- Elaborar um Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem, visando fornecer um conjunto de diretrizes e informações para o planejamento das medidas que devem ser tomadas em situações de risco iminente de ruptura da barragem, conforme exigido pela Lei de Segurança de Barragens;
- Elaborar um Plano de Manutenção da Infraestrutura Hídrica implantada, entre outros.
- Monitorar a sedimentação no reservatório visando permitir o conhecimento das atividades exercidas na bacia contribuinte, as quais podem vir a comprometer a qualidade dos recursos hídricos represados ou a capacidade de acumulação do reservatório;
- Monitorar periodicamente a qualidade da água represada no reservatório, visando o controle da prática de atividades poluidoras na sua bacia de contribuição;

Por fim, deverá ser implementado um Programa de Gestão Ambiental das Obras, ou seja, uma estrutura gerencial específica capaz de garantir que as técnicas de proteção, de prevenção e de recuperação ambientais indicadas para cada situação das obras sejam aplicadas da forma adequada, criando as condições operacionais necessárias para a implantação e acompanhamento dos programas ambientais propostos. Este tipo de estrutura já vem sendo eficientemente experimentado em obras deste tipo, com *know-how* desenvolvido pela SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos em empreendimentos de grande porte, durante os quais está sendo gradualmente aperfeiçoada.

## 8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

## 8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AMARAL, W.S., **Análise Geoquímica, Geocronológica e Termobarométrica das Rochas de Alto Grau Metamórfico, adjacentes ao Arco Magmático de Santa Quitéria, NW da Província Borborema.** Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 2010. 248p. (Tese de Doutorado).
- ARAÚJO, C.E.G., **Evolução Tectônica da margem Ativa Neoproterozoica do Orógeno Gonswana Oeste na Província Borborema (NE-Brasil).** São Paulo, USP, 2014. 243p. (Tese de Doutorado).
- ARTHAUD, M.H. et al. Geology of the northern Borborema Province, NE Brazil and its correlation with Nigeria, NE Africa. **Geological Society of London**, Special Publications, (S.I.), v. 294, n. 1, p. 49-67, 2008.
- ARTHAUD, M.H., **Evolução Neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira.** Brasília, UFB, 2007. 170p. (Tese de Doutorado).
- 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.
- BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará.** Mossoró, ESAM, 1976. 523p.
- BRAID, E.C.M., **Diagnóstico Florestal do Estado do Ceará.** Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 78p.
- BRASIL, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA). Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br>. Acesso em: 22/04/2019.
- \_\_\_\_\_, Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET), **Normais Climatológicas (1961-1990).** Brasília, DNMET/EMBRAPA, 1992. 84p.
- \_\_\_\_\_, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), **Geologia da Bacia Jaibas, Ceará, Piauí e Maranhão. Projeto Jaibas.** Brasília, DNPM, 1979. 106p. (Série Geologia nº 14).



- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_./CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br>. Acesso em: 22/04/2019.
- \_\_\_\_\_, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **Censos Demográficos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25/04/2019.
- \_\_\_\_\_, 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 Hidrolândia, Santa Quitéria e Catunda)**. Fortaleza, CPRM, 1998.
- \_\_\_\_\_, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste**. Recife, SUDENE, 1971. (Folha 5 - Fortaleza - SO).
- BRITO-NEVES, B.B.; CAMPOS NETO, M.; FUCK, R.A. from Rodinia Western Gondwana; an approach to the Brasiliano-Pan African Cycle and orogenic collage. Episodes, (S.I.), v, 22, n. 3, p. 155-166, 1999.
- CABY, R. 1989. Precambrian terranes of Benin – Nigeria and northeast Brazil and the late proterozoic atlantic fit barks. **Geological Society of America**, Special Papers, p. 145-158, 1989.
- CABY, R. & ARTHAUD, M.H.; ARCHANJO, C.J., Lithostratigraphy and petrostructural characterization of supracrustal units in the brasiliano belt of northeast Brazil: geodynamic implications. **Journal of South American Earth Sciences**. 8 : 235-246, 1995.
- CAVALCANTE, J.C. et al., **Mapa Geológico do Ceará**. Fortaleza, CPRM, 2003. Escala 1: 500.000.
- CEARÁ, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará - Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, **Caderno Regional da Bacia do Acaraú**. Fortaleza, INESP, 2009. 128p. (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 1).
- \_\_\_\_\_, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Acaraú. Fase 1: Estudos Básicos e Diagnóstico. Relatório Final**. Fortaleza, IBI, 2010.

- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Elaboração do Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Estratégicas do Acaraú, Metropolitanas e da Sub-Bacia do Salgado. Produto 02 – Relatório de Diagnóstico Ambiental da Bacia do Acaraú.** Fortaleza, Consórcio Nippon Koei Lac, 2016. 118p.
- \_\_\_\_\_, Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), **Projeto Áridas.** Fortaleza, FUNCEME, 1994 (Grupo de Trabalho I - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- \_\_\_\_\_, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), **Anuário Estatístico do Ceará - 2017.** <http://www.ipece.ce.gov.br/>.
- \_\_\_\_\_, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Plano Estadual dos Recursos Hídricos,** Fortaleza, SRH, 1992. 4v.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **PROGERIRH - Projeto Piloto. Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos. Relatório de Avaliação Ambiental Regional - RAA. Produto Final.** Fortaleza, TC/BR, 2000. 262p.
- \_\_\_\_\_, Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará.** Fortaleza, SEMACE, 1998. 4v.
- DELGADO, I.M. et al., Geotectônica do Escudo Atlântico. In: BIZZI, L.A. et al. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas & SIG.** Brasília, CPRM, 2003.
- FENG, M., ASSUMPÇÃO, M., VAN DER LEE, S., Group-velocity tomography and lithospheric S - velocity of south american continent. **Physics of the Earth and Planetary Interiors**, 147: 315-331, 2004.
- FERREIRA, J.M. & ASSUMPÇÃO, M., **Sismicidade do Nordeste do Brasil.** Rev Bras. Geofís, 1: 67-88, 1983.
- FERREIRA, J.M., BEZERRA, F.H.R.; SOUSA, M.O.L.; NASCIMENTO. A.F.; FRANÇA, G.S.L.A., Ter role of precambrian mylonitic belts and presente-day stress field in the coseismic reactivation of the Pernambuco lineament, Brazil. **Tectonophysics**, 456: 111-126, 2008.
- FERREIRA, J.M., OLIVEIRA, R.T., TAKEYA, M.K. & ASSUMPÇÃO, M., Superposition of local and regional stress in northeast Brazil: evidence from foca 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.
- FETTER, A.H. et al., Evidence for neoproterozoic continental arc magmatism in the Santa Quitéria Batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the assembly of West Gondwana. **Gondwana Research**, (S.I.), v.6, n. 2, p. 265-273, 2003
- GARCIA, M.G.M.; ARTHAUD, M.H., Caracterização de trajetórias P-T em nappes brasileiras; região de Boa Viagem/Madalena – Ceará Central. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 17, n. 2, p. 173-191, 2004.
- GARCIA, M.G.M.; SANTOS, T.J.S.; AMARAL, W>S>, Provenance and tectonic setting of neoproterozoic supracrustal rocks from the Ceará Central Domain, Borborema Province (NE Brazil): constraints from geochemistry and detrital zircon ages. **International Geology Review**, (S.I.), v.56, n. 4, p. 481-500, 2014.
- JARDIM DE SÁ, E.F., **A Evolução Proterozóica da Província Borborema.** In: Simp. Geologia do Nordeste 11. Natal, 1994. Atlas... Natal, Bol. Núcleo Nordeste da SBG. 9: 297-316, 1994.
- LIMA NETO, H.C., **Estudo da Atividade Sísmica de São Caetano - PE em 2007.** Natal, PPGG/UFRN, 2009. 127p. (Dissertação de Mestrado).
- 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.
- MOURA, P., **Geoconservação no Domínio Ceará Central, Nordeste do Brasil: Métodos para Seleção, Proteção e Uso dos Sítios Geológicos.** Fortaleza, UFC, 2018. 206p. (Tese de Doutorado).
- NASCIMENTO, F. R., **Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú – CE.** Niterói, UFF, 2006. 370p. (Tese de Doutorado).
- NASCIMENTO, F. R. et al., **Solos e Unidades Morfopedológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú – Ceará.** In VI Simpósio Nacional de Geomorfologia / Conferência Regional de Geomorfologia. Goiânia, 6 a 10 de dezembro de 2006.
- OLIVEIRA, P.H.S., **Estudo da Sismicidade na Região de Sobral - CE em 2008.** Natal, UFRN, 2010. 178p. (Dissertação de Mestrado).

