



**PREFEITURA MUNICIPAL DE AURORA**



**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO  
COBRA**

**MUNICÍPIO DE AURORA - CEARÁ**

**RELATÓRIO GERAL**

Francisco Celso de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE: 14.153-D  
Responsável Técnico

**DEZEMBRO / 2016**



## INDICE

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.0 ESTUDOS BASICOS DA COMUNIDADE.....</b>	<b>4</b>
1.1. MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	5
1.2. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	6
1.3. DEMOGRAFIA.....	7
1.4. INFRAESTRUTURA.....	8
<b>2.0 ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA.....</b>	<b>10</b>
2.1. LEVANTAMENTO DE ESTUDOS E PLANOS PROJETADOS.....	10
2.2. PARÂMETROS DE PROJETO.....	10
2.3. ESTIMATIVA POPULACIONAL.....	10
2.4. ZONAS CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO PROJETO.....	11
2.5. VAZÕES DOS SISTEMAS.....	11
<b>3.0 ESCOLHA DA CONCEPÇÃO BASICA.....</b>	<b>13</b>
<b>4.0 DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO.....</b>	<b>13</b>
4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA.....	13
4.2. MANANCIAL.....	13
4.3. CAPTAÇÃO.....	14
4.4. ADUÇÃO.....	14
4.5. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO – ETA.....	14
4.6. RESERVAÇÃO.....	14
4.7. REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	15
4.8. LIGAÇÕES PREDIAIS.....	15
4.9. DIMENSIONAMENTO DAS EQUIPES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	15



<b>5.0</b>	<b>MEMORIAL DE CÁLCULO .....</b>	<b>16</b>
5.1.	DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES DO SISTEMA .....	17
5.2.	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO (20 ANOS).....	18
5.3.	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ADUÇÃO.....	19
5.4.	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO .....	20
5.5.	DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO .....	21
<b>6.0</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>22</b>
6.1.	APRESENTAÇÃO .....	22
6.2.	INSTALAÇÕES DA OBRA .....	22
6.3.	POÇO PROFUNDO .....	22
6.4.	MOVIMENTO DE TERRA .....	26
6.5.	CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS .....	29
6.6.	RESERVATÓRIO.....	32
6.7.	DOSADOR DE CLORO .....	36
6.8.	ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES.....	37
6.9.	FORNECIMENTO DE MATERIAIS .....	45
6.10.	CAIXAS.....	45
6.11.	INSTALAÇÃO ELETRICA .....	46
6.12.	LIGAÇÕES PREDIAIS.....	48
<b>7.0</b>	<b>ORÇAMENTO .....</b>	<b>50</b>
<b>8.0</b>	<b>CRONOGRAMA .....</b>	<b>51</b>
<b>9.0</b>	<b>COMPOSIÇÃO DE B.D.I. E ENCARGOS SOCIAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>10.0</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DOS QUANTITATIVOS .....</b>	<b>53</b>
<b>11.0</b>	<b>TESTE DE VAZÃO E ANÁLISE DA ÁGUA DO POÇO PROFUNDO .....</b>	<b>54</b>






## APRESENTAÇÃO

Este relatório compreende o Projeto Técnico do Sistema de Abastecimento de Água da localidade de **SÍTIO COBRA**, pertencente ao município de AURORA/CE.

O Projeto do Sistema de Abastecimento de Água dessa localidade está apresentado em único volumes:

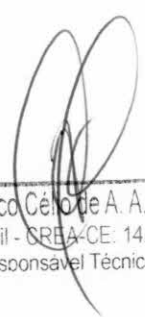
- **RELATÓRIO GERAL**, contendo:
  - **Memorial Descritivo, Memórias de Calculos, Orçamento, Cronograma, Especificações, Estudo Geotécnico e ART.**

  
Francisco Celso de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE 14.153-D  
Responsável Técnico



