

**MÓDULO V**  
**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE ITAÍPOCA**

VOLUME III – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

TOMO 1 – MEMORIAL DESCRITIVO

Rev.	Data	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.
00	Mar/2002	1ª Edição	Consórcio	TAD	NKT	NKT
01	Dez/2002	Projeto Final	Consórcio	TAD	NKT	NKT

## ÍNDICE

## ÍNDICE

<b><u>APRESENTAÇÃO</u></b> .....	<b>5</b>
<b><u>1 - INTRODUÇÃO</u></b> .....	<b>8</b>
<b><u>2 - POPULAÇÃO ALVO</u></b> .....	<b>13</b>
<b><u>3 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE</u></b> .....	<b>15</b>
<b><u>4 - OFERTA D'ÁGUA</u></b> .....	<b>18</b>
<b><u>5 - MANANCIAL</u></b> .....	<b>23</b>
<b><u>6 - PROJETO PROPOSTO</u></b> .....	<b>25</b>
<b><u>6.1 - DELINEAMENTO GERAL DO PROJETO</u></b> .....	<b>26</b>
<b><u>6.2 - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA</u></b> .....	<b>29</b>
<b><u>6.2.1 - Estação Elevatória de Água Bruta I – EEAB-I (Captação)</u></b> .....	<b>29</b>
<b><u>6.2.2 - Estação Elevatória de Água Bruta-II – EEAB-II (Reelevatória)</u></b> .....	<b>30</b>
<b><u>6.2.3 - Estação Elevatória de Água Tratada – EEAT (Barrento)</u></b> .....	<b>31</b>
<b><u>6.3 - SISTEMA ADUTOR</u></b> .....	<b>31</b>
<b><u>6.4 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA</u></b> .....	<b>31</b>
<b><u>6.4.1 - Estação de Tratamento em Itaipoca</u></b> .....	<b>31</b>
<b><u>6.4.2 - Estação de Tratamento em Barrento</u></b> .....	<b>32</b>
<b><u>6.5 - RESERVAÇÃO</u></b> .....	<b>33</b>
<b><u>6.6 - LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVIS</u></b> .....	<b>34</b>
<b><u>6.7 - SISTEMA ELÉTRICO DA ADUTORA DE ITAPIPOCA</u></b> .....	<b>34</b>
<b><u>6.7.1 - Objetivo</u></b> .....	<b>34</b>
<b><u>6.7.2 - Localização</u></b> .....	<b>35</b>
<b><u>6.7.3 - Suprimento de energia</u></b> .....	<b>35</b>
<b><u>6.7.4 - Concepção Geral do Projeto</u></b> .....	<b>36</b>
<b><u>6.7.5 - Instalações Elétricas Prediais</u></b> .....	<b>37</b>
<b><u>6.7.6 - Recomendações Técnicas Básicas</u></b> .....	<b>39</b>
<b><u>6.7.7 - Observações</u></b> .....	<b>40</b>
<b><u>6.7.8 - Normas</u></b> .....	<b>40</b>
<b><u>6.7.9 - Especificações dos Principais Equipamentos</u></b> .....	<b>41</b>
<b><u>6.8 - SISTEMA ELÉTRICO DA ETA DE BARRENTO</u></b> .....	<b>42</b>
<b><u>6.8.1 - Objetivo</u></b> .....	<b>42</b>

<a href="#"><u>6.8.2 - Localização</u></a> .....	43
<a href="#"><u>6.8.3 - Suprimento de energia</u></a> .....	43
<a href="#"><u>6.8.4 - Concepção Geral do Projeto</u></a> .....	43
<a href="#"><u>6.8.5 - Instalações Elétricas Prediais</u></a> .....	44
<a href="#"><u>6.8.6 - Recomendações Técnicas Básicas</u></a> .....	47
<a href="#"><u>6.8.7 - Observações</u></a> .....	47
<a href="#"><u>6.8.8 - Normas</u></a> .....	48
<a href="#"><u>6.8.9 - Especificações dos Principais Equipamentos</u></a> .....	48
<a href="#"><u>ANEXO I – ESTUDO POPULACIONAL</u></a> .....	51

## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

Os serviços executados pelo Consórcio JP ENGENHARIA – AGUASOLOS – ESC/TE, no âmbito do Contrato nº 005/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH/2001, assinado em 22/03/2001 com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE), tem como objeto a Elaboração dos Estudos de Viabilidades Técnicas, Ambientais e Econômicas, EIA's-RIMA's, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais e Planos de Reassentamentos de Populações, Manuais de Operação e Manutenção e Avaliação Financeira e Econômica, referentes às Barragens GAMELEIRA, TRAIRI, JENIPAPEIRO, MARANGUAPE I e MARANGUAPE II e Aduadoras de ITAPIPOCA, TRAIRI, IPAUMIRIM/BAIXIO/UMARI e MARANGUAPE/SAPUPARA/URUCARÁ/LADEIRA GRANDE, 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 Módulos, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são os apresentados na seqüência:

### Módulo I – Estudos de Alternativas de Localização das Barragens e Aduadoras

VOLUME I – Estudo de Alternativas e Opções para a Localização dos Eixos Barráveis e Aduadoras

### Módulo II – Estudos dos Impactos Ambientais

VOLUME I – Estudos dos Impactos Ambientais - EIA

VOLUME II – Relatório dos Estudos dos Impactos Ambientais - RIMA

### Módulo III – Projeto Executivo das Barragens

VOLUME I – Estudos Básicos

Tomo 1 – Relatório Geral

Tomo 2 – Estudos Hidrológicos

Tomo 3 – Estudos Cartográficos

Tomo 4 – Estudos Topográficos

Tomo 5 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

VOLUME II – Anteprojeto

Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral

Tomo 2 – Plantas

### VOLUME III – Detalhamento do Projeto Executivo

Tomo 1 – Memorial Descritivo do Projeto

Tomo 2 – Memória de Cálculo

Tomo 3 – Especificações Técnicas

Tomo 4 – Quantitativos e Orçamentos

Tomo 5 – Síntese

Tomo 6 – Plantas

### Módulo IV – Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

#### VOLUME I – Levantamento Cadastral

Tomo 1 – Relatório Geral

Tomo 2 – Laudos Individuais de Avaliação

#### VOLUME II – Plano de Reassentamento

Tomo 1 – Diagnóstico Socioeconômico

Tomo 2 – Detalhamento do Plano de Reassentamento

### Módulo V – Projeto Executivo das Adutoras

#### VOLUME I – Estudos Básicos - Levantamentos Topográficos e Investigações Geotécnicas

#### VOLUME II – Anteprojeto

#### **VOLUME III – Detalhamento do Projeto Executivo**

##### **Tomo 1 – Memorial Descritivo**

Tomo 2 – Memória de Cálculo

Tomo 3 – Quantitativos e Orçamentos

Tomo 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medições

Tomo 5 – Plantas

### Módulo VI – Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção

#### VOLUME 1 – Manuais de Operação e Manutenção

### Módulo VII – Avaliação Financeira e Econômica do Projeto

#### VOLUME 1 – Relatório de Avaliação Financeira e Econômica do Projeto

O presente relatório é denominado *Volume III – Detalhamento do Projeto Executivo, Tomo 1 – Memorial Descritivo da Adutora de Itaipoca*, e é parte integrante do *Módulo V*.

## 1 - INTRODUÇÃO



## 1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório trata do Memorial Descritivo do Detalhamento do Projeto Executivo da Adutora do Sistema de Abastecimento D'água do município de Itapipoca.

O projeto em referência, tem por objetivo suprir a cidade de Itapipoca e o distrito de Barrento – pertencente àquele município – de água tratada, atendendo às exigências de garantia de suprimento e dentro dos padrões de potabilidade da legislação específica vigente.

A cidade de Itapipoca situa-se na Meso Região Norte Cearense, latitude de 3° 30', longitude 39° 35', altitude de 98 m. Limita-se ao Norte com o oceano Atlântico, ao Sul com o município de Itapajé, a leste com os municípios de Trairi, Tururu e Uruburetama e a Oeste com os municípios de Miraíma e Amontada. Dista 141,0 km de Fortaleza, com acesso pelas rodovias BR 222 e CE 085 (Costa do Sol Poente).

O distrito de Barrento, está localizado à margem da rodovia denominada Estruturante (Costa do Sol Poente: CE-085) e do rio Mundaú, a 22,0 km da Sede do município.

Na Figura 1.0 é apresentado um mapa onde se visualiza a localização da Barragem Gameleira, cidade de Itapipoca e sede do Distrito de Barrento.

O manancial que dará suporte ao sistema objeto deste relatório é o açude Gameleira, cujo barramento se situa no local de mesmo nome.

A Figura 2.0 mostra o traçado da adutora, com indicação das localidades beneficiadas pela mesma.

As principais características da Adutora de Itapipoca são apresentadas na ficha técnica a seguir:

### FICHA TÉCNICA DA ADUTORA DE ITAPIPOCA

#### - Identificação

Denominação: ..... Adutora de Itapipoca

Estado: ..... Ceará

Município: ..... Itapipoca

Localidades Atendidas: ..... Sede municipal e sede do distrito de Barrento

População Atendida: ..... 76.288 habitantes (ano 2.033)

Captação: ..... Flutuante

Adutora de Água Bruta: Extensão: 23,42 km; Vazão: 124,32 L/s (1ª Etapa);  
Diâmetro: 500 mm

Ramal para Barrento: ..... Extensão: 7,16 km; Vazão: 1,34 L/s  
(1ª Etapa); Diâmetro: 100 mm

Vazão: ..... 124,32 L/s (1ª etapa)

Proprietário: ..... Estado do Ceará/SRH

Autor do Projeto: ..... Consórcio JP Engenharia/Aguasolos/Esc-Te

Data do Projeto: ..... Dezembro/2002

### Fonte Hídrica

Denominação: ..... Barragem Gameleira

Município: ..... Itapipoca-Ce

Sistema: ..... Litorâneo

Rio Barrado: ..... Rio Mundaú

Coordenadas UTM (SAD 69): ..... Marco M-01 (9.624.122,6611N; e  
444.817,478E)

