

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*  
**BARRAGEM GERMINAL E ADUTORA DE PALMÁCIA**  
Município de Palmácia - Ceará

**FASE B: DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO**

**ETAPA B4: Projeto Executivo da Adutora de Palmácia**

**VOLUME I – Detalhamento do Projeto Executivo da Adutora**

**Tomo 1 - Relatório Geral**

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição</b>	<b>Por</b>	<b>Ver.</b>
000	Novembro/2011	Apresentação - Edição Preliminar	JM Eng. Cons. Ltda	Tadeu
001	Junho/2012	Revisão - Edição Preliminar	JM Eng. Cons. Ltda	Fernando
002	Junho/2012	Edição Final	JM Eng. Cons. Ltda	Fernando

## ÍNDICE

---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: | Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

## ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	4
<b>1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE.....</b>	<b>17</b>
2.1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	18
<b>3 - POPULAÇÃO ALVO DO PROJETO PROPOSTO.....</b>	<b>21</b>
3.1 - TAXAS DE CRESCIMENTO.....	22
3.2 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO.....	22
<b>4 - ESTUDO DE DEMANDA DO PROJETO PROPOSTO.....</b>	<b>24</b>
4.1 - CRITÉRIOS ESTABELECIDOS.....	25
4.2 - PARÂMETROS DE PROJETO.....	25
4.3 - VAZÕES DE PROJETO.....	26
<b>5 - MANANCIAL.....</b>	<b>28</b>
<b>6 - PROJETO PROPOSTO.....</b>	<b>30</b>
6.1 - DELINEAMENTO DO SISTEMA.....	31
<b>6.1.1 - Captação.....</b>	<b>31</b>
<b>6.1.2 - Adução de Água Bruta.....</b>	<b>31</b>
<b>6.1.3 - Tratamento d'água - ETA.....</b>	<b>31</b>
<b>6.1.4 - Adução de água Tratada.....</b>	<b>32</b>
<b>6.1.5 - Reservação.....</b>	<b>32</b>
6.2 - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS.....	35
<b>6.2.1 - Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB (Captação).....</b>	<b>35</b>
<b>6.2.2 - Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT.....</b>	<b>35</b>
<b>6.2.3 - Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros – EELF.....</b>	<b>36</b>
6.3 - SISTEMAS DE ADUÇÃO.....	36
<b>6.3.1 - Adutora de Água Bruta - AAB.....</b>	<b>36</b>
<b>6.3.2 - Adução de Água Tratada - AAT.....</b>	<b>37</b>
<b>6.3.3 - Transiente e equipamento de proteção.....</b>	<b>38</b>
<b>6.3.4 - Estação de tratamento de água.....</b>	<b>39</b>
<b>6.3.5 - Reservação.....</b>	<b>39</b>
6.4 - MOVIMENTO DE TERRA.....	40
6.5 - LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVÍIS.....	40
6.6 - Operação do Sistema.....	41

## APRESENTAÇÃO

---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)

Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

## APRESENTAÇÃO

Os serviços executados pela empresa JM Engenheiros Consultores Ltda, no âmbito do Contrato nº 10/ SRH/CE/2010 , assinado em 30/04/2010 com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE), tem como objeto a **Elaboração dos Estudos Básicos e Concepção, Eia/Rima, Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento, Detalhamento do Projeto Executivo, Avaliação Econômica e Financeira Referentes a Barragem Germinal e a Adutora de Palmácia, no Estado do Ceará.**

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

### FASE A - ESTUDOS DE VIABILIDADE

- ❖ **ETAPA A1** - Relatório de Identificação de Obras - RIO
  - **VOLUME I** - Relatório de Identificação de Obras - RIO
- ❖ **ETAPA A2** - Estudos Básicos e Concepção Geral do Projeto da Barragem Germinal
  - **VOLUME I** - Estudos Básicos
    - *Tomo 1 - Levantamentos Topográficos*
    - *Tomo 2 - Estudos Cartográficos*
    - *Tomo 3 - Estudos Hidrológicos*
    - *Tomo 4 - Estudos Geológicos e Geotécnicos*
  - **VOLUME II** - Concepção Geral do Projeto da Barragem Germinal
    - *Tomo 1 - Relatório de Concepção Geral*
    - *Tomo 1A - Desenhos*
    - *Tomo 1B - Memória de Cálculo*
- ❖ **ETAPA A3** - Estudos Básicos e Relatório Técnico Preliminar da Adutora de Palmácia
  - **VOLUME I** - Estudos Básicos
    - *Tomo 1 - Relatório Geral*
    - *Tomo 2 - Estudos Topográficos*
    - *Tomo 3 - Estudos Geotécnicos*
  - **VOLUME II** - Relatório Técnico Preliminar (RTP) da Adutora
    - *Tomo 1 - Relatório de Concepção Geral*
    - *Tomo 1A - Desenhos*
    - *Tomo 1B - Memória de Cálculo*

## FASE B - DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

- ❖ **ETAPA B1** - Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA-RIMA)
  - **VOLUME I** - Relatório do EIA/RIMA da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia
    - *Tomo 1 - Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA) da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia*
    - *Tomo 2 - Relatório dos Impactos no Meio Ambiente (RIMA) da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia*
    - *Tomo 3 - Relatório de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica*
- ❖ **ETAPA B2** - Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia
  - **VOLUME I** - Levantamento Cadastral
    - *Tomo 1 - Relatório Geral*
    - *Tomo 2 - Laudos Individuais de Avaliação*
    - *Tomo 3 - Levantamentos Topográficos*
  - **VOLUME II** - Plano de Reassentamento da Barragem Germinal
    - *Tomo 1 - Diagnóstico*
    - *Tomo 2 - Detalhamento do Projeto de Reassentamento*
    - *Tomo 3 - Relatório Final de Reassentamento*
- ❖ **ETAPA B3** - Projeto Executivo da Barragem
  - **VOLUME I** - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem Germinal
    - *Tomo 1 - Memorial Descritivo do Projeto*
    - *Tomo 2 - Desenhos*
    - *Tomo 3 - Memória de Cálculo*
    - *Tomo 4 - Especificações Técnicas e Normas de Medições e Pagamentos*
    - *Tomo 5 - Quantitativos e Orçamentos*
    - *Tomo 6 - Relatório Síntese*
- ❖ **ETAPA B4** - Projeto Executivo da Adutora de Palmácia
  - **VOLUME I** - Detalhamento do Projeto Executivo da Adutora
    - *Tomo 1 - Relatório Geral*
    - *Tomo 2 - Memória de Cálculo*
    - *Tomo 3 - Quantitativos e Orçamentos*
    - *Tomo 4 - Especificações Técnicas e Normas de Medições e Pagamentos*
    - *Tomo 5 - Desenhos*
- ❖ **ETAPA B5** - Avaliação Econômica e Financeira do Sistema (Barragem e Adutora)
  - **VOLUME I** - Avaliação Econômica e Financeira do Sistema - Barragem Germinal e Adutora de Palmácia

---

A documentação ora apresentada compreende **Tomo 1- Relatório Geral** do Volume I da Etapa B4: Projeto Executivo da Adutora de Palmácia.