- \_\_\_\_\_, **Sismicidade e Esforços Tectônicos na Zona Sísmica Acaraú, Nordeste do Brasil**. Natal, UFRN, 2015.121p. (Tese de Doutorado).
- ROCHA, E.J.T. et al., **Avaliação do Nível de Saturação da Açudagem da Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú – Ceará**. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 33, n. 2, p. 122-132, dez. 2012.
- 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.
- SANTOS, T.J.S. et al., U-Pb age of the coesite-bearing eclogite from NW Borborema Province, NE Brazil: Implications for western Gondwana assembly. **Gondwana Research**, (S.I.), v. 28, n.3, p. 1183-1196, 2015.
- SYKES, L.R., Intraplate seismicity, reactivation of preexisting zones of weakness alkaline magmatism, and other tectonism postdating continental fragmentation. **Rev. Geophys. Space Phys.**, 16: 621-688, 1978.
- SOUZA, M. J. N. et al., **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará**. V. 1. Diagnóstico Geoambiental. Fortaleza, SDU/SEMACE, 1998. 227p.
- \_\_\_\_\_, **Diagnóstico Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú**. Relatório Preliminar. Fortaleza, UECE/EMBRAPA, 2005. 99p.
- TONIOLO, E.R. & DANTAS, J.B., **Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 45p.
- VASCONCELOS LOPES, A.E.; ASSUMPÇÃO, M.; NASCIMENTO, A.F.; FERREIRA, J.M.; MENEZES, E.A.S.; BARBOSA, J.R., Intraplate earthquake swarm in Belo Jardim, NE Brazil: reactivation of a major Neoproterozoic shear zone (Pernambuco Lineament). **Geophys J. Int.** 180: 1303 – 1312, 2010.

## 9. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA





**Foto 1 – Alternativa I - Vista do morro da ombreira esquerda.**



**Foto 2 - Areal no leito do rio dos Macacos na área da bacia hidráulica do futuro reservatório.**



**Foto 3 - Afloramento de rocha granítica no leito do rio dos Macacos, na área da bacia hidráulica do futuro reservatório.**



**Foto 4 – Alternativa II: vista do Morro dos Macacos, onde fica a ambreira esquerda.**



**Foto 5 - Vista do rio dos Macacos, próximo ao eixo da Alternativa III.**



**Foto 6 – Alternativa III: Vista do morro da ombreira esquerda para a direita.**





**Foto 7: Casa no Sopé do Serrote do Macaco.**



**Foto 8: Rede de energia elétrica bifásica, que se desenvolve paralela a estrada vicinal cruzando a bacia hidráulica da Alternativa I.**



**Foto 9 – Alternativa I: Cobertura de cascalho com espessura de até 3m, com potencial para reserva, estendendo-se do Ponto 2 ao Ponto 4.**



**Foto 10 – Lajedos de granito e granodiorito maciço, rocha sã.**



**Foto 11 – Alternativa I: blocos de basalto formando um corpo de dimensão lavrável para brita e blocos de enrocamento (Ponto 5).**



**Foto 12 - Marco topográfico do anteprojeto, situa-se na ombreira direita da Alternativa I (Ponto 8).**





**Foto 13 - Lajedos de granito-gnaisses próximos a rodovia estadual (Ponto 11, UTM – 356555/9528990).**



**Foto 14 - Blocos de basalto (Ponto 10, UTM-356974/9527938).**



**Foto 15 - Alternativa I: cava de teste para cubagem de reserva de solo (Ponto 14, UTM-356310/9529042).**



**Foto 16 -, Matações de granitos, rocha sã (Ponto 20, UTM 355390/9529300).**



**Foto 17 - Rocha granítica com faixas xistosas descontínuas, mais ricas em biotita (Ponto 24, UTM 355703/9529974).**



**Foto 18 - Corte de estrada emo terraço fluvial, com solo arenoso de 2 a 3m (Ponto 25, UTM 354826/9530022).**





**Foto 19 - Marco do antigo anteprojeto sob cascalhos que ocorrem em toda a encosta (Ponto 30 (UTM-354013/9529840)).**



**Foto 20 - Solo argilo-arenoso com espessura de 2 a 3m, passível de ser utilizado como material de empréstimo (Ponto 35 UTM-352949/9530016).**



**Foto 21 - AlterBlocos de granito, rocha aflorante com pouco solo (Ponto 5, UTM-355859/9525598).**



**Foto 22 - Lajedos maciços de gnaisses graníticos (Ponto 3, UTM - 355261/9517852).**



**Foto 23 - Rocha calcissilicática, que pode ser mais fraturada que os gnaisses graníticos (Ponto 5).**



**Foto 24 - Lajedos maciços de granito-gnaisse (Ponto 10, UTM 353769/9517544).**



**Foto 25 - Zonas de cisalhamento local (Ponto 15, UTM 352327/9516924).**



**Foto 26 - Solo vermelho com potencial para servir de material de empréstimo (Ponto 35).**



**Foto 27 - Patamar de sedimento, com potencial para servir de material de empréstimo - reserva de solo (Ponto 1).**



**Foto 28 - Lajedo aflorante, com potencial para ser explorado como pedreira, localizado próximo a rodovia estadual (Ponto 5).**