Volume acumulado (cota 37,00 m): 52,642 hm<sup>3</sup>

Volume afluente média anual: ..... 89,93 hm<sup>3</sup>

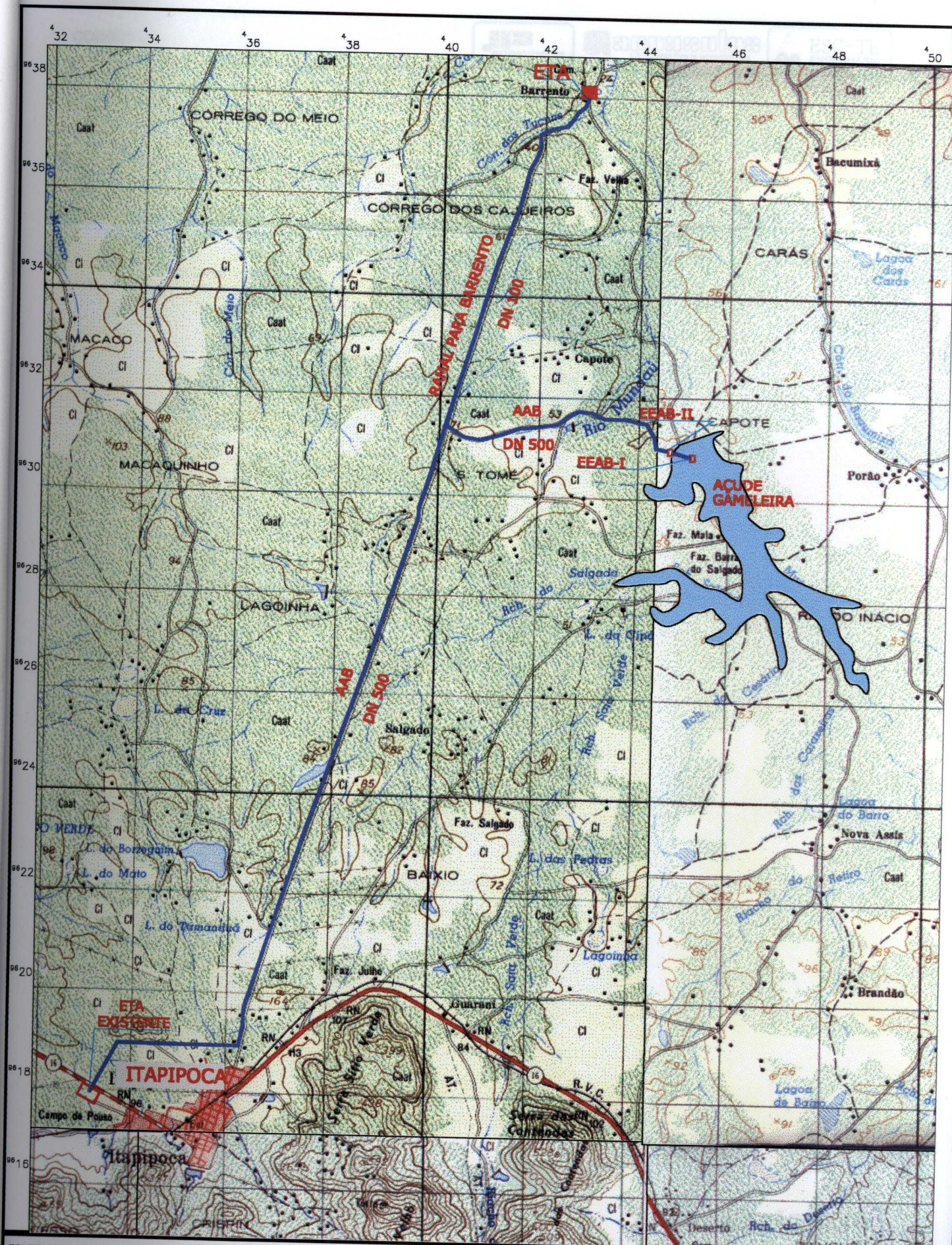
Vazão regularizada: (90%): ..... 0,649 m<sup>3</sup>/s

**Figura 1.0**  
**Mapa de Localização e Acesso**



FONTE: Folha S. L. Curu / Paracuru / Itaipoca / Irauçuba  
 SA.24-Y-D-VI / SA.24-Y-D-III / SA.24-Y-D-II /  
 SA.24-Y-D-V SUDENE, 1978

ESCALA: 1/125.000



FONTE: Folha S. L. Curu / Paracuru / Itaipocá / Irauçuba  
 SA.24-Y-D-VI / SA.24-Y-D-III / SA.24-Y-D-II /  
 SA.24-Y-D-V SUDENE, 1978

LEGENDA: — CAMINHAMENTO DA ADUTORA

ESCALA:

DATA:

**FIGURA 2.0**  
**ADUTORA DE ITAIPOCÁ**

## 2 - POPULAÇÃO ALVO

## 2 – POPULAÇÃO ALVO

A população a ser beneficiada pelo projeto é da cidade de Itapipoca e localidade de Barrento.

O Quadro 1.0 apresenta os dados referentes à população das duas localidades, no ano inicial e no final de cada das três etapas consideradas para dimensionamento do sistema.

**QUADRO 1.0 – População Beneficiada**

LOCALIDADE	ANO			
	2003	2013	2023	2033
ITATIPOCA	44.455	54.660	64.964	75.367
BARRENTO	541	668	794	922
TOTAL	44.996	55.327	65.758	76.288

Dados referentes à evolução da população do ano 2003 ao ano 2033, encontram-se no relatório de Viabilidade Econômica e Financeira, cujo item “1. População Alvo”, constitui o anexo 1 deste relatório.

### 3 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

### 3- SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

O sistema de abastecimento d'água atual (fases de captação, adução, tratamento e reservação) se constitui dos componentes seguintes:

- MANANCIASAIS

- Riacho Garapa – vazão disponível:.....19 L/s
- Açude Quandu – vazão disponível:.....30 L/s
- Açude Poço Verde – vazão disponível:.....56 L/s

- CAPTAÇÃO

A cota do ponto de tomada d'água no riacho Garapa permite a adução por gravidade até a ETA 1, localizada no Bairro denominado Ladeira.

Nos açudes Quandu e Poço Verde a tomada d'água para o sistema adutor se faz por meio da tubulação da galeria daqueles reservatórios, sendo no caso do açude Quandu a água aduzida por gravidade até a ETA 2, enquanto que com relação ao Açude Poço Verde a água é liberada até um poço, de onde é aduzida, igualmente, para a ETA 2, cujas instalações situam-se próximo ao prédio da residência local do DERT.

- ADUÇÃO

- Riacho Garapa – ETA 1

Extensão (L):.....7.810 m

Diâmetro (DN):.....150 mm

Material:.....fofo

- Açude Quandu – ETA 2

Extensão (L):.....8.110 m

Diâmetro (DN):.....200 mm

Material:.....PVC

- Açude Poço Verde – ETA 2

Extensão (L):.....7.600 m

Diâmetro (DN):.....250 mm

Material:.....cimento - amianto

- TRATAMENTO

A ETA 1 tem capacidade de tratamento de 17,0 L/s.

A ETA 2 processa atualmente 60 L/s, encontrando-se em fase de ampliação no sentido de tratar mais 80 L/s de água bruta.



As instalações atuais compreendem:

- a) Calha Parshall, onde se faz a medição de vazão e se processa a mistura rápida.
- b) Floculadores tipo Alabama modificado.
- c) Decantadores de alta taxa com placas de cimento amianto.
- d) Filtros auto-laváveis com camada dupla de antracito e areia.
- e) Tanque de contato e compensação.
- f) Reservatório enterrado de 200m<sup>3</sup>.

Do reservatório enterrado a água é recalçada, por meio de duas bombas centrífugas (uma reserva), cuja vazão unitária é de 300 m<sup>3</sup>/h, acionadas por motor elétrico de 70 HP cada, e de adutora (tubos PVC, diâmetro nominal de 250mm), com distribuição em marcha até o reservatório R1, localizado junto ao centro da cidade, cuja capacidade é de 227m<sup>3</sup>.

Além da ampliação da capacidade de tratamento d'água da ETA 2, o projeto de melhoria e expansão da rede de distribuição, ora em execução por parte do SAE local, prevê a execução de um reservatório apoiado sobre elevação existente na periferia da atual área urbana, situado na cota 145, lembrando que a altitude da cidade de Itapipoca é de 98m.

Mencionado reservatório terá capacidade de 3.000m<sup>3</sup> e será alimentado com água tratada, proveniente da ETA 2, da qual dista 2.200m, por meio de tubulação em PVC de 300mm de diâmetro nominal. Com essa providência o SAE resolverá o problema de expansão da demanda e de deficiência de pressão em parte da área urbana.

Atualmente o serviço de abastecimento d'água local tem 13.000 imóveis cadastrados (cidade de Itapipoca), 10.000 dos quais estão interligados à rede de distribuição, onde foram instalados 8.000 hidrômetros, dos quais 3.000 se encontram, no momento, quebrados.

Não há registros disponíveis sobre perdas d'água no sistema nem estimativa oficial sobre o índice de atendimento, segundo informação do escritório local da CAGECE para o qual o SAE, da cidade de Itapipoca, ora transfere a operação do sistema de abastecimento d'água daquela cidade.

Quanto a Barrento não existe nem mesmo o mais rudimentar sistema público de abastecimento d'água. Há no local, tão somente, um reservatório elevado de 135,0m<sup>3</sup> com 10,0 metros de fuste, em ponto elevado do lugarejo, localizado em terreno de 25,0 por 40,0 metros, protegido por cerca de arame farpado.

## 4 - OFERTA D'ÁGUA

## 4 - OFERTA D'ÁGUA

A oferta d'água para a cidade de Itapipoca e a localidade de Barrento, do ano inicial (2003) ao horizonte do projeto (2033), encontra-se nos Quadros 2.0, 3.0 e 4.0, cujos valores foram obtidos com adoção dos seguintes critérios:

a) Consumo “per capita” para Itapipoca

- 2003 a 2005 – 100,0 L/habXdia
- 2006 a 2008 – 105,0 L/habXdia
- 2009 a 2011 – 110,0 L/habXdia
- 2012 a 2033 – 112,5 L/habXdia

b) Consumo “per capita” para Barrento

- 2003 a 2005 – 75,0 L/habXdia
- 2006 a 2008 – 80,0 L/habXdia
- 2009 a 2011 – 85,0 L/habXdia
- 2012 a 2033 – 90,0 L/habXdia

c) Perdas d'água no sistema (adução – distribuição)

- Consideradas em 25%, levando em conta sistemas semelhantes operados pela CAGECE.

d) Os índices de atendimento observados, para a cidade de Itapipoca e Barrento, foram fixados de acordo com o Manual Operativo do Proágua Semi-árido, vol. II, 2ª edição, abril/2.000 ou seja:

-População inferior a 5.000 habitantes – IA: 100%

-População superior a 5.000 habitantes – IA: 90%

CONSÓRCIO:



QUADRO 2.0 - TOTAL DO PROJETO: População x Vazão

Ano	Pop. (hab.)	Demanda (m <sup>3</sup> /ano)	Oferta (m <sup>3</sup> /ano)	Vazões (l/s) - 20 h	
				Média	Máx.dia.
2003	44.996	1.475.158,44	1.966.877,92	74,84	89,81
2004	46.025	1.508.880,85	2.011.841,14	76,55	91,86
2005	47.054	1.542.635,85	2.056.847,80	78,27	93,92
2006	48.085	1.655.508,78	2.207.345,04	83,99	100,79
2007	49.117	1.691.025,73	2.254.700,97	85,80	102,95
2008	50.149	1.726.576,89	2.302.102,52	87,60	105,12
2009	51.183	1.846.342,86	2.461.790,47	93,68	112,41
2010	52.218	1.883.664,11	2.511.552,15	95,57	114,68
2011	53.253	1.921.021,21	2.561.361,61	97,46	116,96
2012	54.290	2.003.657,11	2.671.542,81	101,66	121,99
2013	55.327	2.041.950,72	2.722.600,96	103,60	124,32
2014	56.366	2.080.280,99	2.773.707,99	105,54	126,65
2015	57.406	2.118.647,92	2.824.863,89	107,49	128,99
2016	58.446	2.157.051,50	2.876.068,66	109,44	131,33
2017	59.488	2.195.491,73	2.927.322,30	111,39	133,67
2018	60.530	2.233.968,61	2.978.624,82	113,34	136,01
2019	61.574	2.272.482,15	3.029.976,20	115,30	138,36
2020	62.618	2.311.032,35	3.081.376,46	117,25	140,70
2021	63.664	2.349.619,20	3.132.825,59	119,21	143,05
2022	64.710	2.388.242,70	3.184.323,60	121,17	145,40
2023	65.758	2.426.902,85	3.235.870,47	123,13	147,76
2024	66.806	2.465.599,66	3.287.466,22	125,09	150,11
2025	67.856	2.504.333,13	3.339.110,84	127,06	152,47
2026	68.906	2.543.103,25	3.390.804,33	129,03	154,83
2027	69.958	2.581.910,02	3.442.546,69	130,99	157,19
2028	71.010	2.620.753,45	3.494.337,93	132,97	159,56
2029	72.064	2.659.633,53	3.546.178,04	134,94	161,93
2030	73.118	2.698.550,26	3.598.067,02	136,91	164,30
2031	74.174	2.737.503,65	3.650.004,87	138,89	166,67
2032	75.230	2.776.493,69	3.701.991,59	140,87	169,04
2033	76.288	2.815.544,98	3.754.059,97	142,85	171,42