## 1 - INTRODUÇÃO

---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: | Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

## 1 - INTRODUÇÃO

Atendendo ao disposto nos Termos do Contrato nº 10/ SRH/CE/2010 e seus correspondentes anexos, compostos do Edital da Tomada de Preços Nº 20100001-SRH/CE e a Proposta Técnica e de Preços, referente ao Projeto Executivo da Barragem Germinal e da Adutora de Palmácia, no Estado do Ceará, estamos apresentando o presente RELATÓRIO, descrevendo o projeto proposto, cujos trabalhos foram realizados na “ETAPA B4” do mencionado contrato, inerentes ao Projeto Executivo da Adutora de Palmácia.

O Projeto tem como objetivo oferecer água para abastecimento humano à população da sede do município de Palmácia e das localidades de Gado dos Rodrigues, Santo Antônio, Volta do Rio, Santa Maria, Gado do Ferros/Boqueirão e Rochedo, dentro dos padrões exigidos pela legislação específica vigente e de fonte de suprimento confiável. O acesso a sede do município de Palmácia, a partir de Fortaleza, é feito pela rodovia CE-065 passando-se pelo município de Maranguape e pelo distrito de Ladeira Grande, perfazendo um total de 70,00 km, daí segue-se na mesma rodovia em direção ao município de Pacoti e após percorrer cerca de 8,00km chega-se ao local do barramento.

As Informações gerais sobre a área em que se materializará o empreendimento podem ser assim resumidas:

Coordenadas geográficas e a altitude da sede do município de Palmácia:

- Latitude: 4°09'01”;
- Longitude: 38°50'47”;
- Altitude: 425,00 m;
- Área da superfície geográfica do município: 117,81 km<sup>2</sup>.

Os municípios limítrofes são:

- Ao Norte: município de Maranguape;
- Ao Sul: municípios de Pacoti, Redenção e Guaiúba;
- A Leste: município de Guaiúba e Maranguape;
- A Oeste: município de Caridade.

Conforme mencionado, o manancial que alimentará a Adutora é a Barragem Germinal, em fase de estudos e projeto. Na Figura 1.1 são apresentados mapas com a localização do Município de Palmácia em relação ao Estado do Ceará e o traçado da adutora.

O horizonte do projeto ora proposto é de 30 anos, tendo como ano inicial de operação o ano de 2011.

Um resumo das características principais da adutora é apresentado na ficha técnica a seguir:

## FICHA TÉCNICA DA ADUTORA DE PALMÁCIA

### - Identificação

Denominação: .....Adutora de Palmácia

Estado:.....Ceará

Município:.....Palmácia

Localidades atendidas: .....Sede do município de Palmácia e das localidades de Gado dos Rodrigues, Santo Antônio, Volta do Rio, Santa Maria, Gado do Ferros/Boqueirão e Rochedo

População beneficiada (ano 2041): 13.011 habitantes

### - Estruturas e equipamentos

#### **Captação:**

\* Flutuante: Plataforma em fibra de vidro, dimensões: 4,0 m x 4,0 m x 0,60 m

#### **Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB (**

\* Equipamento de bombeamento sobre a plataforma flutuante:

- Bombas centrífugas de eixo horizontal (2 unidades - uma ativa e uma reserva)

1ª etapa: Bomba – Q: 76,92 m<sup>3</sup>/h

H: 34,0. mca

Motor-Elétrico – P:15,0 CV, 3.500 rpm, 220/380 V, trifásico

2ª etapa: Bomba – Q: 90,64 m<sup>3</sup>/h

H: 35,0 mca

Motor-Elétrico – P: 20,0 CV, 3.500 rpm, 220/380 V, trifásico

3ª etapa: Bomba – Q: 106,96 m<sup>3</sup>/h

H: 37,0 mca

Motor-Elétrico – P: 25,0 CV, 3.500 rpm, 220/380 V, trifásico

## Adutora de Água Bruta

### \* Tubulação

#### - 1º Segmento:

Extensão: 110,0 m

Material: PEAD

Diâmetro (DE): 180,0 mm

#### - 2º Segmento

Extensão: 400,0 m

Material: ferro fundido

Diâmetro (DN): 150,0 mm

\* Vazão: 29,71 L/s (Vazão da 3ª etapa)

## Estação de Tratamento de Água (ETA)

### \* Componentes:

- 1 (uma) Câmara de Carga com aerador (NA: 9,00 m)

- 2 (dois) Filtros de Fluxo Ascendente (03); DN: 3,50 m

- Leito de Secagem:

Dimensão da célula: 8 x 8 m

Nº de células: 8 unidades

## Casa de Química

### Reservatório Elevado:

\* Volume: 150,0 m³

\* Fuste: 12,0 m

### **Estação Elevatória do REL (lavagem dos filtros e demais usos):**

- \* Bombas centrífugas de eixo horizontal (2 unidades - uma ativa e uma reserva)

- Bomba - Q: 100,80 m<sup>3</sup>/h

- H: 24,0 mca

- Motor-Elétrico – P: 15,0 CV, 3.500 rpm, 220/380 V, trifásico

### **Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT)**

- \* Reservatório apoiado (poço de sucção):

- Volume: 150,0 m<sup>3</sup>

- \* Equipamento de bombeamento:

- Bombas centrífugas de eixo horizontal (2 unidades - uma ativa e uma reserva)

- 1ª etapa: Bomba – Q: 76,92 m<sup>3</sup>/h

- H: 142,0. mca

- Motor-Elétrico – P:75,0 CV, 3.500 rpm, 220/380 V, trifásico

- 2ª etapa: Bomba – Q: 90,64 m<sup>3</sup>/h

- H: 144,0 mca

- Motor-Elétrico – P: 75,0 CV, 3.500 rpm, 220/380 V, trifásico

- 3ª etapa: Bomba – Q: 106,96 m<sup>3</sup>/h

- H: 148,0 mca

- Motor-Elétrico – P: 100,0 CV, 3.500 rpm, 220/380 V, trifásico

### **Adutora de Água Tratada:**

- \* Adutora principal (ETA – Cidade de Palmácia)

- Extensão: 7.194,14 m

- Material: Ferro Fundido (3.932,14 m) e PVC DEFoFo (3.262,00 m)

- Diâmetro (DN): 200 mm

- Vazão: 29,71 L/s (Vazão da 3ª etapa no início da adutora)
- Localidades atendidas: Volta do Rio, Rochedo, Santa Maria, Gado dos Ferros, Boqueirão, Santo Antônio, Gado dos Ferros, Canadá e Palmácia
- \* Ramal A (Adutora Principal – Localidade de Rochedo)
  - Extensão: 7.022,00 m
  - Material: Ferro Fundido
  - Diâmetro (DN): 80 mm
  - Vazão 3,79 L/s (Vazão da 3ª etapa no início do ramal)
  - Localidades atendidas: Volta do Rio, Rochedo, Santa Maria, Gado dos Ferros e Boqueirão
- \* Sub-Ramal A1 (Ramal A – Volta do Rio – 1º REL)
  - Extensão: 120,00 m
  - Material: Ferro Fundido
  - Diâmetro (DN): 80 mm
  - Vazão 0,81 L/s (Vazão da 3ª etapa)
  - Localidades atendidas: Volta do Rio
- \* Sub-Ramal A2 (Ramal A – Volta do Rio – 2º REL)
  - Extensão: 120,00 m
  - Material: Ferro Fundido
  - Diâmetro (DN): 80 mm
  - Vazão 0,81 L/s (Vazão da 3ª etapa)
  - Localidades atendidas: Volta do Rio
- \* Sub-Ramal A3 (Ramal A – Gado do Ferros / Boqueirão)