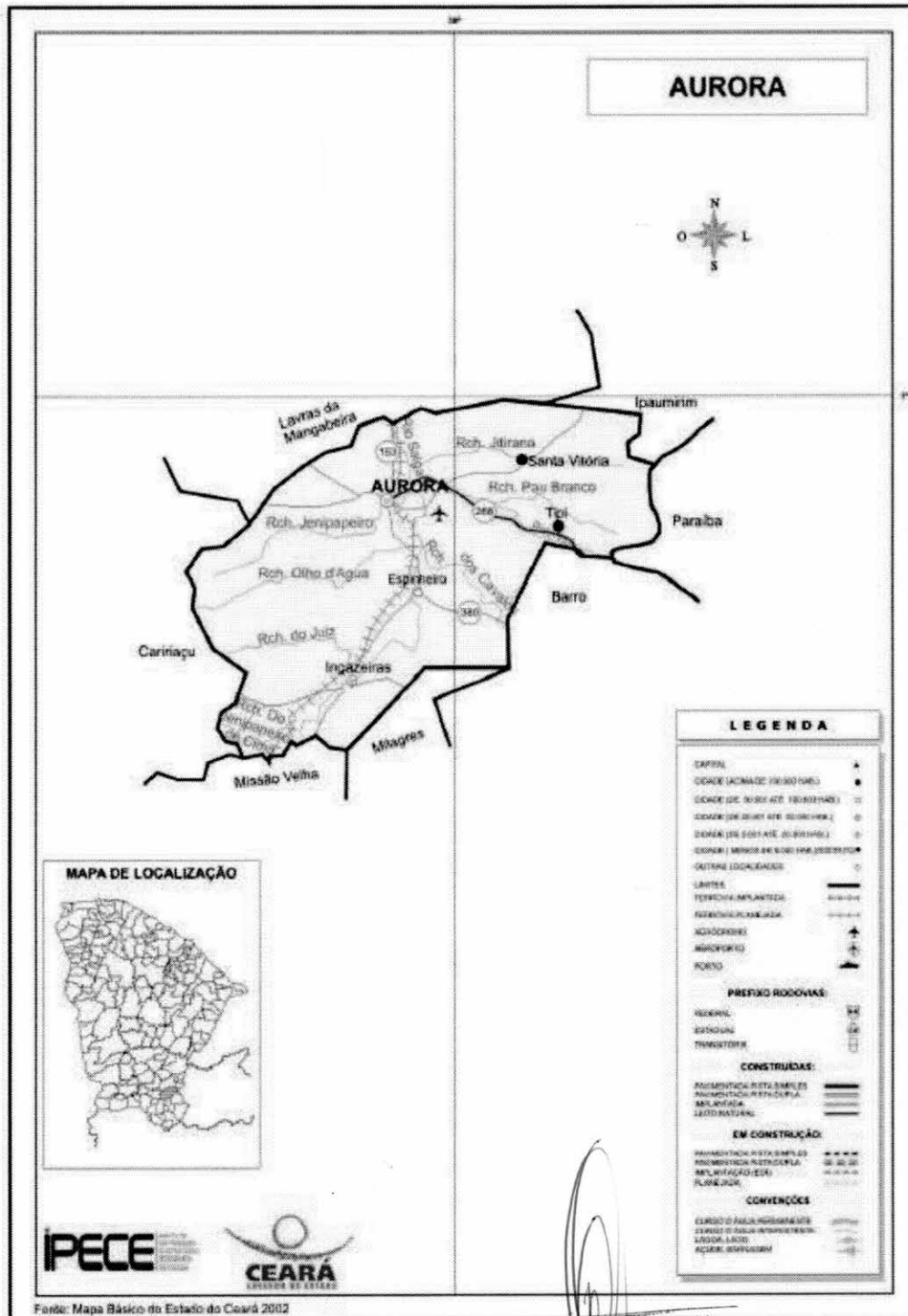
## 1.0 ESTUDOS BASICOS DA COMUNIDADE.



Francisco Célio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE: 14.153-D  
Responsável Técnico



### 1.1. MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Francisco Celso de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE: 14.153-D  
Responsável Técnico



## 12 CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

### Características

Município de Origem - Lavras da Mangabeira
Ano de Criação - 1883
Lei de Criação - 2.047
Toponímia - Nome simplificado do local Aurora Velha, onde existia antigamente uma taberna de comestíveis, beberagens e hospedaria
Gentílico - Aurorense
Código Município - 2301703

Fonte: IBGE/IPECE.