QUADRO 3.0 - ITAPIPOCA : Evolução das Vazões e Reservação Necessária

Ano	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. ( m³ )
			Líquida	Bruta				Média	Máx.dia.	
2003	44.455	25	100,00	133,33	90,00	1.460.348,39	1.947.131,19	74,09	88,91	2.133,84
2004	45.471	25	100,00	133,33	90,00	1.493.724,00	1.991.632,01	75,79	90,94	2.182,61
2005	46.488	25	100,00	133,33	90,00	1.527.132,20	2.036.176,26	77,48	92,98	2.231,43
2006	47.506	25	105,00	140,00	90,00	1.638.601,62	2.184.802,16	83,14	99,76	2.394,30
2007	48.525	25	105,00	140,00	90,00	1.673.748,64	2.231.664,86	84,92	101,90	2.445,66
2008	49.545	25	105,00	140,00	90,00	1.708.929,87	2.278.573,17	86,70	104,04	2.497,07
2009	50.566	25	110,00	146,67	90,00	1.827.199,86	2.436.266,48	92,70	111,25	2.669,88
2010	51.588	25	110,00	146,67	90,00	1.864.128,07	2.485.504,09	94,58	113,49	2.723,84
2011	52.611	25	110,00	146,67	90,00	1.901.092,11	2.534.789,49	96,45	115,74	2.777,85
2012	53.635	25	112,50	150,00	90,00	1.982.139,55	2.642.852,73	100,57	120,68	2.896,28
2013	54.660	25	112,50	150,00	90,00	2.020.017,00	2.693.355,99	102,49	122,98	2.951,62
2014	55.686	25	112,50	150,00	90,00	2.057.931,10	2.743.908,13	104,41	125,29	3.007,02
2015	56.713	25	112,50	150,00	90,00	2.095.881,85	2.794.509,14	106,34	127,60	3.062,48
2016	57.740	25	112,50	150,00	90,00	2.133.869,27	2.845.159,02	108,26	129,92	3.117,98
2017	58.769	25	112,50	150,00	90,00	2.171.893,33	2.895.857,77	110,19	132,23	3.173,54
2018	59.799	25	112,50	150,00	90,00	2.209.954,05	2.946.605,40	112,12	134,55	3.229,16
2019	60.830	25	112,50	150,00	90,00	2.248.051,42	2.997.401,90	114,06	136,87	3.284,82
2020	61.862	25	112,50	150,00	90,00	2.286.185,45	3.048.247,26	115,99	139,19	3.340,54
2021	62.895	25	112,50	150,00	90,00	2.324.356,13	3.099.141,51	117,93	141,51	3.396,32
2022	63.929	25	112,50	150,00	90,00	2.362.563,46	3.150.084,62	119,87	143,84	3.452,15
2023	64.964	25	112,50	150,00	90,00	2.400.807,45	3.201.076,60	121,81	146,17	3.508,03
2024	65.999	25	112,50	150,00	90,00	2.439.088,10	3.252.117,46	123,75	148,50	3.563,96
2025	67.036	25	112,50	150,00	90,00	2.477.405,39	3.303.207,19	125,69	150,83	3.619,95
2026	68.074	25	112,50	150,00	90,00	2.515.759,34	3.354.345,79	127,64	153,17	3.676,00
2027	69.113	25	112,50	150,00	90,00	2.554.149,95	3.405.533,26	129,59	155,50	3.732,09
2028	70.153	25	112,50	150,00	90,00	2.592.577,21	3.456.769,61	131,54	157,84	3.788,24
2029	71.193	25	112,50	150,00	90,00	2.631.041,12	3.508.054,83	133,49	160,19	3.844,44
2030	72.235	25	112,50	150,00	90,00	2.669.541,69	3.559.388,92	135,44	162,53	3.900,70
2031	73.278	25	112,50	150,00	90,00	2.708.078,91	3.610.771,88	137,40	164,88	3.957,01
2032	74.322	25	112,50	150,00	90,00	2.746.652,78	3.662.203,71	139,35	167,22	4.013,37
2033	75.367	25	112,50	150,00	90,00	2.785.263,31	3.713.684,42	141,31	169,57	4.069,79

QUADRO 4.0 - BARRENTO : Evolução das Vazões e Reservação Necessária

Ano	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m <sup>3</sup> /ano)	Oferta (m <sup>3</sup> /ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m <sup>3</sup> )
			Líquida	Bruta				Média	Máx.dia.	
2003	541	25	75,00	100,00	100,00	14.810,04	19.746,72	0,75	0,90	21,64
2004	554	25	75,00	100,00	100,00	15.156,85	20.209,13	0,77	0,92	22,15
2005	566	25	75,00	100,00	100,00	15.503,66	20.671,54	0,79	0,94	22,65
2006	579	25	80,00	106,67	100,00	16.907,16	22.542,88	0,86	1,03	24,70
2007	592	25	80,00	106,67	100,00	17.277,09	23.036,12	0,88	1,05	25,25
2008	604	25	80,00	106,67	100,00	17.647,01	23.529,35	0,90	1,07	25,79
2009	617	25	85,00	113,33	100,00	19.143,00	25.524,00	0,97	1,17	27,97
2010	630	25	85,00	113,33	100,00	19.536,05	26.048,06	0,99	1,19	28,55
2011	642	25	85,00	113,33	100,00	19.929,09	26.572,12	1,01	1,21	29,12
2012	655	25	90,00	120,00	100,00	21.517,56	28.690,08	1,09	1,31	31,44
<b>2013</b>	<b>668</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>21.933,73</b>	<b>29.244,97</b>	<b>1,11</b>	<b>1,34</b>	<b>32,05</b>
2014	680	25	90,00	120,00	100,00	22.349,89	29.799,86	1,13	1,36	32,66
2015	693	25	90,00	120,00	100,00	22.766,06	30.354,75	1,16	1,39	33,27
2016	706	25	90,00	120,00	100,00	23.182,23	30.909,64	1,18	1,41	33,87
2017	718	25	90,00	120,00	100,00	23.598,40	31.464,53	1,20	1,44	34,48
2018	731	25	90,00	120,00	100,00	24.014,56	32.019,42	1,22	1,46	35,09
2019	744	25	90,00	120,00	100,00	24.430,73	32.574,31	1,24	1,49	35,70
2020	756	25	90,00	120,00	100,00	24.846,90	33.129,20	1,26	1,51	36,31
2021	769	25	90,00	120,00	100,00	25.263,07	33.684,09	1,28	1,54	36,91
2022	782	25	90,00	120,00	100,00	25.679,23	34.238,98	1,30	1,56	37,52
<b>2023</b>	<b>794</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>26.095,40</b>	<b>34.793,87</b>	<b>1,32</b>	<b>1,59</b>	<b>38,13</b>
2024	807	25	90,00	120,00	100,00	26.511,57	35.348,76	1,35	1,61	38,74
2025	820	25	90,00	120,00	100,00	26.927,74	35.903,65	1,37	1,64	39,35
2026	832	25	90,00	120,00	100,00	27.343,90	36.458,54	1,39	1,66	39,95
2027	845	25	90,00	120,00	100,00	27.760,07	37.013,43	1,41	1,69	40,56
2028	858	25	90,00	120,00	100,00	28.176,24	37.568,32	1,43	1,72	41,17
2029	870	25	90,00	120,00	100,00	28.592,41	38.123,21	1,45	1,74	41,78
2030	883	25	90,00	120,00	100,00	29.008,57	38.678,10	1,47	1,77	42,39
2031	896	25	90,00	120,00	100,00	29.424,74	39.232,99	1,49	1,79	43,00
2032	908	25	90,00	120,00	100,00	29.840,91	39.787,88	1,51	1,82	43,60
<b>2033</b>	<b>922</b>	<b>25</b>	<b>90,00</b>	<b>120,00</b>	<b>100,00</b>	<b>30281,66</b>	<b>40375,55</b>	<b>1,54</b>	<b>1,84</b>	<b>44,25</b>

## 5 - MANANCIAL

## 5 - MANANCIAL

A fonte de suprimento d'água considerada é o açude Gameleira (recém projetado), situado na localidade de mesmo nome, distando 23,18km da cidade de Itapipoca, seguindo os traçados de estrada carroçavel (5,70km) e de trecho da rodovia denominada "estruturante" (17,48km).

Represará um volume de 52.642.392,50 m<sup>3</sup>, à cota da soleira do sangradouro e disponibilizará uma vazão regularizada de 649,0 L/s, com 90% de garantia.

A oferta d'água prevista no presente projeto, em seu horizonte (ano de 2033), é de 171,42 L/s, o que representa, portanto, 26,41% da vazão regularizada.



## 6 - PROJETO PROPOSTO

## 6 - PROJETO PROPOSTO

### 6.1 - DELINEAMENTO GERAL DO PROJETO

Conforme definido no relatório “VOLUME II - ANTEPROJETO”, o sistema de abastecimento d’água do município de Itapipoca, no concernente a captação, adução, tratamento e reservação d’água, de que trata o presente relatório, obedeceu ao delineamento geral descrito a seguir.

#### ➤ Estação Elevatória de Água Bruta I – EEAB-I

Compreende a captação feita por 3 bombas centrífugas (uma de reserva) instaladas em uma base flutuante que se posicionará entre as cotas 28,0 (cota da Tomada D’água) e 37,00 (Soleira do Vertedouro) na bacia hidráulica do Açude Gameleira.

Haverá, inicialmente um recalque de água bruta da base flutuante a um reservatório apoiado localizado na ombreira esquerda do maciço da barragem - 1º estágio de bombeamento - através de duas tubulação PEAD de 355 mm de diâmetro externo, por 300 m de extensão.

A partir desse reservatório a água será recalçada – 2º estágio de bombeamento - até os pontos de entrega d’água: ETAs de Itapipoca (sede) e localidade de Barrento; a primeira já existente e a segunda, ora projetada.

#### ➤ Estação Elevatória de Água Bruta II – EEAB-II

Compreende as unidades do 2º estágio de bombeamento que será efetuado por meio de 5 bombas (uma de reserva) instaladas no prédio a ser construído em conjunto com o reservatório apoiado, atrás mencionado, que estará contíguo àquele e que lhe servirá de poço de sucção.

Referido prédio abrigará, também, o equipamento hidromecânico de controle e proteção da EEAB-II, bem como o equipamento elétrico de comando e proteção das bombas das EEAB-I e EEAB-II.

A adução a partir da EEAB-II se processará através de dois trechos e um ramal, conforme indicado a seguir:

#### • TRECHO I: EEAB-II – Derivação para Barrento

- Extensão (L):.....6.031,00 m

- Diâmetro da tubulação (DN):.....500 mm
- Material:.....RPVC ou PRFV, PN 16
- TRECHO II: Derivação para Barrento – ETA da cidade de Itapipoca
  - Extensão (L):.....17.388,50 m
  - Diâmetro da tubulação (DN):.....500 mm
  - Material:.....RPVC ou PRFV, PN 16
- RAMAL: Derivação para Barrento – ETA da localidade de Barrento
  - Extensão (L):.....7.160,0 m
  - Diâmetro da tubulação (DN):.....100 mm
  - Material:.....PVC / 1MPa

Na cidade de Itapipoca a adutora conectar-se-á a filtro convencional de fluxo horizontal da ETA 2, onde o fluxo d'água chegará com carga necessária para alimentação daquela unidade de tratamento.

Na localidade de Barrento, a adutora será conectada à câmara de carga (N.A.=7,0m) que estará interligada a filtro de fluxo ascendente.

Uma visualização esquemática do sistema é vista na Figura 3.0

O projeto que ora se apresenta tem como horizonte o ano de 2033, convencionando-se que 2003 será o ano inicial.

O dimensionamento dos elementos constituintes do sistema obedeceu a orientação seguinte:

- a) Equipamento de bombeamento: dimensionado para atender as solicitações do sistema no final de cada uma das três décadas, compreendidas no período 2003 – 2033;
- b) Tubulação adutora, obras civis e equipamentos hidromecânicos: dimensionados e implantados na 1ª etapa para atender a demanda do horizonte do projeto (exceção das obras mencionadas em “d”);
- c) ETA de Barrento: dimensionada e implantada na 1ª etapa para atender a demanda do horizonte do projeto;
- d) Estrutura de reservação complementar de Itapipoca: Dimensionada para atender a demanda do horizonte do projeto e executada na 3ª etapa.