- Extensão: 4.210,00 m
  - Material: Ferro Fundido
  - Diâmetro (DN): 80 mm
  - Vazão 1,48 L/s (Vazão da 3ª etapa no início do ramal)
  - Localidades atendidas: Santa Maria, Gado dos Ferros e Boqueirão
- \* Sub-Ramal A3A (Ramal A3 – Santa Maria)
- Extensão: 23,00 m
  - Material: Ferro Fundido
  - Diâmetro (DN): 80 mm
  - Vazão 0,22 L/s (Vazão da 3ª etapa no início do ramal)
  - Localidades atendidas: Santa Maria
- \* Ramal B (Adutora Principal – Localidade de Santo Antônio)
- Extensão: 176,00 m
  - Material: Ferro Fundido
  - Diâmetro (DN): 80 mm
  - Vazão 0,86 L/s (Vazão da 3ª)
  - Localidades atendidas: Santo Antônio
- \* Ramal C (Adutora Principal – Localidade de Gado dos Rodrigues / Canadá)
- Extensão: 67,00 m
  - Material: Ferro Fundido
  - Diâmetro (DN): 80 mm
  - Vazão 6,62 L/s (Vazão da 3ª)

- Localidades atendidas: Gado dos Rodrigues e Canadá

### Obras Complementares

\* Caixa de passagem: No Coroamento da Barragem Germinal

- Diâmetro: 2,00 m

- Cota do terreno: 358,0 m

- Cota do NA: 360,0 m

\* Tanque Unidirecional (TAU-01), Ø 2,0 m, h=8,00 m; Distância da ETA: 1.972,14m;

\* Tanque Unidirecional (TAU-02), Ø 2,0 m, h=8,00 m; Distância da ETA: 3.092,14m;

\* Tanque Unidirecional (TAU-03), Ø 2,0 m, h=8,00 m; Distância da ETA: 4.172,14m;

### Reservação

\* Cidade de Palmácia

- Tipo: Apoiado

- Volume: 500,00 m<sup>3</sup>

\* Localidade de Volta do Rio

- Tipo: Elevado

- Volume: 2 x 20,00 m<sup>3</sup>

\* Localidade de Rochedo

- Tipo: Apoiado

- Volume: 49,00 m<sup>3</sup>

\* Localidade de Santa Maria

- Tipo: Elevado

- Volume:8,00 m<sup>3</sup>

\* Localidade de Gado do Ferros e Boqueirão

- Tipo: Elevado

- Volume:30,00 m<sup>3</sup>

\* Localidade de Santo Antônio

- Tipo: Elevado existente

- Volume:20,00 m<sup>3</sup>

\* Localidade de Gado dos Rodrigues e Canadá

- Tipo: Elevado

- Volume:100,00 m<sup>3</sup>

- **Fonte Hídrica**

Denominação: ..... Barragem Germinal

Município:..... Palmácia-Ce

Sistema:.....Bacia do Rio Pacoti

Rio Barrado:.....Rio Pacoti

Coordenadas UTM: .....N:9.537.832; E:514.939

Volume acumulado (cota 353,50,0 m):.....3.145.289,60 m<sup>3</sup>

Vazão regularizada (90%):.....61,0 L/s



---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251  
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)  
Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

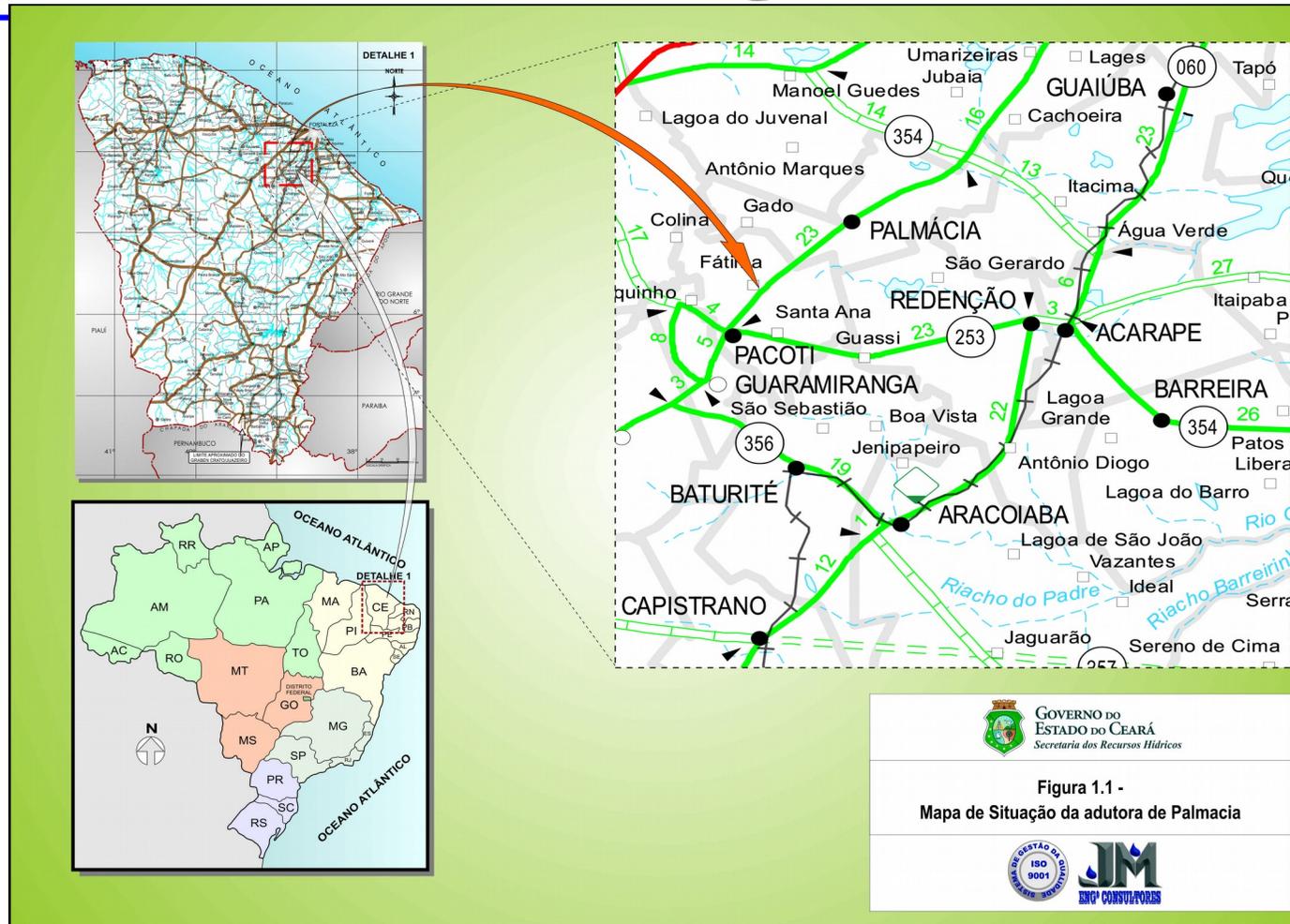


FIGURA 1.1

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251  
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)  
Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais



## 2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)

Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

## 2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

### 2.1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O atual Sistema de Abastecimento d'Água, da sede do Município de Palmácia, atende a quase 90% da população, no entanto a fonte hídrica encontra-se com sua capacidade máxima de utilização.