### Situação Geográfica

Coordenadas Geográficas		Localização	Municípios Limitrofes			
Latitude(S)	Longitude(WGr)		Norte	Sul	Leste	Oeste
6° 56' 33"	38° 58' 03"	Sul	Ipaumirim, Lavras da Mangabeira	Caririçu, Missão Velha, Milagres, Barro	Barro, Estado da Paraíba, Ipaumirim	Caririçu

Fonte: IBGE/IPECE.

### Medidas Territoriais

Área		Altitude (m)	Distância em Linha Reta a Capital (km)
Absoluta (km²)	Relativa (%)		
885,83	0,60	283,0	358,0

Fonte: IBGE/IPECE.

### Aspectos Climáticos

Clima	Pluviosidade (mm)	Temperatura Média (°C)	Período Chuvoso
Tropical Quente Semi-árido	884,9	26° a 28°	fevereiro a abril

Fonte: FUNCEME/IPECE.

### Componentes Ambientais

Relevo	Solos	Vegetação	Bacia Hidrográfica
Depressões Sertanejas	Bruno não Cálcico, Solos Litólicos e Podzólico Vermelho-Amarelo	Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Caducifólia Espinhosa	Salgado

Fonte: FUNCEME/IPECE.

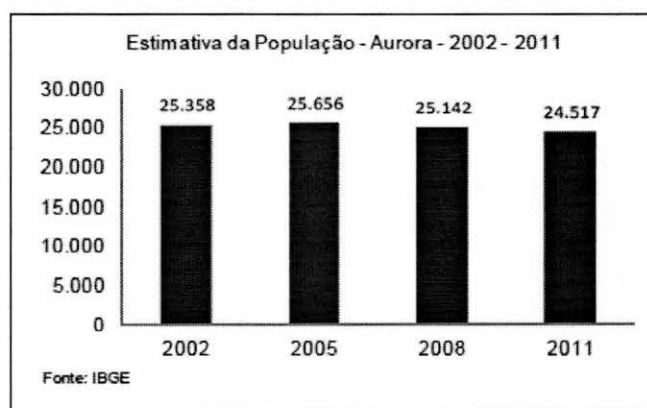
Francisco Clélio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE 14.153-D  
Responsável Técnico

### 1.3. DEMOGRAFIA

População Residente – 1991/2000/2010

Discriminação	População Residente					
	1991		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	24.491	100,00	25.207	100,00	24.566	100,00
Urbana	8.820	36,01	10.080	39,99	11.825	48,14
Rural	15.671	63,99	15.127	60,01	12.741	51,86
Homens	12.195	49,79	12.516	49,65	12.224	49,76
Mulheres	12.296	50,21	12.691	50,35	12.342	50,24

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991/2000/2010.



População Recenseada, por sexo, segundo os grupos de idade - 2000/2010

Grupos de idade	População Residente					
	Total		Homens		Mulheres	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Total	25.207	24.566	12.516	12.224	12.691	12.342
0 – 4 anos	2.578	1.704	1.251	887	1.327	817
5 – 9 anos	2.729	2.023	1.344	1.029	1.385	994
10 – 14 anos	3.079	2.517	1.560	1.237	1.519	1.280
15 – 19 anos	2.854	2.481	1.473	1.271	1.381	1.210
20 – 24 anos	2.201	2.124	1.123	1.053	1.078	1.071
25 – 29 anos	1.653	1.904	837	964	816	940
30 – 34 anos	1.583	1.804	773	889	810	915
35 – 39 anos	1.445	1.527	726	764	719	763
40 – 44 anos	1.210	1.553	600	756	610	797
45 – 49 anos	1.093	1.336	516	667	577	669
50 – 59 anos	1.906	2.174	925	1.071	981	1.103
60 – 69 anos	1.512	1.684	716	834	796	850
70 anos ou mais	1.364	1.735	672	802	692	933

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos 2000/2010.