## FIGURA 3.0 – ESQUEMA DE ADUÇÃO

## 6.2 - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA

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

O dispositivo de captação compreende:

#### a) Base flutuante

Composta de módulos interligados, de dimensões: 1,0 x 1,0 x 0,6, fabricados em resina poliéster, reforçada com fibra de vidro com injeção de espuma rígida de poliuretano na interface.

Encaixe: sistema Wedge Insert, travamento em três planos.

Proteção e acabamento de superfície externa: camada de Gel-coat do tipo isoftálico com NPG.

Dimensões da base: comprimento: 5,00 m

largura: 7,00 m

altura: 0,60 m

b) Equipamento de Bombeamento: composto por três bombas centrífugas (uma de reserva), eixo horizontal, acionadas por motores elétricos trifásicos 60Hz, 6 pólos, 1.200 rpm; acoplamento: eixo a eixo, por meio de luva elástica.

A potência dos motores relacionada a vazão e altura manométrica exigidas das bombas, em cada etapa do projeto, é indicada no Quadro 5.0.

#### QUADRO 5.0 – Características dos Conjuntos Motobombas da EEAB-I

ETAPA	POTÊNCIA (cv)	VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	ALT. MANOM. (mca)
1ª ETAPA	25,0	223,78	20,0
2ª ETAPA	30,0	265,96	21,0
3ª ETAPA	40,0	308,55	21,0

c) Tubulação do 1º Estágio de recalque (trecho EEAB I → EEAB II)

L = 300,0 m

DE = 355 mm

Material: PEAD

Quantidade: 2 (duas)

A tubulação PEAD apoia-se sobre módulos flutuantes, providos de meia cana para adaptação à tubulação; fabricados em PRFV.

### 6.2.2 - Estação Elevatória de Água Bruta-II – EEAB-II (Reelevatória)

A estação reelevatória de água bruta a ser construída em conexão com um reservatório de 126m<sup>3</sup>, que lhe servirá de poço de sucção, abrigará seis bombas, cinco das quais (uma de reserva) alimentarão a tubulação adutora e uma outra recalcará água para uma caixa d'água, a qual suprirá o escritório/almoxarifado da estação. Ali estarão também instalados os equipamentos hidromecânicos de controle e proteção das bombas abrigadas naquele prédio e o equipamento elétrico de comando e proteção das mesmas.

Referido prédio dará abrigo, outrossim, ao equipamento elétrico de comando e proteção das bombas montadas sobre a base flutuante, o qual se interligará à mesma por meio de cabos elétricos que “correrão” em paralelo à tubulação PEAD, apoiados igualmente sobre os flutuadores que darão suporte àquela tubulação.

As bombas destinadas à alimentação d'água para a adutora têm por características gerais as seguintes:

Tipo: centrífuga, eixo horizontal, acoplada eixo a eixo a motor elétrico, trifásico, 60Hz, 4 pólos, 1.750 rpm.

A potência dos motores relacionada a vazão e altura manométrica exigidas das bombas em cada etapa do projeto é indicada no Quadro 6.0.

#### QUADRO 6.0 – Características dos Conjuntos Motobombas da EEAB-II

ETAPA	POTÊNCIA (cv)	VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	ALT. MANOMÉTRICA (mca)
1ª ETAPA	75	111,89	98,0
2ª ETAPA	100	132,98	104,0
3ª ETAPA	100	154,28	111,0

### 6.2.3 - Estação Elevatória de Água Tratada – EEAT (Barrento)

Esta estação constará de dois conjuntos motobombas (um de reserva) com sucção no reservatório apoiado de água tratada da ETA de Barrento (75m<sup>3</sup>) e terá por função recalcar água para o reservatório elevado existente, também localizado na área da ETA, cuja capacidade é de 135 m<sup>3</sup>.

A potência dos motores relacionada a vazão e altura manométrica exigidas das bombas em cada etapa do projeto é indicada no Quadro 7.0.

**QUADRO 7.0 – Características dos Conjuntos Moto-bombas da EEAT**

ETAPA	POTÊNCIA (cv)	VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	ALT. MANOMÉTRICA (mca)
1ª ETAPA	1,50	11,81	18,0
2ª ETAPA	2,00	13,32	18,0
3ª ETAPA	2,00	14,87	19,0

### 6.3 - SISTEMA ADUTOR

No Quadro 8.0 estão apresentadas as principais características do sistema adutor do segundo estágio de bombeamento.

**QUADRO 8.0 – Características do Sistema Adutor**

SISTEMA ADUTOR	TRECHO	DIÂMETRO (mm)		MATERIAL	CLASSE DE PRESSÃO	L (m)	ETAPA	Q (l/s)	V (m/s)	PERDA DE CARGA	
		NOMINAL	INTERNO							UNITÁRIA (m/m)	TOTAL (m)
ADUTORA DE ITAPIPOCA	I	500	492,5	PRFV	Classe 16	6.031,0	1ª	124,32	0,65	0,000669	4,04
							2ª	147,76	0,78	0,000927	5,59
							3ª	171,42	0,90	0,001227	7,40
	II	500	492,5	PRFV	Classe 16	17.388,5	1ª	122,98	0,65	0,000656	11,40
							2ª	146,17	0,77	0,000908	15,79
							3ª	169,57	0,89	0,001202	20,91
RAMAL	ÚNICO	100	108,40	PVC	1 Mpa	7.160,0	1ª	1,34	0,14	0,000274	1,96
							2ª	1,59	0,17	0,000374	2,68
							3ª	1,84	0,20	0,000488	3,49

### 6.4 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA

#### 6.4.1 - Estação de Tratamento em Itapipoca

A ETA existente de Itapipoca conta com dois filtros convencionais de fluxo horizontal, um com capacidade de processamento de 60 L/s, em operação há algum tempo e um outro, com capacidade de tratamento d'água de 90 L/s, em fase de conclusão de obra.

Os dois portanto terão capacidade conjunta de 150 L/s.

Na fase de estudo de concepção deste projeto previa-se para o ano de seu horizonte (2032) uma oferta d'água, para a cidade de Itapipoca, de 201,15 L/s.

Posteriormente, estudo mais acurado, com utilização de método capaz de oferecer maior grau de segurança, quanto a resultados alcançados com respeito à projeção da população local, conforme anexo 1, conduziu ao estabelecimento de uma vazão de 171,42 L/s, para o horizonte do projeto.

Assim sendo e tendo em vista que o déficit verificado entre a vazão de oferta d'água, no horizonte de projeto e a capacidade nominal da ETA é de apenas 12,5%, não se recomenda a ampliação da ETA existente, levando ainda em conta que ajustes na operação poderão cobrir tal diferença.

Os filtros acima mencionados contam com os seguintes componentes básicos:

- Calha Parshall: medidor de vazão e ponto de mistura rápida (água bruta + coagulador);
- Floculadores;
- Decantadores de alta taxa, com placas de cimento amianto;
- Filtros auto laváveis com camada dupla de antracito e areia;
- Tanque de contato/compensação;
- Reservatório enterrado de 200 m<sup>3</sup>: água tratada.

#### **6.4.2 - Estação de Tratamento em Barrento**

O processo de filtração adotado para a localidade de Barrento será o de fluxo ascendente que condiciona a aplicação de um coagulante à água bruta à entrada do filtro, devendo os produtos desinfectantes ser mais propriamente adicionados na fase pós filtração.

Face ao teor de ferro encontrado na amostra d'água analisada exceder o limite tolerado pela norma vigente, o processo de tratamento será iniciado pelo arejamento da água.

A ETA estará constituída dos componentes seguintes:

- Aerador de bandeja;
- uma câmara de carga;



- um filtro de fluxo ascendente, DN= 2,20 m;
- uma casa de química, que proverá o preparo e aplicação dos produtos químicos;
- uma reservatório apoiado de 75 m<sup>3</sup> para onde escoará a água após filtração e de onde será recalçada para o reservatório elevado existente;
- duas bombas para recalque de água tratada para o reservatório elevado (uma reserva);
- um prédio para abrigo dos conjuntos motobombas;
- um reservatório elevado de 135,0m<sup>3</sup> (existente) para abastecimento da localidade de Barrento e lavagem do filtro.

A ETA processará as vazões seguintes:

1ª Etapa	4,82 m <sup>3</sup> /h
2ª Etapa	5,72 m <sup>3</sup> /h
3ª Etapa	6,62 m <sup>3</sup> /h

O tratamento d'água obedecerá ao fluxograma seguinte:



## 6.5 - RESERVAÇÃO

No início da 3ª Etapa recomenda-se a construção, de um reservatório complementar de 500,0 m<sup>3</sup> para abastecimento da cidade de Itapipoca, em ponto elevado situado na periferia da cidade onde atualmente a CAGECE faz construir um reservatório apoiado de água tratada de 3.000 m<sup>3</sup>.

Um reservatório apoiado será construído junto à EEAB-II projetada, o qual acumulará um volume d'água de 126 m<sup>3</sup>, que permitirá o funcionamento do equipamento de bombeamento de água bruta durante doze minutos, sem realimentação. Um outro reservatório apoiado de 75 m<sup>3</sup> será construído na ETA de Barrento, cujo volume é o resultante da diferença entre o tempo de funcionamento do sistema adutor e o tempo de bombeamento para o reservatório elevado, acrescido do volume necessário para a lavagem do filtro. A casa de química será abastecida pelo reservatório elevado existente com capacidade de acumular 135 m<sup>3</sup>, o qual, outrossim,

atenderá ao abastecimento daquele povoado com larga margem de segurança para além do horizonte do projeto.

## 6.6 - LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVÍIS

As obras previstas são as que se listam no Quadro abaixo, com respectiva localização.

OBRA	LOCAL
EEAB-I	Barragem Gameleira
EEAB-II	Barragem Gameleira
Caixas de registros e ventosas	Ao longo da adutora
Bloco de ancoragem	Deflexões
ETA de Barrento	Localidade de Barrento
Tanque unidirecional	Estaca 375+5E
Chaminé de equilíbrio	Estaca 904

## 6.7 - OPERAÇÃO DO SISTEMA

### EEAB-I

- Operação de motores:

Partida e Desligamento: ....por meio de transmissor ultra-sônico de nível instalado no poço de sucção da EEAB-II

### EEAB-II

- Operação de motores:

Partida: ..... manual

Desligamento: ..... por meio da ação de pressostato instalado no barrilete da EEAB-II

A elevação de pressão no barrilete dessa estação ocorrerá quando do fechamento de registro existente ao pé do filtro da ETA em Itapioca.

## 6.8 - SISTEMA ELÉTRICO DA ADUTORA DE ITAPIOCA

### 6.8.1 - Objetivo

O projeto elétrico da ADUTORA DE ITAPIOCA, foi elaborado para atender com energia elétrica e controle operacional, as estações elevatórias de água bruta, na captação EEABI e elevatória EEABII.

Além de fixar os requisitos básicos necessários para fornecimento dos equipamentos, no presente documento, apresenta-se o dimensionamento do sistema elétrico proposto, desenvolvido com base na potência, tensão, número e frequência dos motores e também levando em consideração a utilização de equipamentos e técnicas modernas de comando, medição e controle.

Ressalta-se ainda que o projeto desenvolvido está de acordo com as normas brasileiras ABNT, as normas da COELCE e também com os termos de referência e padrões técnicos da CAGECE.

O sistema proposto tem como principais obras componentes, as seguintes:

- ⇒ Instalações elétricas prediais;
- ⇒ Alimentadores;
- ⇒ Quadro Geral de Baixa Tensão;
- ⇒ Centro de Comando dos Motores (CCM);
- ⇒ Subestações Aéreas classe 15 KV;
- ⇒ Proteção de descargas atmosféricas;
- ⇒ Aterramento.

### 6.8.2 - Localização

A EEABI (Captação) está localizada na captação em flutuante, no Açude projetado de Gameleiras, município de Itapipoca.

A EEABII (Elevatória) está localizada a cerca de 300 metros da EEABI, na Casa de Comando, às margens do Açude projetado de Gameleiras.