A fonte de hídrica constitui-se de cinco olhos 'água - que abastecem um reservatório apoiado com



Uma das Fontes

capacidade de 190 m<sup>3</sup>, utilizados de

maneira alternativa. Duas das fontes alimentam diretamente o reservatório por gravidade. Já as outras três alimentam um pequeno reservatório, denominado de poço de reunião, de onde um bombeamento recalca a água para o reservatório apoiado. Um dosador de nível constante alimenta com cloro o reservatório, único tratamento que recebe a água antes da distribuição.



Vista da ETA existente

A partir do reservatório apoiado a água é recalca através de um sistema de bombeamento, denominado de EE-01, constituído de dois conjuntos moto-bombas de 25 cv cada, sendo uma de reserva, e uma adutora de 600,00 m de extensão com diâmetro de 150 mm. Tal sistema alimenta um reservatório apoiado com capacidade de 250,0 m<sup>3</sup>, situado em um ponto elevado da área urbana da cidade de Palmácia.



Sistema de Bombeamento - EE1



Dosador de nível constante de cor

A rede de distribuição com extensão total de 5.785,0 m parte desse reservatório e para atender a toda cidade foi instalado um sistema booster, denominado de EE-02, com conjuntos moto-bombas de 5,0 cv. Na área da Fonte de hídrica consta ainda uma casa de química ou laboratório, uma caixa com um medidor proporcional e uma estação pitométrica. Na Figura 2.1 é apresentado um croqui do sistema de abastecimento de água da cidade de Palmácia composto de:

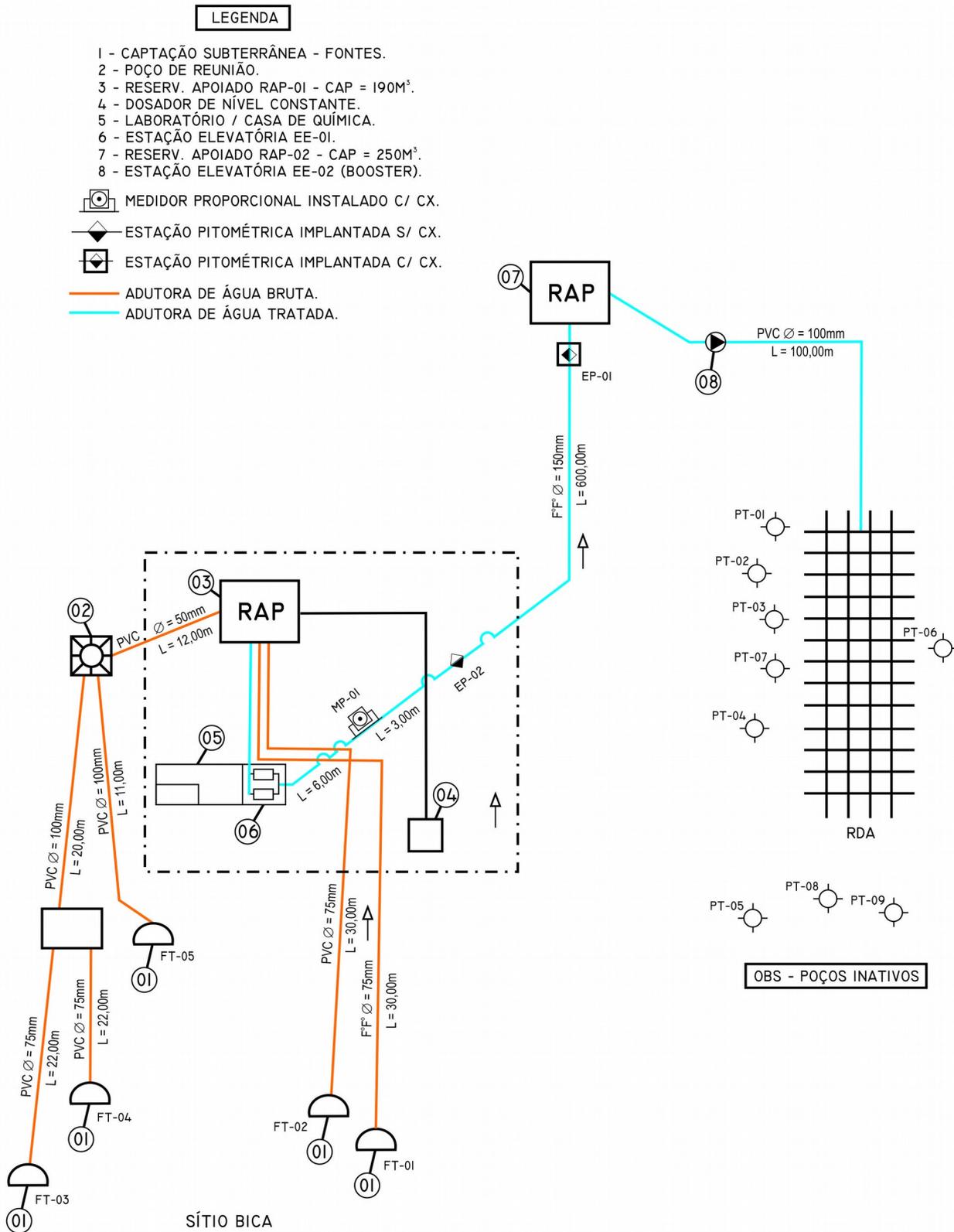
- a) Ligações de água
  - Reais: 1.261 unidades
  - Ativas: 1.161 unidades
- b) Volumes
  - Produzidos: 111.331,0 m<sup>3</sup>/ano
  - Distribuído: 111.331,0 m<sup>3</sup>/ano
  - Faturado: 83.500,0 m<sup>3</sup>/ano
  - Medido: 83.500,0 m<sup>3</sup>/ano
- c) Índice de Perdas
  - O índice de perda é de 12,3%
- d) Taxa de Cobertura



Equipamento de  
Medição

A taxa de cobertura é hoje de 88,7%

**FIGURA 2.1**



### 3 - POPULAÇÃO ALVO DO PROJETO PROPOSTO

---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: | Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

### 3 - POPULAÇÃO ALVO DO PROJETO PROPOSTO

#### 3.1 - TAXAS DE CRESCIMENTO

Os dados utilizados para se proceder a uma estimativa do incremento populacional, ano a ano, da área urbana da sede do município de Palmácia, foram os resultantes dos censos realizados pelo IBGE, nos anos de 1991 e 2000 e os dados referentes à contagem populacional dos anos de 1996, 2007 e 2010, sendo esse último usado os dados da Secretaria Municipal de Saúde de Palmácia, com média de 3,7 habitante por família, conforme orientação da própria secretaria.

O Quadro 3.1 mostra a população residente na sede do município, segundo mencionados censos oficiais.