Indicadores Demográficos – 1991/2000/2010

Discriminação	Indicadores Demográficos		
	1991	2000	2010
Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )	26,00	28,37	27,61
Taxa geométrica de crescimento anual (%) <sup>(1)</sup>			
Total	-0,23	0,32	-0,26
Urbana	2,83	1,49	1,61
Rural	-1,19	-0,39	-1,70
Taxa de urbanização (%)	36,01	39,99	48,14
Razão de sexo	99,18	98,62	99,04
Participação nos grandes grupos populacionais (%)	100,00	100,00	100,00
0 a 14 anos	39,65	33,27	25,42
15 a 64 anos	53,50	58,93	64,38
65 anos e mais	6,85	7,80	10,21
Razão de dependência <sup>(2)</sup>	86,93	69,69	55,33

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991/2000/2010.

(1) Taxas nos períodos 1980/91 e 1991/00 para os anos de 1991, 2000 e 2010, respectivamente.

(2) Quociente entre 'população dependente', isto é, pessoas menores de 15 anos e com 65 anos ou mais de idade e a população potencialmente ativa, isto é, pessoas com idade entre 15 e 64 anos.

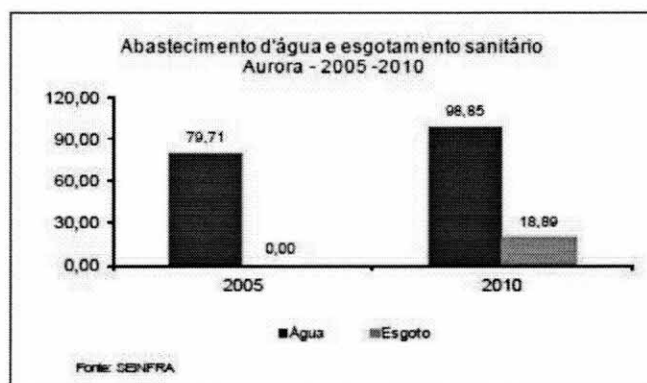
## 1.4. INFRAESTRUTURA

### Esgotamento Sanitário – 2011

Discriminação	Esgotamento Sanitário		
	Município	Estado	% Sobre o Total do Estado
Ligações reais	630	473.316	0,13
Ligações ativas	611	451.013	0,14
Taxa de cobertura urbana de esgoto (%) <sup>(1)</sup>	18,89	28,87	-

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

(1) Dados referente à 2010.



### Domicílios Particulares Permanentes segundo as Formas de Abastecimento de Água - 2000/2010

Formas de abastecimentos	Município				Estado			
	2000	%	2010	%	2000	%	2010	%
Total	6.027	100,00	7.097	100,00	1.757.888	100,00	2.365.276	100,00
Ligada a rede geral	1.921	31,87	3.290	46,36	1.068.746	60,80	1.826.543	77,22
Poço ou nascente	3.133	51,98	1.624	22,88	360.737	20,52	221.161	9,35
Outra	973	16,14	2.183	30,76	328.405	18,68	317.565	13,43

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos - 2000/2010.

Abastecimento de Água - 2011

Discriminação	Abastecimento de Água		
	Município	Estado	% Sobre o Total do Estado
Ligações reais	3.980	1.493.388	0,27
Ligações ativas	3.840	1.393.477	0,28
Volume produzido (m³)	786.369	368.534.122	0,21
Taxa de cobertura d'água urbana (%) (1)	98,85	91,57	-

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

(1) Dados referente à 2010.

Domicílios Particulares Permanente segundo os tipos de Esgotamento Sanitário - 2000/2010

Tipos de esgotamentos sanitários	Município				Estado			
	2000	%	2010	%	2000	%	2010	%
Total (1)	6.027	100,00	7.097	100,00	1.757.888	100,00	2.365.276	100,00
Rede geral ou pluvial	31	0,51	849	11,96	376.884	21,44	774.873	32,76
Fossa séptica	46	0,76	40	0,56	218.682	12,44	251.193	10,62
Outra	2.793	46,34	5.279	74,38	731.075	41,59	1.167.911	49,38
Não tinham banheiros	3.157	52,38	929	13,09	431.247	24,53	171.277	7,24

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos - 2000/2010.

(1) Inclusive os domicílios sem declaração da existência de banheiro ou sanitário.