### 6.8.3 - Suprimento de energia

O suprimento de energia elétrica será feito por ramal de ligação aéreo, na tensão primária de distribuição de 13.800V, a partir da rede existente da COELCE. Este ramal alimentará a subestação aérea a ser construída com potência de 300 KVA na 1ª etapa e 600 KVA (2X300) na 2ª e 3ª etapas.

A medição será feita em 13.800 KVA, no cubículo de medição e proteção padrão Coelce, localizado no pátio externo da Casa de Comando.

#### 6.8.4 - Concepção Geral do Projeto

O Projeto Elétrico foi concebido de modo a garantir um perfeito e contínuo funcionamento do sistema de bombeamento de água com a instalação dos motores.

O suprimento de energia para o sistema será proveniente de ramal de ligação aéreo, interligando a rede de distribuição primária da COELCE, que alimentará a subestação aérea de 300 KVA na 1ª etapa e 600 KVA (2X300) na 2ª e 3ª etapas.

Os motores serão comandados pelo painel de controle e proteção (CCMI e CCMII) instalado nas salas das casas de comando.

Os motores funcionarão nas condições: manual/automático.

A escolha da forma de operação será atuando-se numa chave seletora (Man/Aut), instalada na porta do CCM.

Na condição manual, a seleção e ativação dos motores serão feitas através da chave seletora (M1/O/M2) e botões liga / desliga das interfaces homem/máquina (IHM) instalados na porta do CCM.

Na condição automática o funcionamento será feito pelo Controlador Lógico Programável (CLP), que através da parametrização de informações e comandos, controlará os motores.

A condição automática abrange o revezamento das bombas, de forma a possibilitar o funcionamento com o mesmo número de horas de trabalho para as bombas. Ainda com relação ao revezamento automático dos motores será também observado o remanejamento a fim de que o motor que se encontrar com defeito seja automaticamente excluído e acionado o outro motor.

Na condição automática, o sistema ficará pré-disposto para uma futura automação em conformidade com os níveis de água nos reservatórios elevados a jusante, através de transmissor ultra-sônico, que será ajustado para um nível mínimo (reservatório seco) para ligar o motor, nível máximo (reservatório cheio) para desligar o motor.

Um transmissor de pressão instalado na tubulação de saída da elevatória, através do alarme de pressão máxima, desligará os motores quando o reservatório de Itapipoca ficar cheio, fechando a bóia na entrada do reservatório aumentando a pressão na tubulação.

Um transmissor ultrassônico de nível instalado no reservatório de sucção da elevatória, acionará os motores da captação, instalados nos flutuantes, ligando no nível mínimo e desligando no nível máximo.

### 6.8.5 - Instalações Elétricas Prediais

As instalações deverão ser executadas consoante os projetos específicos elaborados.

O material a ser empregado deverá ser de primeira qualidade, isento de falhas, trincaduras e quaisquer outros defeitos de fabricação.

As instalações de luz e força obedecerão às Normas e Especificações NBR-5410/80 da ABNT e as da concessionária de energia local, sem prejuízo do que for exigido a mais nas presentes especificações ou nas especificações complementares de cada obra.

Os eletrodutos serão de plástico rígido pesado correndo embutido nas paredes ou pisos.

Os eletrodutos serão cortados a serra e terão seus bordos esmerilhados para remover toda a rebarba.

Durante a construção, todas as pontas dos eletrodutos virados para cima serão obturadas com buchas rosqueáveis ou tampões de pinho bem batidos e curtos, de modo a evitar a entrada de água ou sujeira.

Nas lajes, os eletrodutos e respectivas caixas serão colocados antes da concretagem por cima da ferragem positiva bem amarrada, de forma a evitar o seu deslocamento acidental.

Quando houver eletrodutos atravessando colunas, caso o seu diâmetro seja superior a 1½", o responsável pelo concreto armado deverá ser alertado a fim de evitar possível enfraquecimento do ponto de vista da resistência estrutural.

Para colocar os eletrodutos e caixa embutida nas alvenarias, o instalador aguardará que as mesmas estejam prontas, abrindo-se então os rasgos e furos estritamente necessários, de modo a não comprometer a estabilidade de parede.

As caixas, quando colocadas nas lajes ou outros elementos de concreto, serão obturadas durante o enchimento das formas, a fim de evitar a penetração do concreto.

Quando as caixas forem situadas em pilares e vigas (o que deve ser evitado sempre que possível), será necessário combinar a sua colocação com o responsável pelo concreto armado, de modo a evitar possíveis inconvenientes para a resistência da estrutura.

Em cada trecho de eletroduto entre duas caixas, poderão ser usadas no máximo três curvas de 90°, sendo que na tubulação de diâmetro inferior a 25 mm será permitido o processo de curvatura a frio, desde que não reduza a seção interna da mesma.

A ligação dos eletrodutos com as caixas deverá ser feita por meio de buchas e arruelas.

Serão empregadas caixas estampadas de 4" x 2" ou 4" x 4" para os interruptores e tomada de corrente.

As tomadas comuns serão colocadas a 0,30m do piso acabado e, em lugares úmidos, a 1,40m.

Os interruptores próximos às portas serão colocados a 0,10 m de distância dos alizadores e sempre do lado da fechadura.

Antes da enfição, as linhas de eletrodutos e respectivas caixas deverão ser inspecionadas e limpas, de modo a ficarem desobstruídas.

Todas as emendas serão eletricamente perfeitas, por meio de solda a estanho, conector de pressão por torção ou luva de emenda e recobertas por fita alta tensão e fita plástica isolante, exceto no caso de conectores de pressão por torção, que já são isolados.

#### 6.8.5.1 - Iluminação Externa

A iluminação da área externa dar-se-á através de luminárias com lâmpadas PL de 25W, instaladas nas paredes externas.

#### 6.8.5.2 - Iluminação Interna

A iluminação interna será feita através de luminárias fluorescente de sobrepor, tipo dois (duas) lâmpadas de 32W, e luminária tipo plafonier com lâmpadas tipo PL fluorescentes de 15W.

Os circuitos de iluminação e tomadas serão derivados de disjuntores termomagnéticos instalados no quadro de serviços auxiliares, localizado no interior da casa de comando.

#### 6.8.5.3 - Proteção e Medição

A proteção em baixa tensão será feita através de disjuntores termomagnéticos 750V, exceto a proteção dos motores e soft-starter onde se usará fusíveis ultra-rápidos

e as proteções inerentes aos motores propriamente ditos (relés: térmicos, falta de fase, sub e sobre tensão).

A medição será feita em baixa tensão com o quadro instalado em poste, observando das normas da COELCE.

#### 6.8.5.4 - Pára-Raios

O pára-raios deverá ser do tipo Franklin, de 4 extremidades captoras ou similar, instalado em base/coluna de concreto e alvenaria de tijolo localizado nos reservatórios elevados. Deverá ser isolado por bucha ponteira de material altamente isolante e provido de isoladores de descida.

O cabo de descida do aterramento será cobre nú #25mm<sup>2</sup>, aterrado em forma de triângulo, com 3 hastes de aço cobreado de 5/8" x 2,4m, distanciados de 3m, com no mínimo um ponto para medição da resistência (ohms).

#### 6.8.5.5 - Aterramento

O sistema elétrico será aterrado através de uma malha de cobre nu de 25mm<sup>2</sup> e hastes de terra de 5/8" x 3m localizado ao lado da Estação Elevatória. A esta malha serão interligadas, através de cabos de cobre nu de 25mm<sup>2</sup>, a cerca e todas as partes metálicas não condutoras de corrente elétrica, através de barras de cabos de cobre nu 35mm<sup>2</sup> às barras de terra dos quadros de distribuição e CCM.

Também deverá haver uma haste de terra próximo a cada motor e interligada à carcaça do mesmo e a malha de terra.

Todas as ligações de aterramento deverão ser executadas com conectores apropriados (conexões aparentes) ou através de solda exotérmica (conexões embutidas no solo).

A disposição do aterramento será retangular com um espaçamento mínimo de 3m e o mínimo de três hastes, para CCM/motores, conforme projeto elétrico.

Deverá haver no mínimo dois pontos de testes na malha, localizados em manilhas de barro vitrificado com tampa removível.

A resistência do aterramento deverá ser menor ou igual a 20 ohms.

#### 6.8.6 - Recomendações Técnicas Básicas

Os condutores foram dimensionados pela aplicação do critério de queda de tensão (em trechos menores ou iguais a 20m) e confirmados nas tabelas de condução

de corrente para condutores de cobre isolado com capa de PVC conforme NBR 5410, além dos fatores de agrupamento e redução de temperatura.

A taxa de ocupação dos eletrodutos nunca será superior a 40% de acordo com a NBR 5410.

Os quadros deverão ser protegidos por abrigo em alvenaria ou localizados no interior da sala da casa de comando.

Todos os eletrodutos deverão receber acabamento de bucha e arruela.

Deverá ser instalado arame guia de ferro galvanizado (12) em todos os eletrodutos.

Não deverá haver emendas de cabos dentro de eletrodutos.

As caixas de passagem deverão ter no fundo uma cobertura de no mínimo 10cm de brita.

Plantas, desenhos, diagramas e memória de cálculo complementam as informações acima, que serão descritas a seguir e em volume específico do projeto.

#### **6.8.7 - Observações**

Os painéis elétricos deverão ser executados, conforme a orientação dos termos de referência da CAGECE.

O projeto deverá ser executado conforme:

As exigências do projeto hidráulico e topografia;

Última revisão da ABNT;

Última revisão dos termos de referência da CAGECE;

Última revisão das normas técnicas da COELCE;

A última inovação tecnológica, priorizando a funcionalidade, operação, automação, eficiência, manutenção e qualidade.

Colocar na sala de comando um extintor de incêndio tipo CO<sub>2</sub> com capacidade de 6,0 Kg.

#### **6.8.8 - Normas**

Todas as instalações elétricas deverão obedecer às seguintes normas:



DT – Instalação de transformadores em estrutura TR - COELCE

NT – 002/91 - Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição – COELCE

PE – 031/98 - Rede primária de distribuição aérea de energia elétrica - COELCE

PM 001/81 - Padrões de material de distribuição - COELCE.

TRF – 01 - Termo de referência do painel - CAGECE

FLD – 03 - Folha de dados do painel - CAGECE

IMT – 04 - Testes de fabrica do painel - CAGECE

IMT – 02 - Testes de partida – CAGECE

### **6.8.9 - Especificações dos Principais Equipamentos**

Quando citado no projeto deverão constar de especificações detalhadas, sendo as principais:

#### **6.8.9.1 - Motores Elétricos**

Os motores elétricos deverão ser fabricados de acordo com as Normas da ABNT e ter as seguintes características:

- a – Tipo – Centrifugo;
- b – trifásico de gaiola assíncrona;
- c – Classe de isolação F° (155 °C);
- d – Enrolamento impregnado a vácuo;
- e – Caixa de ligação estanque com entrada de cabo vedada;
- f – Protetor térmico contra sobrecarga em cada fase;
- g – Proteção contra umidade no depósito de óleo;
- h – Grau de proteção – IP68;
- i – Tensão – 380V;
- j – Freqüência – 60Hz;
- l – Potência:

I.1 – EEABI (dois ativos e 1 reserva): 25CV(1ª etapa), 30CV (2ª etapa), 40CV (3ª etapa).

I.2 – EEABII (quatro ativos e 1 reserva): 60 CV (1ª etapa) ,100CV (2ª e 3ª etapas).

m – Mancais de rolamento de esfera.

#### 6.8.9.2 - Escopo da Montagem Elétrica

A montagem elétrica deverá ser executada de acordo com os desenhos do projeto, normas da concessionária de energia elétrica e instruções dos fabricantes dos equipamentos.

A construção civil e a montagem elétrica deverão ser executadas de forma coordenada.

Escopo dos serviços:

- ⇒ Montagem dos conjuntos motor bombas;
- ⇒ Execução da rede de eletrodutos de força, comando e iluminação;
- ⇒ Instalação das luminárias, tomadas e interruptores;
- ⇒ Instalação dos quadros elétricos de serviços auxiliares;
- ⇒ Instalação do CCM;
- ⇒ Aterramentos;
- ⇒ Start-up e “As Builts”

### 6.9 - SISTEMA ELÉTRICO DA ETA DE BARRENTO

#### 6.9.1 - Objetivo

O projeto elétrico tem por finalidade estabelecer as condições que devem satisfazer as execuções das instalações elétricas a fim de possibilitar o fornecimento correto e seguro de energia elétrica da estação de tratamento de água (ETA) do SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO DE BARRENTO, MUNICÍPIO DE ITAPIPOCA, Estado do Ceará.