**QUADRO 3.1 - DADOS CENSITÁRIOS DO IBGE**

Localidade	Anos				
	1991	1996	2000	2007	2010
Sede: Palmácia	3.725	4.095	4.417	4.645	4.884

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, 1991 e 2000 e Contagem da População, 1996 e 2007.

O Quadro 3.2 apresenta os valores da taxa de crescimento calculados entre cada período intercensitário.

**QUADRO 3.2 - TAXAS DE CRESCIMENTO**

Localidade	Períodos			
	1991-1996	1996-2000	2000-2007	2007-2010
Palmácia				
Taxa de crescimento (% a.a.)	1,91	1,91	0,72	1,69

Na análise da evolução da população urbana de Palmácia constatam-se taxas de crescimento estável até o período 1996-2000. No período de 2000-2007 a taxa teve uma redução significativa, voltando a crescer no período de 2007 e 2010, porém com taxa inferior as apresentadas nos primeiros períodos analisados, o que já pode ser uma tendência para períodos posteriores.

#### 3.2 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO

Conforme a marcha de cálculo apresentada no Tomo 2 – Memória de Cálculo, se projetou a população de cada localidade até o horizonte projeto (ano 2041), cujos resultados são apresentados no Quadro 3.3.

### Quadro 3.3 - TOTALIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO

Localidade	Palmácia	Gado dos Rodrigues /Canadá	Santo Antônio	Volta do Rio	Santa Maria	Gado dos Ferros/Boqueirão	Rochedo	TOTAL
Tx Cresc (% ao ano)	1,34	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	
Hab/família	3,7							
Quant. de fam.	1.320	449	58	110	15	85	47	2.084
2010	4.884	1.661	215	407	56	315	174	7.711
<b>2011</b>	<b>4.950</b>	<b>1.699</b>	<b>219</b>	<b>416</b>	<b>57</b>	<b>322</b>	<b>178</b>	<b>7.840</b>
2012	5.017	1.737	224	426	58	329	182	7.972
2013	5.084	1.776	229	435	59	336	186	8.106
2014	5.153	1.816	235	445	61	344	190	8.243
2015	5.222	1.857	240	455	62	352	194	8.382
2016	5.292	1.899	245	465	63	359	199	8.523
2017	5.364	1.941	251	476	65	368	203	8.667
2018	5.436	1.985	256	486	66	376	208	8.813
2019	5.509	2.030	262	497	68	384	212	8.962
2020	5.583	2.075	268	508	69	393	217	9.114
<b>2021</b>	<b>5.658</b>	<b>2.122</b>	<b>274</b>	<b>520</b>	<b>71</b>	<b>402</b>	<b>222</b>	<b>9.268</b>
2022	5.733	2.170	280	532	72	411	227	9.425
2023	5.810	2.219	287	544	74	420	232	9.585
2024	5.888	2.268	293	556	76	429	237	9.748
2025	5.967	2.320	300	568	77	439	243	9.914
2026	6.047	2.372	306	581	79	449	248	10.083
2027	6.128	2.425	313	594	81	459	254	10.254
2028	6.210	2.480	320	607	83	469	260	10.429
2029	6.293	2.535	328	621	85	480	265	10.607
2030	6.377	2.592	335	635	87	491	271	10.788
<b>2031</b>	<b>6.462</b>	<b>2.651</b>	<b>342</b>	<b>649</b>	<b>89</b>	<b>502</b>	<b>277</b>	<b>10.973</b>
2032	6.548	2.710	350	664	91	513	284	11.160
2033	6.636	2.771	358	679	93	525	290	11.352
2034	6.724	2.834	366	694	95	536	297	11.546
2035	6.814	2.898	374	710	97	549	303	11.744
2036	6.905	2.963	383	726	99	561	310	11.946
2037	6.997	3.029	391	742	101	573	317	12.151
2038	7.090	3.098	400	759	103	586	324	12.361
2039	7.184	3.167	409	776	106	600	332	12.573
2040	7.280	3.239	418	793	108	613	339	12.790
<b>2041</b>	<b>7.376</b>	<b>3.311</b>	<b>428</b>	<b>811</b>	<b>111</b>	<b>627</b>	<b>347</b>	<b>13.011</b>

## 4 - ESTUDO DE DEMANDA DO PROJETO PROPOSTO

---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)

Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

## 4 - ESTUDO DE DEMANDA DO PROJETO PROPOSTO

### 4.1 - CRITÉRIOS ESTABELECIDOS

#### a) Consumo “per capita”:

Foi estabelecida uma taxa de consumo “per capita” líquida (q) de 112,5 L/hab/dia para a sede do município de Palmácia e 90 L/hab/dia para as demais localidades beneficiadas.

#### b) Eficiência do Sistema

No cálculo da vazão de dimensionamento levaram-se em conta as perdas d’água do sistema, admitidas em 25%, tendo por base sistemas semelhantes operados pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE.

### 4.2 - PARÂMETROS DE PROJETO

De acordo com os critérios estabelecidos e orientação constante do Termo de Referência, definiram-se os seguintes parâmetros de cálculo:

- Ano inicial do plano..... 2.011
- Horizonte de projeto da 1ª Etapa..... 2.021
- Horizonte de projeto da 2ª Etapa..... 2.031
- Horizonte de projeto da 3ª Etapa..... 2.041
- População alvo da Sede de Palmácia
  - 1ª Etapa..... 5.658 hab.
  - 2ª Etapa..... 6.462 hab.
  - 3ª Etapa..... 7.376 hab.
- População Total beneficiada
  - 1ª Etapa..... 9.268 hab.
  - 2ª Etapa..... 10.973 hab.
  - 3ª Etapa..... 13.011 hab.
- Índice de Abastecimento (iab)
  - Sede do município de Palmácia..... 100%
  - Demais localidades..... 100%
- Índice de Perdas no Sistema (ip)..... 25%
- Consumo “Per Capita” Bruto (qb).....  $q / (1-(ip/100))$ 
  - Sede de Palmácia..... 150 L/hab/dia

- Demais localidades..... 120 L/hab/dia
- Coeficiente de Majoração p/ o Dia de Maior Consumo (K1)..... 1,20
- Coeficiente de Majoração p/ a Hora de Maior Consumo (K2)..... 1,50
- Tempo de Operação Máximo Diário (Td)..... 20 h

A vazão para dimensionamento do sistema foi definida em função do tempo de operação diário, estabelecido em 20 horas, ao final de cada década, considerando-se ainda, para dimensionamento dos elementos constituintes do sistema, as condições de operação verificadas para o fim de cada período e de acordo com a indicação do Quadro 4.1.

#### QUADRO 4.1 - Fases Consideradas para Dimensionamento do Sistema

Ano	Equipamento de Bombeamento	Estrutura de Tratamento e Reservação D'Água	Tubulação
2021	X		
2031	X		
2041	X	X	X

#### 4.3 - VAZÕES DE PROJETO

##### ➤ **DEMANDA**

De acordo com os parâmetros estabelecidos no item anterior, com os dados referentes à projeção da população e com a marcha de cálculo apresentada no Tomo 2 – Memória de Cálculo, foram calculadas as vazões brutas cujos resultados são apresentados no Quadro 4.2.