Consumo e Consumidores de Energia Elétrica - 2011

Classes de Consumo	Consumo (mwh)	Consumidores
Total	10.933	9.009
Residencial	4.587	5.050
Industrial	90	13
Comercial	951	422
Rural	3.492	3.333
Público	1.813	191
Próprio	-	-

Fonte: Companhia Energética do Ceará (COELCE).

Domicílios Particulares Permanente segundo Energia Elétrica e Lixo Coletado - 2000/2010

Discriminação	Município				Estado			
	2000	%	2010	%	2000	%	2010	%
Total	6.027	-	7.097	-	1.757.888	-	2.365.276	-
Com energia elétrica	4.965	82,38	7.013	98,82	1.568.648	89,23	2.340.224	98,94
Com lixo coletado	1.788	29,67	3.422	48,22	1.081.790	61,54	1.781.993	75,34

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos - 2000/2010.

Francisco Carlos de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE 14.153-E  
Responsável Técnico



## 2.0 ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA

### 21. LEVANTAMENTO DE ESTUDOS E PLANOS PROJETADOS

Não existem estudos desenvolvidos ou programas previstos ou implantados que venham a interferir na determinação dos parâmetros de dimensionamento do projeto de abastecimento da localidade de **Sítio Cobra**.

### 22. PARÂMETROS DE PROJETO

De acordo com as recomendações técnicas definidas pela CAGECE, os parâmetros e considerações a serem utilizados no dimensionamento das unidades constituintes do sistema em estudo são:

- o Alcance do plano .....20 anos
- o Consumo per capita ( q ) ..... 120 L/hab./dia
- o Coeficiente de demanda diária máxima ( k<sub>1</sub> ) .....1,2
- o Coeficiente de demanda horária máxima .( k<sub>2</sub> ) .....1,5
- o Coeficiente para calculo da vazão minima.( k<sub>3</sub> ) .....0,5
- o Perda de carga máxima admissível .....8,00 m/km
- o Pressão estática máxima .....50 m.c.a.
- o Pressão dinâmica mínima ..... 10 m.c.a.
- o Índice de atendimento..... 100,00 %
- o Tempo de Funcionamento do sistema.....16h
- o Taxa de crescimento populacional ..... 2,00 %
- o Total de imóveis ..... 190 unidades
- o Número de habitantes estimados por imóveis .....4,00 habitantes
- o População atual estimada - 2017 ( P<sub>0</sub> ) .....760 habitantes
- o População 20 anos - 2037 ( P<sub>20</sub> ) .....1.029 habitantes

### 23. ESTIMATIVA POPULACIONAL

A taxa de crescimento populacional foi obtida através do perfil básico do município de Aurora – IPECE, que informa 4,00 habitantes/imóvel para localidades rurais, chega-se a população para o ano de 2016, da seguinte forma:

$$P_{2017} = 760 \text{ habitantes}$$

Isto posto, para uma taxa anual de 2.00%, a população projetada para o ano de 2036 será calculada através do crescimento geométrico da população, através da seguinte forma:

$$P_{2036} = P_{2016} \times (1 + i)^n$$

Onde:



- P2036 = População de Projeto;
- P2016 = População atual
- i = taxa de crescimento populacional;
- n = alcance de projeto = 20 anos;

P<sub>2036</sub> = 1.029 habitantes

Para efeitos de dimensionamento, a população utilizada nos cálculos será aquela estimada para o ano de 2036, que deverá ser de 1.029 habitantes.

#### 24. ZONAS CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO PROJETO

Conforme constatado através da topografia da localidade de **Sítio Cobra**, toda a rede de distribuição que irá abastecer os imóveis projetados estará disposta em uma única zona de pressão.

Não existe na localidade uma estratificação de classes de ocupação do tipo residencial, comercial e industrial. Os imóveis projetados são basicamente residenciais e de mesma classe econômica, com a existência de atividade comercial em alguns deles.

Dessa forma não existem zonas de densidades heterogêneas, podendo-se considerar uma homogeneidade na ocupação, tanto atual como futura.