O sistema proposto tem como principais obras componentes, as seguintes:

- Iluminação interna e externa;

- Tomadas de uso comum e força;
- Interligações;
- Quadros de distribuição de Circuitos (QDC);
- Quadro de Comando dos Motores (CCM) para lavagem dos filtros.

### 6.9.2 - Localização

A Estação Elevatória de Tratamento de Água (ETA), está localizada no distrito de Barrento.

### 6.9.3 - Suprimento de energia

O suprimento de energia elétrica será feito através de um ramal trifásico aéreo em 380/220V, proveniente da rede secundária existente da COELCE. Este ramal irá alimentar as bombas de lavagem dos filtros, de potência de 7,5 CV, a bomba de 1CV que alimenta o reservatório elevado e os serviços auxiliares de iluminação e tomadas.

O quadro de medição será instalado em poste uso ao tempo, sempre em conformidade com as normas da COELCE.

### 6.9.4 - Concepção Geral do Projeto

O Projeto Elétrico será concebido de modo a garantir um perfeito e contínuo funcionamento do sistema de bombeamento de água para lavagem dos filtros

A estação elevatória será dotada de motobomba centrífuga de 1CV, trifásicos, de gaiola assíncrona, classe de isolamento F (155°C), protetor térmico de sobrecarga, grau de proteção – IP68, 380V/60Hz, sendo 1 (um) motor ativo e 1(um) reserva.

Para a lavagem dos filtros serão adotados motobombas centrífugas de 7,5CV, trifásicos, de gaiola assíncrona, classe de isolamento F (155°C), protetor térmico de sobrecarga, grau de proteção – IP68, 380V/60Hz, sendo 1 (um) motor ativo e 1(um) reserva.

Os motores serão comandados pelo painel de controle e proteção (CCM) instalado na sala da casa de comando.

Os motores funcionarão nas condições: manual/automático.

A escolha da forma de operação será atuando-se numa chave seletora (Man/Aut), instalada na porta do CCM.

Na condição manual, a seleção e ativação dos motores serão feitas através da chave seletora (M1/O/M2) e botões liga / desliga das interfaces homem/máquina (IHM) instalados na porta do CCM.

Na condição automática o comando dos motores passa a ser executado pelo nível do reservatório, através de bóias.

Os motores serão acionados através de chave de partida direta, instaladas no quadro de comando e proteção dos motores (CCM).

### **6.9.5 - Instalações Elétricas Prediais**

As instalações deverão ser executadas consoante os projetos específicos elaborados.

O material a ser empregado deverá ser de primeira qualidade, isento de falhas, trincaduras e quaisquer outros defeitos de fabricação.

As instalações de luz e força obedecerão às Normas e Especificações NBR-5410/80 da ABNT e as da concessionária de energia local, sem prejuízo do que for exigido a mais nas presentes especificações ou nas especificações complementares de cada obra.

Os eletrodutos serão de plástico rígido pesado correndo embutido nas paredes ou pisos.

Os eletrodutos serão cortados a serra e terão seus bordos esmerilhados para remover toda a rebarba.

Durante a construção, todas as pontas dos eletrodutos virados para cima serão obturadas com buchas rosqueáveis ou tampões de pinho bem batidos e curtos, de modo a evitar a entrada de água ou sujeira.

Nas lajes, os eletrodutos e respectivas caixas serão colocados antes da concretagem por cima da ferragem positiva bem amarrados, de forma a evitar o seu deslocamento acidental.

Quando houver eletrodutos atravessando colunas, caso o seu diâmetro seja superior a 1½", o responsável pelo concreto armado deverá ser alertado a fim de evitar possíveis enfraquecimento do ponto de vista da resistência estrutural.

Para colocar os eletrodutos e caixa embutidas nas alvenarias, o instalador aguardará que as mesmas estejam prontas, abrindo-se então os rasgos e furos estritamente necessários, de modo a não comprometer a estabilidade de parede.

As caixas, quando colocadas nas lajes ou outros elementos de concreto, serão obturadas durante o enchimento das formas, a fim de evitar a penetração do concreto.

Quando as caixas forem situadas em pilares e vigas (o que deve ser evitado sempre que possível), será necessário combinar a sua colocação com o responsável pelo concreto armado, de modo a evitar possíveis inconvenientes para a resistência da estrutura.

Em cada trecho de eletrocuto entre duas caixas, poderão ser usadas no máximo três curvas de 90°, sendo que na tubulação de diâmetro inferior a 25 mm será permitido o processo de curvatura a frio, desde que não reduza a seção interna da mesma.

A ligação dos eletrodutos com as caixas deverá ser feita por meio de buchas e arruelas.

Serão empregadas caixas estampadas de 4" x 2" ou 4" x 4" para os interruptores e tomada de corrente.

As tomadas comuns serão colocadas a 0,30m do piso acabado e, em lugares úmidos, a 1,40m.

Os interruptores próximos às portas serão colocados a 0,10 m de distância dos alizadores e sempre do lado da fechadura.

Antes da enfição, as linhas de eletrodutos e respectivas caixas deverão ser inspecionadas e limpas, de modo a ficarem desobstruídas.

Todas as emendas serão eletricamente perfeitas, por meio de solda a estanho, conector de pressão por torção ou luva de emenda e recobertas por fita autofusível e fita plástica isolante, exceto no caso de conectores de pressão por torção, que já são isolados.

Na entrada da rede será instalado um quadro de madeira ou aço para colocação de chave geral.

Caso o alimentador geral seja subterrâneo, este será protegido por eletroduto de ferro, envolvido por uma camada de concreto de 10 cm. Nas linhas só poderão ser empregados condutores providos de isolamento resistente à umidade.

As instalações elétricas serão pagas por pontos instalados, devendo neles ser incluídos todos os materiais e serviços necessários.

#### 6.9.5.1 - Iluminação Externa

A iluminação da área externa predial dar-se-á através de luminárias com lâmpadas fluorescente PL de 45W, instaladas na parede externa dos prédios.

A iluminação do pátio externo será feita por luminárias públicas abertas, com lâmpadas vapor de sódio de 250W, montadas em postes duplos T 150/9, acionadas automaticamente por fotocélulas.

Os circuitos de iluminação serão protegidos por disjuntores termomagnéticos.

#### 6.9.5.2 - Iluminação Interna

A iluminação interna será feita através de luminárias fluorescente de sobrepor, tipo calha aberta com 2 (duas) lâmpadas de 32W e luminária tipo plafonier com lâmpadas tipo PL fluorescentes de 15W.

Os circuitos de iluminação e tomadas serão derivados de disjuntores termomagnéticos instalados no quadro de serviços auxiliares, localizado no interior da casa de comando.

#### 6.9.5.3 - Proteção e Medição

A proteção em baixa tensão será feita através de disjuntores termomagnéticos 750V, exceto a proteção dos motores onde se usará fusíveis e as proteções inerentes aos motores propriamente ditos (relés: térmicos, falta de fase, sub e sobre tensão).

A medição será feita em baixa tensão com o quadro instalado em poste, observando das normas da COELCE.

#### 6.9.5.4 - Aterramento

O sistema elétrico será aterrado através de uma malha de cobre nu de 25mm<sup>2</sup> e hastes de terra de 5/8" x 3m localizado ao lado da Estação Elevatória. A esta malha serão interligados através de cabos de cobre nú 25mm<sup>2</sup> a cerca e todas as partes metálicas não condutoras de corrente elétrica e através de barras de cabos de cobre nú 25mm<sup>2</sup> às barras de terra dos quadros de distribuição e CCM.

Também deverá haver uma haste de terra próximo a cada motor e interligado a carcaça do mesmo e a malha de terra.

Todas as ligações de aterramento deverão ser executadas com conectores apropriados (conexões aparentes) ou através de solda exotérmica (conexões embutidas no solo).

A disposição do aterramento será retangular com um espaçamento mínimo de 3m e o mínimo de 3 hastes, para CCM/motores, conforme projeto elétrico.

Deverá haver no mínimo dois pontos de testes na malha, localizados em manilhas de barro vitrificado com tampa removível.

A resistência do aterramento deverá ser menor ou igual a 20 ohms.

### **6.9.6 - Recomendações Técnicas Básicas**

Os condutores foram dimensionados pela aplicação do critério de queda de tensão (em trechos menores ou iguais a 20m) e confirmados nas tabelas de condução de corrente para condutores de cobre isolado com capa de PVC conforme NBR 5410, além dos fatores de agrupamento e redução de temperatura.

A taxa de ocupação dos eletrodutos nunca será superior a 40% de acordo com a NBR 5410.

Os quadros deverão ser protegidos por abrigo em alvenaria ou localizados no interior da sala da casa de comando.

Todos os eletrodutos deverão receber acabamento de bucha e arruela.

Deverá ser instalado arame guia de ferro galvanizado (12) em todos os eletrodutos.

Não deverá haver emendas de cabos dentro de eletrodutos.

As caixas de passagem deverão ter no fundo uma cobertura de no mínimo 10cm de brita.

Plantas, desenhos, diagramas e memória de cálculo complementam as informações acima, que serão descritas a seguir e em volume específico do projeto.

### **6.9.7 - Observações**

O tipo de acionamento dos motores será chave de partida direta para os motores, conforme orientação dos termos de referência da CAGECE e as necessidades específicas do projeto.

Os painéis elétricos deverão ser executados, conforme a orientação dos termos de referência da CAGECE.

O projeto deverá ser executado conforme:

As exigências do projeto hidráulico e topografia;

Última revisão da ABNT;

Última revisão dos termos de referência da CAGECE;

Última revisão das normas técnicas da COELCE;

A última inovação tecnológica, priorizando a funcionalidade, operação, automação, eficiência, manutenção e qualidade.

Colocar na sala de comando e gerador um extintor de incêndio tipo CO<sub>2</sub> com capacidade de 6,0 Kg.

### 6.9.8 - Normas

Todas as instalações elétricas deverão obedecer às seguintes normas:

- DT – Instalação de transformadores em estrutura TR - COELCE
- NT – 002/91 - Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição – COELCE
- PE – 031/98 - Rede primária de distribuição aérea de energia elétrica - COELCE
- PM 001/81 - Padrões de material de distribuição - COELCE.
- TRF – 01 - Termo de referência do painel - CAGECE
- FLD – 03 - Folha de dados do painel - CAGECE
- IMT – 04 - Testes de fabrica do painel - CAGECE
- IMT – 02 - Testes de partida – CAGECE

### 6.9.9 - Especificações dos Principais Equipamentos

Quando citado no projeto deverão constar de especificações detalhadas, sendo as principais:

#### 6.9.9.1 - Motores Elétricos

Os motores elétricos deverão ser fabricados de acordo com as Normas da ABNT e ter as seguintes características:



- a - Tipo – Centrífugo;
- b – trifásico de gaiola assíncrona;
- c – Classe de isolamento F° (155 °C);
- d – Enrolamento impregnado a vácuo;
- e – Caixa de ligação estanque com entrada de cabo vedada;
- f – Protetor térmico contra sobrecarga em cada fase;
- g – Proteção contra umidade no depósito de óleo;
- h – Grau de proteção – IP68;
- i – Tensão – 380V;
- j – Freqüência – 60Hz;
- l – Potência:
  - l.1 – 7,5 CV para lavagem dos filtros.
  - l.2 – 1 CV para elevatória de água tratada para reservatório elevado de Barrento.
- m – Mancais de rolamento de esfera.

#### 6.9.9.2 - Escopo da Montagem Elétrica

A montagem elétrica deverá ser executada de acordo com os desenhos do projeto, normas da concessionária de energia elétrica e instruções dos fabricantes dos equipamentos.