:

## QUADRO 4.2 - Evolução das Demandas e Reservação Necessária Total do Projeto

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Demanda (m <sup>3</sup> /ano)	Oferta (m <sup>3</sup> /ano)	Vazões (L/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m <sup>3</sup> )
					Média	Máx.dia.	
2010	2,25	7.711					
<b>2011</b>		<b>7.840</b>	<b>298.204</b>	<b>397.606</b>	<b>15,13</b>	<b>18,16</b>	<b>435,73</b>
2012		7.972	303.081	404.108	15,38	18,45	442,86
2013		8.106	308.042	410.722	15,63	18,75	450,11
2014		8.243	313.087	417.450	15,88	19,06	457,48
2015		8.382	318.220	424.293	16,15	19,37	464,98
2016		8.523	323.440	431.254	16,41	19,69	472,61
2017		8.667	328.751	438.335	16,68	20,02	480,37
2018		8.813	334.153	445.537	16,95	20,34	488,26
2019		8.962	339.648	452.865	17,23	20,68	496,29
2020		9.114	345.239	460.318	17,52	21,02	504,46
<b>2021</b>		<b>9.268</b>	<b>350.926</b>	<b>467.901</b>	<b>17,80</b>	<b>21,37</b>	<b>512,77</b>
2022		9.425	356.711	475.615	18,10	21,72	521,22
2023		9.585	362.597	483.463	18,40	22,08	529,82
2024		9.748	368.585	491.446	18,70	22,44	538,57
2025		9.914	374.677	499.569	19,01	22,81	547,47
2026		10.083	380.875	507.833	19,32	23,19	556,53
2027		10.254	387.180	516.241	19,64	23,57	565,74
2028		10.429	393.596	524.795	19,97	23,96	575,12
2029		10.607	400.124	533.498	20,30	24,36	584,66
2030		10.788	406.765	542.354	20,64	24,77	594,36
<b>2031</b>		<b>10.973</b>	<b>413.523</b>	<b>551.364</b>	<b>20,98</b>	<b>25,18</b>	<b>604,23</b>
2032		11.160	420.399	560.533	21,33	25,60	614,28
2033		11.352	427.396	569.861	21,68	26,02	624,51
2034		11.546	434.516	579.354	22,05	26,45	634,91
2035		11.744	441.760	589.013	22,41	26,90	645,49
2036		11.946	449.132	598.843	22,79	27,34	656,27
2037		12.151	456.634	608.845	23,17	27,80	667,23
2038		12.361	464.268	619.023	23,55	28,27	678,38
2039		12.573	472.036	629.382	23,95	28,74	689,73
2040		12.790	479.942	639.923	24,35	29,22	701,29
<b>2041</b>	<b>13.011</b>	<b>487.988</b>	<b>650.650</b>	<b>24,76</b>	<b>29,71</b>	<b>713,04</b>	

## 5 - MANANCIAL

---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: | Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

## 5 - MANANCIAL

A fonte de suprimento d'água que dará suporte à adutora é o açude Germinal, ora em fase de projeto, cuja boqueirão está localizado a aproximadamente 8,0 km da cidade de Palmácia, com acesso através da rodovia CE-065. Os principais dados do Açude são:

- Rio Barrado: ..... Pacoti
- Bacia de contribuição..... 1.539,0 km<sup>2</sup>
- Volume Afluente: ..... 4.214.500,00 m<sup>3</sup>
- Descarga Máxima Afluente: .....  $Q_a = 382,09 \text{ m}^3/\text{s}$
- Cota da soleira: ..... 353,50
- Cota do coroamento da barragem: ..... 357,00
- Cota da Tomada d'água:..... 335,00
- Acumulação Máxima: ..... 3.145.289,60m<sup>3</sup>
- Largura do Sangradouro: ..... 40,00 m
- Descarga Máxima Milenar Efluente: .....  $Q_{1.000} = 360,70 \text{ m}^3/\text{s}$
- Lâmina Máxima Adotada: ..... 2,60 m
- Folga Adotada: ..... 0,90 m
- Vazão Regularizada: (90% de garantia)..... 0,061 m<sup>3</sup>/s/ano

## 6 - PROJETO PROPOSTO

---

**JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38**

Correspondência: | Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: [jmconsultores@netbandalarga.com.br](mailto:jmconsultores@netbandalarga.com.br)

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

## 6 - PROJETO PROPOSTO

### 6.1 - DELINEAMENTO DO SISTEMA

O projeto do sistema adutor de Palmácia, no concernente a captação, adução, tratamento e reservação d'água, de que trata o presente relatório, obedeceu ao delineamento esboçado no Volume II – Relatório Técnico Preliminar (RTP) da Adutora, à exceção do modo de captação, que estudo posterior mais acurado, mostrou ser a captação em plataforma flutuante a mais indicada, levando em conta, sobretudo, condicionantes relativos à qualidade da água no interior da bacia hidráulica da barragem Germinal.

#### 6.1.1 - Captação

O equipamento de captação de água bruta compreende os seguintes componentes:

- a) Plataforma flutuante posicionada em ponto da bacia hidráulica do Açude Germinal, localizado, em linha reta, a 110,0m da ombreira esquerda da barragem, fazendo, a tubulação de recalque do equipamento instalado sobre a mesma, 85° graus com o eixo do barramento
- b) Equipamento hidromecânico instalado sobre a mencionada plataforma, isto é: duas eletrobombas centrífugas (uma de reserva); as quais montadas com a tubulação de sucção e recalque, correspondentes, formam o conjunto denominado de EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta.

Da citada plataforma a água será recalçada até uma caixa de passagem (CP) localizada na Ombreira Esquerda da Barragem, em ponto distando em torno de 4,0 m do eixo desta, com cota do terreno na 358.

#### 6.1.2 - Adução de Água Bruta

A adutora de água bruta é constituída de uma tubulação PEAD de 180 mm de diâmetro externo, extensão 110,0 m, interligando a EEAB à CP e de 400,0 m de tubulação em ferro fundido, com diâmetro nominal de 150mm interligando a CP à ETA.

#### 6.1.3 - Tratamento d'água - ETA

O tratamento adotado é o de fluxo ascendente, que se efetuará na mencionada ETA, a qual contará com um aerador, uma câmara de carga, dois filtros, com 3,50m de diâmetro, cada, casa de química, leito de secagem de lodo e bombas para recalque de água tratada para reservatório elevado, que proverá água para lavagem dos filtros, casa de química e área externa.

#### 6.1.4 - Adução de água Tratada

Após tratada, a água escoará para o reservatório de sucção de uma instalação de bombeamento, que se compõe da Estação Elevatória de Água Tratada- EEAT, que se conectará à AAT, isto é, Adutora de Água Tratada e da EELF- Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros, a qual recalcará água para o reservatório elevado, a ser construído junto à ETA. Os elementos do complexo acima mencionado estarão localizados na mesma área e se interligarão funcionalmente de modo racional.

Da EEAT a água será recalçada, através da Adutora de Água Tratada (AAT), para o reservatório apoiado, localizado na periferia da cidade de Palmácia, em ponto de cota 454,15 m, com extensão total de 7.194,14 m, assim como, os ramais das demais localidades beneficiadas abastecem seus respectivos reservatórios.