#### 25. VAZÕES DOS SISTEMAS

##### 25.1. VAZÕES DE ADUÇÃO

O tempo de bombeamento foi estimado em 16h visando-se reduzir a carga horária de operação do sistema, evitando-se turnos de trabalho extras.

Para um alcance de projeto estimado em 20 anos, conhecendo-se a população para a projeção no ano de 2036, bem como os demais parâmetros de dimensionamento estabelecidos, calculam-se as vazões de adução necessárias ao sistema da seguinte forma:

$$Q_{A-CTL} = \frac{P \times q \times k_1}{86400} \times \frac{24}{T} \times (1 + f)$$

Onde:

- P = população de projeto;
- q = quota per capita (L/hab./dia);
- k1 = coeficiente de máxima demanda diária = 1,2;
- T = tempo de bombeamento = 16h;
- f = fator de perda de vazão
- QA-CTL = vazão de adução de água;

Francisco Célio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA - CE: 14.153-D  
Responsável Técnico

## 2.5.2. VAZÕES DE DISTRIBUIÇÃO

A vazão de distribuição do sistema, estimados para a localidade foi calculada considerando-se um índice de atendimento de 100% dos imóveis, da seguinte forma:

$$Q_{MED} = q \times \frac{P_0 \times (1+i)^{ANO-2016}}{86400}$$

$$Q_{DIA} = k_1 \times Q_{MED}$$

$$Q_{HORA} = k_1 \times k_2 \times Q_{MED}$$

Onde:

- P0 = população atual de cada localidade;
- i = taxa de crescimento populacional ;
- ANO = ano corrente, variando entre 2016 e 2036 (20 anos);
- q = quota per capita = 120 L/hab./dia;
- k1 = coeficiente de máxima demanda diária = 1,2;
- k2 = coeficiente de máxima demanda horária = 1,5;
- QMED = vazão de distribuição média;
- QDIA = vazão de demanda máxima diária;
- QHORA = vazão de demanda máxima horária;



## 2.5.3. VOLUMES DE RESERVAÇÃO

Os volumes de reservação necessários para o atendimento da demanda populacional da localidade e da demanda geral de projeto são calculados da seguinte forma:

$$V = \frac{1}{3} \times q \times k_1 \times \frac{P_0 \times (1+i)^{ANO-2016}}{1000} \times (1+f)$$

Onde:

- P0 = população atual de cada localidade;
- i = taxa de crescimento populacional;
- ANO = ano corrente, variando entre 2016 e 2036 (20 anos);
- q = quota per capita = 100 L/hab./dia;
- k1 = coeficiente de máxima demanda diária = 1,2;
- f = fator de perda de vazão;
- V = volume de reservação necessário;



Francisco Celio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE: 14.153-D  
Responsável Técnico



### 3.0 ESCOLHA DA CONCEPÇÃO BÁSICA

O estudo de concepção realizado pautou-se inicialmente pela informação do SISAR, onde o manancial disponível para atender a comunidade será através de Poço Profundo Existente;

A partir dessa predefinição, constatamos "in loco" que a única fonte de água disponível para atender a comunidade e o poço profundo existente.

Logo concluímos que, após a definição da captação através do manancial subterrâneo, bem como a topografia local e no diagnóstico do sistema existente, pôde-se definir uma única alternativa de concepção (Alternativa Única), que propõe a implantação de um sistema de abastecimento de água composto de: Captação em poço profundo existente, implantação de estação elevatória de água bruta, adutora de água bruta, Tratamento, Reservatório Elevado, rede de distribuição e ligações domiciliares.

### 4.0 DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO

#### 4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

Não existem estudos ou programas desenvolvidos previstos para serem implantados, que venham a interferir na determinação dos parâmetros de dimensionamento do projeto de abastecimento da localidade de **Sítio Cobra**.

O sistema proposto de abastecimento de água da localidade de **Sítio Cobra** resume-se em captar toda a água necessária no poço profundo a existente, através da implantação de um conjunto de recalque tipo submerso.

A água será encaminhada através de uma Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB) para um reservatório elevado projetada (REL) e deste seguirá por gravidade até a localidade através de uma rede de distribuição.