A construção civil e a montagem elétrica deverão ser executadas de forma coordenada.

Escopo dos serviços:

- ⇒ Montagem dos conjuntos motobombas;
- ⇒ Execução da rede de eletrodutos de força, comando e iluminação;
- ⇒ Montagem dos postes de iluminação;
- ⇒ Instalação das luminárias, tomadas e interruptores;

- ⇒ Instalação dos quadros elétricos de serviços auxiliares;
- ⇒ Instalação do CCM;
- ⇒ Aterramentos;
- ⇒ Start-up e "As Builts"

## ANEXO I – ESTUDO POPULACIONAL

## I - POPULAÇÃO ALVO

### I.1 - Taxas de Crescimento

#### ◆ Dados da FIBGE

A primeira e mais completa fonte de dados sobre o crescimento populacional urbano da sede municipal de Itapipoca e do distrito de Barrento é a Fundação IBGE, através dos censos gerais.

Assim, o quadro I.1 mostra a população residente na sede de Itapipoca – CE e distrito de Barrento, segundo dados contidos nos censos oficiais.

**QUADRO I.1 - DADOS CENSITÁRIOS DO IBGE**

Localidade	Anos				
	1970	1980	1991	1996	2000
Sede: Itapipoca	11.918	19.463	29.073	34.571	41.413
Distrito: Barrento	157	181	511	461	503

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, 1970, 1980, 1991 e 2000 e Contagem da População, 1996.

O quadro I.2 apresenta os valores da taxa de crescimento calculados entre cada período intercensitário.

**QUADRO I.2 - TAXAS DE CRESCIMENTO**

Localidade	Períodos			
	1970-80	1980-91	1991-96	1996-00
<b>Itapipoca</b>				
Taxa de crescimento (% a.a.)	5,03	3,72	3,52	4,62
<b>Barrento</b>				
Taxa de crescimento (% a.a.)	1,43	9,89	- 2,04	2,20

Na análise da evolução da população urbana de Itapipoca constatam-se taxas de crescimento decrescentes até 1996, porém apresentando-se a partir desse ano uma taxa de crescimento anual de quase 5%.

Quanto aos valores encontrados para o distrito de Barrento, estes se apresentam oscilantes, variando de 1,43% a.a. entre 1970 e 1980, 9,89 % a.a. entre 1980 e 1991 e – 2,04 % a.a e 2,2 % a.a entre 1996 e 2000. Porém, espera-se que, em função da

baixa população encontrada para esse distrito e sua proximidade com a sede, a tendência futura de crescimento aponta para valores acima de 2 % a.a.

Para avaliar a população refletida pela expectativa prevista, efetuou-se uma análise de regressão, a partir dos dados censitários de 1970, 1980, 1991, 1996 e 2000. Foram analisadas regressões que melhor representam matematicamente a evolução de crescimento da população, comparando-se os resultados obtidos com o valor do censo de 2000. A partir desta análise, permite-se a escolha de um modelo matemático capaz de traduzir o crescimento passado e apontar valores para uma tendência futura de crescimento da população.

As equações de regressão utilizadas para a análise das populações geradas são:

- Equação Linear

$$y = ax + b$$

- Equação Logarítmica

$$y = a * \ln(x) + b$$

- Equação Polinomial

$$y = ax^2 + bx + c$$

- Equação Potencial

$$y = ax^b$$

- Equação Exponencial

$$y = a.c^{b.x}$$

As curvas geradas pelo ajuste aos dados populacionais para cada método são apresentadas graficamente nas figuras I.1 e I.2, com suas respectivas equações, coeficientes de correlação e representação gráfica destas correlações.

A evolução da população calculada através de cada equação de regressão é apresentada nos quadros I.3 e I.4.

#### ♦ Análise dos Dados Obtidos

A curva de regressão que apresentou melhor ajuste dos dados para Itapipoca foi a da equação potencial, com seu coeficiente de correlação  $R^2 = 0,9958$  (figura I.1 e quadro I.3).

A taxa média de crescimento anual obtida (4,07%) está bem acima da taxa máxima recomendada para os projetos do PROÁGUA, que é de 2,1% ao ano.

A curva polinomial tem um excelente ajuste ( $R^2 = 0,9827$ ) e apresenta as menores discrepâncias quando se compara a população obtida pelo Censo e a população calculada segundo as regressões (Quadro I.5). Assim, adotou-se a referida curva, pois a mesma também apresenta uma taxa de crescimento anual mais realista, que é de 1,91%, aplicando-a a partir do ano de 2000, seguindo uma linha de progressão até o ano de 2035 (Quadro I.6).

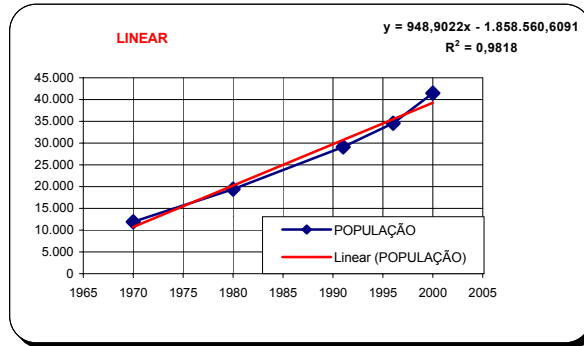
A seguir mostra-se o quadro I.4 – Evolução da População Urbana do distrito de Barrento, o qual apresenta as correlações das equações e os valores futuros das populações com base nos ajustes para cada método.

A curva de regressão que apresentou o mesmo ajuste para a localidade de Barrento foi a equação potencial, com seu coeficiente de correlação  $R^2 = 0,8788$  (figura I.2 e quadro I.4).

A taxa média de crescimento anual obtida de 4,53 % a.a. é bastante elevada quando se compara com a taxa média obtida entre 1996 e 2000, que é de 2,20 % a.a. e com a taxa máxima recomendada para os projetos do PROÁGUA (2,1% ao ano).

Assim, analisando-se as discrepâncias entre a população obtida pelo Censo e a população calculada segundo as regressões (Quadro I.7) e as taxas médias obtidas pelas referidas curvas, verifica-se que a equação de regressão linear traduz-se melhor o comportamento recente do distrito. Assim, adotou-se a referida curva, que apresenta uma taxa anual de crescimento de 1,93%, aplicando-a a partir do ano de 2000, seguindo uma linha de progressão até o ano de 2035 (Quadro I.8).

Figura I.1 - Análise de Regressão: População Urbana da Sede Municipal de Itapipoca



ANO	POPULAÇÃO
1970	11.918
1980	19.463
1991	29.073
1996	34.571
2000	41.413

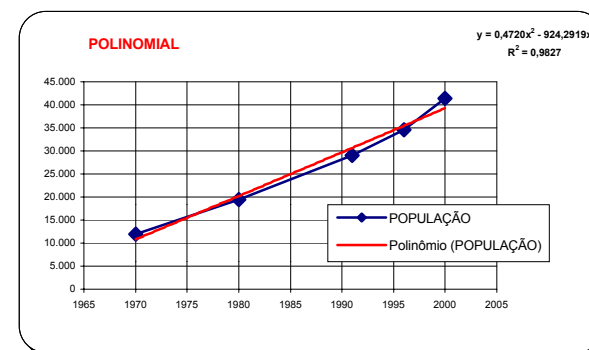
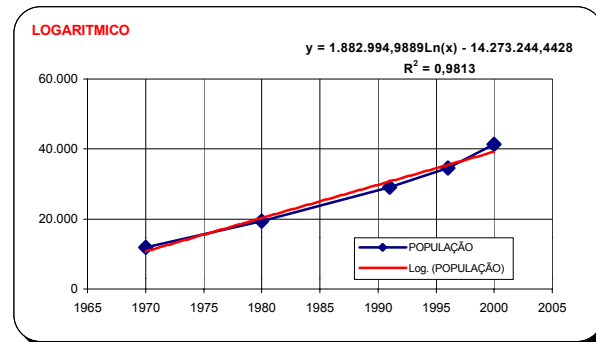
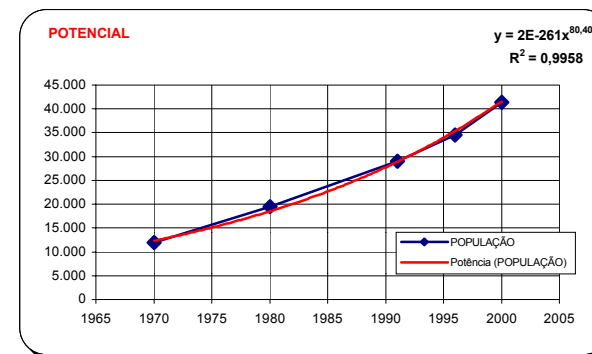
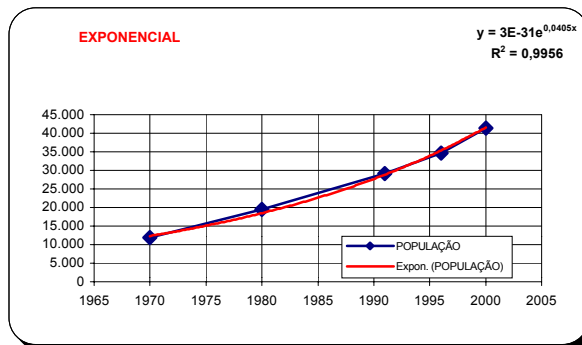
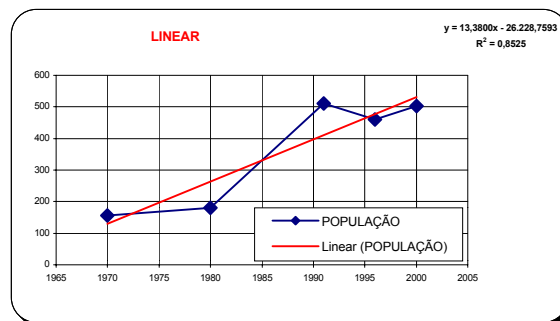
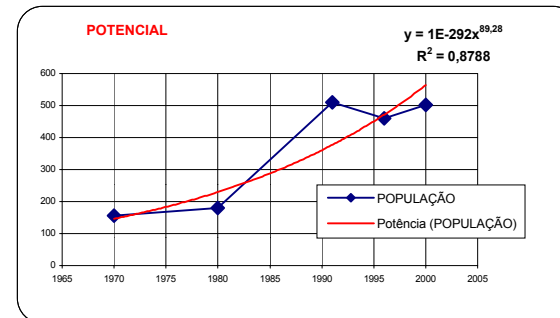
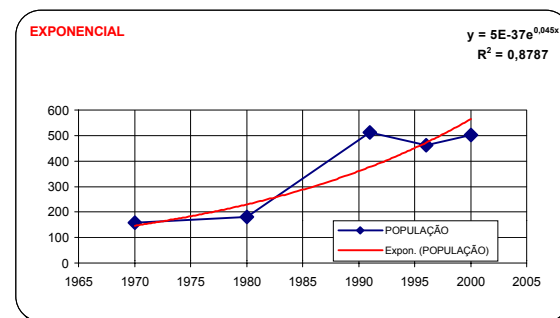
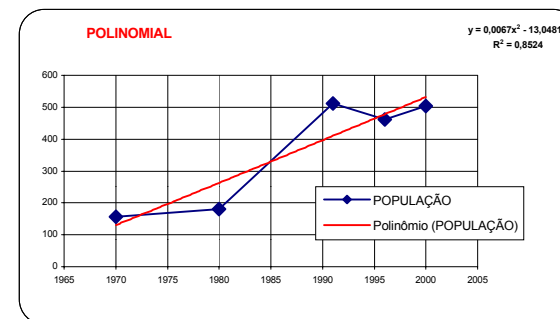
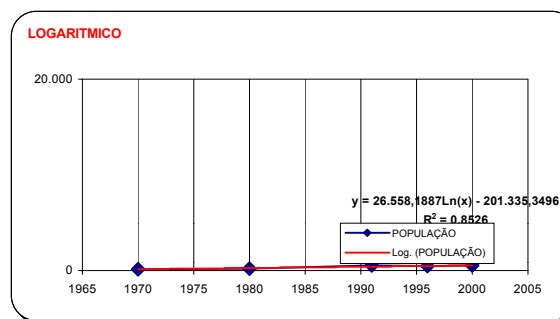