Na Estaca 30 a tubulação da adutora principal vira a direita no sentido de um novo levantamento com estaqueamento iniciando do zero, e abastecerá os reservatórios das localidades de Santo Antônio, Gado dos Rodrigues, Canadá e a própria cidade de Palmácia. Na continuação do levantamento ao longo da CE-060 a tubulação, agora denominada de ramal A, será implantada no acostamento da mesma numa extensão de 1.020,0 m, portanto sem necessidade de demolição de pavimento asfáltico e abastecerá as demais localidades. A partir da Estaca 85 derivará o Ramal A1 que abastecerá um dos dois reservatórios destinados a localidade de Volta do Rio. Ainda na Estaca 85 o Ramal A deixa o levantamento na Estrada Estadual CE-060 e entra numa vicinal para abastecer as localidades de Rochedo, Gado dos Ferros e Santa Maria, assim como, o segundo reservatório da localidade Volta do Rio.

#### 6.1.5 - Reservação

No tocante a reservação deverá ser construído um reservatório elevado junto ao complexo ETA/EEAT/Casa de Química, com capacidade de 150 m<sup>3</sup>, o qual destinará água para lavagem dos filtros e suprirá outras demanda da ETA. No ponto final da adutora de principal, definido pela Estaca 9 do ramal E, será construído um reservatório apoiado de 500,0 m<sup>3</sup>, que alimentará a rede de distribuição da Cidade de Palmácia. Para as demais localidades serão construídos reservatórios elevados, com exceção da localidades de Santo Antônio, onde será aproveitado o REL existente. As principais características são apresentadas no **Quadro 6.1**.

### QUADRO 6.1 – Características dos Reservatórios

LOCALIDADE	VOLUME (m <sup>3</sup> )	TIPO
Palmácia	500	RAP
Gado dos Rodrigues	100	REL
Santo Antônio	-	
Volta do Rio	2 (20 + 20) = 40	REL
Santa Maria	8	REL
G. dos Ferros/Boqueirão	30	REL
Rochedo	20	REL
<b>TOTAL</b>	<b>703</b>	

Uma visualização esquemática do sistema é vista na **Figura 6.1**.

## Entra FIGURA 6.1. DWG

## 6.2 - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

### 6.2.1 - Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB (Captação)

O dispositivo de captação compreende:

- a) Plataforma flutuante

Dimensões da base:

- comprimento: 4,00 m
- largura: 4,00 m
- altura: 0,60 m

- b) Equipamento de Bombeamento:

Constituído de duas bombas centrífugas (uma de reserva), eixo horizontal, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos, trifásicos, 60Hz, IV polos, 3.500 rpm. As demais características são apresentadas no **Quadro 6.1**.

**QUADRO 6.2 - Características da EEAB**

ETAPAS	VAZÃO (L/s)	HMT (m)	POTÊNCIA (CV)
1ª ETAPA	21,37	34	15
2ª ETAPA	25,18	35	20
3ª ETAPA	29,71	37	25

### 6.2.2 - Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT

Constituída de duas bombas centrífugas de mult-estágio (uma de reserva), eixo horizontal, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos, trifásicos, 60Hz, IV polos, 3.500 rpm. As demais características são apresentadas no **Quadro 6.2**.

No prédio onde se abrigarão as bombas, acima citadas, estarão também instaladas as bombas da EELF, Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros, assim como, o equipamento hidromecânico de controle e proteção e o equipamento elétrico de comando e proteção da EEAB, EEAT e da EELF.

**QUADRO 6.2 - Características da EEAT**

ETAPAS	VAZÃO (L/s)	HMT (m)	POTÊNCIA (CV)
1ª ETAPA	21,37	142	75
2ª ETAPA	25,18	144	75
3ª ETAPA	29,71	148	100

### 6.2.3 - Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros – EELF

As unidades de bombeamento desta estação, conforme mencionado, serão em números de duas (uma de reserva) e bombearão água tratada para o reservatório elevado de 150,0m³, integrante do complexo ETA/EEAT. Citado reservatório oferecerá carga suficiente para lavagem dos filtros da ETA e fará também o suprimento d'água da casa de química e da área externa da ETA.

As características principais das bombas desta estação são as seguintes: bombas centrífugas, eixo horizontal, Q = 100,8m³/h, H = 24,0m, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos, trifásicos, 15CV, 60Hz, IV pólos, 3.500rpm.

## 6.3 - SISTEMAS DE ADUÇÃO

### 6.3.1 - Adutora de Água Bruta - AAB

A adutora de água bruta é constituída de dois trechos. O primeiro trecho, em tubulação PEAD – PE 80 – PN 8, interligará a EEAB à Caixa de Passagem localizada na Ombreira Esquerda da Barragem. Já o segundo trecho, em ferro fundido, interligará a Caixa de Passagem à Câmara de Carga/aerador da ETA

No espelho d'água do açude, a tubulação PEAD apoiar-se-á sobre módulos flutuantes, enquanto que, às margens do lago, estará disposta sobre a superfície do solo até sua conexão com a Caixa de Passagem.

A tubulação do 2º segmento, em PVC, a partir de sua conexão com a tubulação PEAD, será área até a câmara de carga/aerador da ETA.

No **Quadro 6.3** é apresentado um resumo das características da tubulação de água bruta.

### QUADRO 6.3 – Resumo das Características da Adutora de Água Bruta

Adutora	Trecho	Materi:						
AAB	1º	PEAD						
	2º	FoFo						

#### 6.3.2 - Adução de Água Tratada - AAT

A adução de água tratada se efetuará por meio da AAT, atrás mencionada, que se constitui de tubulação enterrada, com diâmetro nominal de 200mm, definido no estudo de diâmetro econômico do RTP. O sistema adutor de Palmácia constitui-se ainda de mais 3 ramais e 4 sub-ramais para abastecer as demais localidades beneficiadas pelo projeto.

A AAT, com extensão total de 7.194,14 m, optou-se por adotar o tubo em ferro fundido e PVC DEFoFo, DN 200, em razão de no momento do transiente hidráulico ocorrer sobre pressão acima de 1 MPa, principalmente nos primeiros 2,0 km da adutora.

Para o Ramal A e seus sub-ramais adotou-se diâmetro de DN 80 em ferro fundido K9, em virtude das cargas em quase toda extensão excederem 1MPa, tendo em vista que a carga no ponto de derivação na Adutora Principal, que é em torno de 132,0 m, ser necessária mantê-la, permitindo que o abastecimento chegue nos pontos de entrega nas localidades.

No **Quadro 6.4** são apresentadas as principais características do sistema adutor.