Figura I.2 - Análise de Regressão: População Urbana de Barrento



ANO	POPULAÇÃO
1970	157
1980	181
1991	511
1996	461
2000	503





**QUADRO I.3 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA  
SEDE MUNICIPAL DE ITAPIOCA**

CURVA	LINEAR	LOGARÍTMICA	EXPONENCIAL	POTÊNCIA	POLINOMIAL
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,9818</b>	<b>0,9818</b>	<b>0,9956</b>	<b>0,9958</b>	<b>0,9827</b>
<b>Pop.IBGE - Ano de 2000</b>	<b>41.413</b>	<b>41.413</b>	<b>41.413</b>	<b>41.413</b>	<b>41.413</b>
1997	36.397	36.390	40.014	47.624	36.529
1998	37.346	37.333	41.667	49.581	37.491
1999	38.295	38.275	43.390	51.616	38.453
<b>2000</b>	<b>39.244</b>	<b>39.217</b>	<b>45.183</b>	<b>53.734</b>	<b>39.416</b>
2001	40.193	40.158	47.050	55.938	40.380
2002	41.142	41.099	48.995	58.231	41.346
2003	42.090	42.039	51.020	60.617	42.312
2004	43.039	42.979	53.129	63.099	43.279
2005	43.988	43.918	55.325	65.681	44.247
2006	44.937	44.857	57.611	68.368	45.215
2007	45.886	45.796	59.992	71.164	46.185
2008	46.835	46.734	62.472	74.072	47.156
2009	47.784	47.671	65.054	77.098	48.128
<b>2010</b>	<b>48.733</b>	<b>48.608</b>	<b>67.743</b>	<b>80.245</b>	<b>49.100</b>
2011	49.682	49.545	70.543	83.519	50.074
2012	50.631	50.481	73.458	86.926	51.049
2013	51.580	51.417	76.495	90.469	52.024
2014	52.528	52.352	79.656	94.155	53.001
2015	53.477	53.287	82.948	97.989	53.978
2016	54.426	54.221	86.377	101.977	54.956
2017	55.375	55.155	89.947	106.126	55.936
2018	56.324	56.088	93.664	110.441	56.916
2019	57.273	57.021	97.536	114.929	57.897
<b>2020</b>	<b>58.222</b>	<b>57.953</b>	<b>101.567</b>	<b>119.598</b>	<b>58.879</b>
2021	59.171	58.885	105.765	124.453	59.862
2022	60.120	59.817	110.136	129.503	60.846
2023	61.069	60.748	114.688	134.756	61.831
2024	62.017	61.678	119.429	140.218	62.817
2025	62.966	62.608	124.365	145.899	63.804
2026	63.915	63.538	129.505	151.808	64.792
2027	64.864	64.467	134.858	157.952	65.780
2028	65.813	65.396	140.431	164.342	66.770
2029	66.762	66.324	146.236	170.988	67.761
<b>2030</b>	<b>67.711</b>	<b>67.252</b>	<b>152.280</b>	<b>177.898</b>	<b>68.752</b>
2031	68.660	68.179	158.574	185.084	69.745
2032	69.609	69.106	165.128	192.557	70.738
<b>Taxa média</b>	<b>1,87</b>	<b>1,85</b>	<b>4,13</b>	<b>4,07</b>	<b>1,91</b>

**QUADRO I.4 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA  
DISTRITO DE BARRENTO**

CURVA	LINEAR	LOGARÍTMICA	EXPONENCIAL	POTÊNCIA	POLINOMIAL
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,8525</b>	<b>0,8526</b>	<b>0,8787</b>	<b>0,8788</b>	<b>0,8524</b>
<b>Pop.IBGE - Ano de 2000</b>	<b>503</b>	<b>503</b>	<b>503</b>	<b>503</b>	<b>503</b>
1997	491	491	533	455	663
1998	504	504	558	476	676
1999	518	518	583	497	690
<b>2000</b>	<b>531</b>	<b>531</b>	<b>610</b>	<b>520</b>	<b>704</b>
2001	545	544	638	544	718
2002	558	557	668	568	731
2003	571	571	698	594	745
2004	585	584	731	621	759
2005	598	597	764	650	773
2006	612	610	799	679	787
2007	625	624	836	710	800
2008	638	637	875	743	814
2009	652	650	915	776	828
<b>2010</b>	<b>665</b>	<b>663</b>	<b>957</b>	<b>812</b>	<b>842</b>
2011	678	677	1.001	848	856
2012	692	690	1.047	887	870
2013	705	703	1.095	927	884
2014	719	716	1.146	969	898
2015	732	729	1.198	1.013	912
2016	745	742	1.254	1.059	926
2017	759	756	1.311	1.107	940
2018	772	769	1.372	1.157	954
2019	785	782	1.435	1.209	968
<b>2020</b>	<b>799</b>	<b>795</b>	<b>1.501</b>	<b>1.264</b>	<b>982</b>
2021	812	808	1.570	1.321	996
2022	826	821	1.642	1.381	1.010
2023	839	835	1.718	1.443	1.024
2024	852	848	1.797	1.508	1.038
2025	866	861	1.880	1.576	1.052
2026	879	874	1.966	1.647	1.066
2027	893	887	2.057	1.721	1.080
2028	906	900	2.151	1.799	1.094
2029	919	913	2.250	1.880	1.108
<b>2030</b>	<b>933</b>	<b>926</b>	<b>2.354</b>	<b>1.964</b>	<b>1.122</b>
2031	946	939	2.462	2.053	1.137
2032	959	952	2.575	2.145	1.151
<b>Taxa média</b>	<b>1,93</b>	<b>1,91</b>	<b>4,60</b>	<b>4,53</b>	<b>1,59</b>

**QUADRO I.5**  
**Quadro Comparativo entre a população obtida pelo Censo**  
**e população calculada segundo as equações**  
**- Sede municipal de Itapipoca -**

**Equação Linear**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	10.777	11.918	90,4%
1980	20.266	19.463	104,1%
1991	30.704	29.073	105,6%
1996	35.448	34.571	102,5%
2000	39.244	41.413	94,8%

**Equação Logarítmica**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	10.758	11.918	90,3%
1980	20.292	19.463	104,3%
1991	30.724	29.073	105,7%
1996	35.447	34.571	102,5%
2000	39.217	41.413	94,7%

**Equação Polinomial**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	10.930	11.918	91,7%
1980	20.331	19.463	104,5%
1991	30.781	29.073	105,9%
1996	35.569	34.571	102,9%
2000	39.416	41.413	95,2%

**Equação Potencial**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	15.939	11.918	133,7%
1980	23.949	19.463	123,0%
1991	37.390	29.073	128,6%
1996	45.744	34.571	132,3%
2000	53.734	41.413	129,8%

**Equação Exponencial**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	13.406	11.918	112,5%
1980	20.100	19.463	103,3%
1991	31.382	29.073	107,9%
1996	38.425	34.571	111,1%
2000	45.183	41.413	109,1%

**QUADRO I.6 - AJUSTE DA PROJEÇÃO POPULACIONAL  
DISTRITO-SEDE DE ITAPIPOCA**

CURVA	POLINOMIAL OBTIDA	POLINOMIAL OBTIDA	POLINOMIAL AJUSTADA
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,9827</b>	<b>0,9827</b>	<b>0,9827</b>
<b>Pop.IBGE - Ano de 2000</b>	<b>41.413</b>	<b>Taxa anual (%a.a.)</b>	<b>41.413</b>
2000	39.416	2,4462	41.413
2001	40.380	2,3901	42.426
2002	41.346	2,3366	43.440
<b>2003</b>	<b>42.312</b>	2,2855	<b>44.455</b>
2004	43.279	2,2366	45.471
2005	44.247	2,1898	46.488
2006	45.215	2,1449	47.506
2007	46.185	2,1019	48.525
2008	47.156	2,0607	49.545
2009	48.128	2,0210	50.566
2010	49.100	1,9829	51.588
2011	50.074	1,9462	52.611
2012	51.049	1,9109	53.635
<b>2013</b>	<b>52.024</b>	1,8769	<b>54.660</b>
2014	53.001	1,8441	55.686
2015	53.978	1,8125	56.713
2016	54.956	1,7819	57.740
2017	55.936	1,7524	58.769
2018	56.916	1,7239	59.799
2019	57.897	1,6963	60.830
2020	58.879	1,6696	61.862
2021	59.862	1,6438	62.895
2022	60.846	1,6187	63.929
<b>2023</b>	<b>61.831</b>	1,5945	<b>64.964</b>
2024	62.817	1,5710	65.999
2025	63.804	1,5481	67.036
2026	64.792	1,5260	68.074
2027	65.780	1,5045	69.113
2028	66.770	1,4836	70.153
2029	67.761	1,4633	71.193
2030	68.752	1,4436	72.235
2031	69.745	1,4244	73.278
2032	70.738	1,4057	74.322
<b>2033</b>	<b>71.733</b>	1,3876	<b>75.367</b>
2034	72.728	1,3699	76.412
2035	73.724	-	77.459
<b>Taxa média</b>	<b>1,81</b>		<b>1,81</b>

**QUADRO I.7**  
**Quadro Comparativo entre a população obtida pelo Censo**  
**e população calculada segundo as equações**  
**- Distrito de Barrento -**

**Equação Linear**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	130	157	82,7%
1980	264	181	145,7%
1991	411	511	80,4%
1996	478	461	103,6%
2000	531	503	105,6%

**Equação Logarítmica**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	129	157	82,5%
1980	264	181	145,8%
1991	411	511	80,4%
1996	478	461	103,6%
2000	531	503	105,5%

**Equação Polinomial**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	297	157	189,3%
1980	431	181	238,4%
1991	581	511	113,6%
1996	649	461	140,8%
2000	704	503	139,9%

**Equação Potencial**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	135	157	85,9%
1980	212	181	117,1%
1991	348	511	68,0%
1996	435	461	94,3%
2000	520	503	103,4%

**Equação Exponencial**

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1970	158	157	100,8%
1980	248	181	137,1%
1991	407	511	79,6%
1996	510	461	110,6%
2000	610	503	121,3%

**QUADRO I.8 - AJUSTE DA PROJEÇÃO POPULACIONAL  
DISTRITO DE BARRENTO**

CURVA	LINEAR OBTIDA	LINEAR OBTIDA	LINEAR AJUSTADA
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,8525</b>	<b>0,8525</b>	<b>0,8525</b>
<b>Pop.IBGE - Ano de 2000</b>	<b>503</b>	<b>Taxa anual (%a.a.)</b>	<b>503</b>
2000	<b>531</b>	2,5186	<b>503</b>
2001	545	2,4568	516
2002	558	2,3978	528
<b>2003</b>	<b>571</b>	2,3417	<b>541</b>
2004	585	2,2881	554
2005	598	2,2369	566
2006	612	2,1880	579
2007	625	2,1411	592
2008	638	2,0963	604
2009	652	2,0532	617
2010	665	2,0119	630
2011	678	1,9722	642
2012	692	1,9341	655
<b>2013</b>	<b>705</b>	1,8974	<b>668</b>
2014	719	1,8621	680
2015	732	1,8280	693
2016	745	1,7952	706
2017	759	1,7635	718
2018	772	1,7330	731
2019	785	1,7035	744
2020	799	1,6749	756
2021	812	1,6473	769
2022	826	1,6206	782
<b>2023</b>	<b>839</b>	1,5948	<b>794</b>
2024	852	1,5698	807
2025	866	1,5455	820
2026	879	1,5220	832
2027	893	1,4992	845
2028	906	1,4770	858
2029	919	1,4555	870
2030	933	1,4346	883
2031	946	1,4143	896
2032	959	1,3946	908
<b>2033</b>	<b>973</b>	1,3754	<b>921</b>
2034	986	1,3568	934
2035	1.000	-	946
<b>Taxa média</b>	<b>1,82</b>		<b>1,82</b>