#### QUADRO 6.4 - Características do Sistema Adutor

TUBULAÇÃO	Q. INIC. (L/s)	DIÂM. (mm)	EXT. (m)	MATERIAL	DESTINO
ADUTORA PRINCIPAL	29,71	200	7.194,14	fofo	PALMÁCIA
RAMAL A	3,79	80	7.032,00	fofo	Volta do Rio, Sta. Maria e Gado dos Ferros e Rochedo
SUB-RAMAL A1	0,81	80	120,00	fofo	Volta do Rio (primeiro reservatório)
SUB-RAMAL A2	0,81	80	120,00	fofo	Volta do Rio (segundo reservatório)
SUB-RAMAL A3	1,48	80	4.210,00	fofo	Sta. Maria, Gado dos Ferros/Boqueirão
SUB-RAMAL A3A	0,22	80	23,00	fofo	Sta. Maria
RAMAL B	0,86	80	176,00	fofo	Sto. Antônio
RAMAL C	6,62	80	67,00	fofo	Gado dos Rodrigues/Canadá
<b>TOTAL</b>			<b>18.942,14</b>		

### 6.3.3 - Transiente e equipamento de proteção

Procedeu-se a uma verificação das condições de operação das tubulações adutoras de água bruta e de água tratada, quando da ocorrência de transiente hidráulico, motivado por paralisação do equipamento de bombeamento, por corte de energia elétrica, com emprego de programa de computador. O software utilizado foi o UFC-6, desenvolvido pela Universidade Federal do Ceará, que usa o método das características para o cálculo do transiente Hidráulico.

Na simulação efetuada para a adutora de água bruta, verifica-se que o sistema não carece de qualquer proteção contra golpe de ariete, além das usuais ventosas de tríplice função e válvula de retenção na linha de recalque junto à bomba, vez que, durante a ocorrência de transiente hidráulico, motivado por paralisação do equipamento de bombeamento, em decorrência de corte de energia elétrica, a carga máxima, próximo à bomba, não ultrapassa 100 mca, enquanto que a envoltória das cotas piezométricas mínimas não corta em ponto algum a linha do terreno natural ao longo da adutora.

Com relação a adutora de água tratada, por se tratar de uma tubulação de maior porte, adotou-se a seguintes solução para menimizar aos efeitos da ocorrência de transiente hidráulico:

- a) Dispositivos adotados: 3 tanques unidirecionais com 8,0 m de lâmina d'água, sendo o primeiro a 1.972,14 da ETA; o segundo a 3.092,14 m e o terceiro a 4.172,14.
- b) Tubulação adotada: 4 trechos, sendo o primeiro em ferro fundido com 3.092,14 m a partir da ETA; em sequencia o segundo trecho com 1.500,0 m de extensão em PVC DEFoFo; o terceiro trecho com 840,0 m também em ferro fundido e o último trecho em PVC DEFoFo com 1.762,0 m de extensão, totalizando 7.188,0 m de tubulação.

Ver simulações e resultados no Tomo 2- Memória de Cálculo.

### 6.3.4 - Estação de tratamento de água

O tratamento indicado é o fluxo ascendente com aplicação de coagulante à entrada dos filtros e adição de cloro após filtração.

A ETA compõe-se de aerador, câmara de carga, dois filtros, com 3,60m de diâmetro, cada, casa de química, leito de secagem de lodo, depósito para armazenamento de produtos químicos, um reservatório apoiado que também servirá de poço de sucção para as bombas da EEAT e da EELF e um reservatório elevado de 150,0m<sup>3</sup>.

Os dois filtros deverão ser instalados no início da 1ª etapa.

### 6.3.5 - Reservação

O **Quadro 6.5**, visto a seguir, mostra o cotejo entre a reservação de água propiciada pelos reservatórios existentes nas localidades e o volume de reservação diário necessário em cada etapa do projeto. Os valores nele contidos orientaram o dimensionamento da estrutura de reservação proposta, com aproveitamento dos reservatórios existentes e construção de novos reservatórios, conforme mencionado em item precedente. Ver também: Volume I, Tomo 2, Memória de Cálculo).

**QUADRO 6.5 – Volumes de Reservação Existentes e Necessários**

LOCALIDADE	EXISTENTE			NECESSÁRIO			COMPLEMENTAÇÃO		
	RA	RE	TOTAL	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA
Palmácia			0,00	339,45	387,73	442,58	339,45	387,73	442,58
G. dos Rodrigues/Canadá	60,00		60,00	101,86	127,24	158,95	41,86	67,24	98,95
Santo Antônio		20,00	20,00	13,16	16,44	20,53	-6,84	-3,56	0,53
Volta do Rio			0,00	24,95	31,17	38,94	24,95	31,17	38,94
Santa Maria			0,00	3,40	4,25	5,31	3,40	4,25	5,31
G. dos Ferros/Boqueirão			0,00	19,28	24,09	30,09	19,28	24,09	30,09
Rochedo			0,00	10,66	13,32	16,64	10,66	13,32	16,64
TOTAL	0,00	0,00	0,00	512,77	604,23	713,04	432,77	524,23	633,04

### 6.4 - MOVIMENTO DE TERRA

No sistema adutor a tubulação será assentada numa vala de dimensões médias - profundidade de 1,00 m e largura de 0,60 m - sobre camada de 0,10 m de areia fina quando a escavação for em material de 2ª e 3ª categoria.

Os volumes do material a escavar por categoria e respectivo percentual, em termos estimativos, são os seguintes:

Categoria	Volume (m3)	%
1ª	1.310,0	10
2ª	2.620,0	20
3ª	9.169,0	70

## 6.5 - LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVIS

As obras previstas são as que se listam no Quadro abaixo, com respectivas localizações.

OBRA	LOCALIZAÇÃO
Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB	Bacia hidráulica da Barragem Germinal
Caixa de Passagem	Ombreira esquerda da Barragem Germinal
Estação de Tratamento D`água - ETA	À jusante da Barragem Germinal
Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT	Na ETA
Tanque Unidirecional-TAU-01	Adutora Principal (1.972,14 m da ETA)
Tanque Unidirecional-TAU-02	Adutora Principal (3.092,14 m da ETA)
Tanque Unidirecional-TAU-03	Adutora Principal (4.172,14 m da ETA)
Caixas de proteção de registros e ventosas	Caminhamento da adutora
Reservatório apoiado de 500,0 m <sup>3</sup>	Cidade de Palmácia (Estaca 9 do Ramal E)
Reservatório elevado de 100,0 m <sup>3</sup>	Localidade de Gado dos Rodrigues
Reservatório elevado de 20,0 m <sup>3</sup>	Localidade de Volta do Rio
Reservatório elevado de 20,0 m <sup>3</sup>	Localidade de Volta do Rio
Reservatório elevado de 8,0 m <sup>3</sup>	Localidade de Santa Maria
Reservatório elevado de 30,0 m <sup>3</sup>	Localidade de Gado dos Ferros
Reservatório elevado de 49,0 m <sup>3</sup>	Localidade de Rochedo

## 6.6 - OPERAÇÃO DO SISTEMA

Na casa de bombas da ETA estarão localizados os equipamentos de comando e proteção hidromecânicos e o equipamento elétrico de controle e proteção da EEAB, EEAT e EELF.

Inicialmente EEAB aduzirá água bruta até a câmara de carga da ETA, de onde, depois de tratada em filtros de fluxo ascendente, a água passará por gravidade para um reservatório apoiado (poço de sucção), após o que a EEAT fará o recalque para o

---

reservatório apoiado a ser construído na periferia da cidade de Palmácia, conforme já mencionado, a partir do qual a rede de distribuição d'água da cidade será alimentada.

Com captação efetuada no mesmo poço de sucção, a EELF recalcará água para reservatório elevado a ser construído junto ao complexo EEAT-ETA, o qual proverá água para lavagem dos filtros, casa de química e para o abrigo de operadores de bomba.

As partidas e desligamentos dos motores serão efetuados por controle manual ou por dispositivos de automação.