O tratamento da água do poço será através de clorador de pastilhas de água com capacidade de 1.715,077 g/dia, instalado na subida do reservatório elevado.

#### 4.2. MANANCIAL

Por ocasião da visita técnica foram estudadas as diversas possibilidades existentes para definição de manancial.

Para a escolha do manancial adequado foi analisado os seguintes fatores:

- A proximidade do ponto de consumo;
- Garantia de fornecimento da água em quantidade e qualidade suficientes para atender as necessidades do sistema;

Para o sistema de abastecimento da localidade de **Sítio Cobra**, ficou constatado que a região não possui manancial de superfície com capacidade e distancia viável economicamente para atender as necessidades de suprimento de água para as mesmas.



#### 4.3. CAPTAÇÃO

A água do poço será captada através da instalação de bomba tipo Submersa (CMBS), devendo ser mantida uma segunda bomba para reserva.

O equipamento será interligado a uma adutora de água bruta projetada (AAB) e irá realizar o recalque da água do poço até a ETA.

Os conjuntos motor-bomba deverão possuir as seguintes características:

- Bomba sugerida: Submersa;
- Potência = 2,50 CV;
- Vazão = 2,60 L/s;
- Altura Manométrica = 95,71 m.c.a.;
- Localização: Coordenada UTM's, E= 517150.00 / N= 9229669.00

#### 4.4. ADUÇÃO

O sistema proposto será composto uma adutora de água bruta denominada de AAB – TRECHO PT / REL, transportando a água bruta do poço até a ETA.

- Adutora de Água Bruta – AAB – TRECHO PT / REL:
  - Comprimento da tubulação: 320,62m de tubos PVC PBA CL 12 DN 75mm
  - Comprimento total da adutora: 320,62m de tubos PVC PBA.

#### 4.5. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO – ETA



O tratamento químico será através de desinfecção, ao qual será por um clorador de pastilhas instalado no barrilete de subida do reservatório elevado projetado.

#### 4.6. RESERVAÇÃO

O sistema de reservação contará com um reservatório projetado (REL).

O REL terá a função de garantir as pressões necessárias para o perfeito funcionamento da rede de distribuição da localidade, devendo operar entre 10 e 50 m.c.a., além de armazenar o volume necessário para atender as máximas demandas horarias.

O Rel. apresentará as seguintes características:

  
  
Francisco Célio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE: 14.153-D  
Responsável Técnico



- Localização: Coordenadas UTM's E:516893.000 / N:9229676.000;
- Cota 311,77m;
- Volume Projetado: 40m<sup>3</sup>;
- Fuster: 10,00m.

#### **4.7. REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

A distribuição para a localidade de **Sítio Cobra** será realizada por uma única rede que partirá do reservatório elevado projetado REL.

- Comprimento da tubulação: 739,06m de rede de tubos PVC PBA DN 100 mm;
- Comprimento da tubulação: 2.168,67m de rede de tubos PVC PBA DN 75mm;
- Comprimento da tubulação: 15.080,42m de rede de tubos PVC PBA DN 50 mm;
- Comprimento total tubulação: 17988,15 metros de tubos PVC PBA.

#### **4.8. LIGAÇÕES PREDIAIS**

Deverá ser instalado 190 ligações prediais do tipo PT-03, em cada domicilio, contendo kit-cavelete e hidrômetro conforme projeto, interligado a rede de distribuição através de tubo PEAD 20mm.

#### **4.9. DIMENSIONAMENTO DAS EQUIPES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

O sistema deverá operar com dois funcionários que deverão ficar responsáveis pela vigilância dos equipamentos da captação e da operação de tratamento da água.

Francisco Célio da A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE 14.153-D  
Responsável Técnico





## 5.0 MEMORIAL DE CÁLCULO

Estão apresentados a seguir, os memoriais de cálculo para as várias unidades do Sistema de Adução, Tratamento, Reservação e Rede de Distribuição da localidade.

  
Francisco Celso de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE: 14.153-D  
Responsável Técnico









## 5.1. DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES DO SISTEMA

  
Francisco Célido de A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE 14.153-D  
Responsável Técnico

PREFEITURA MUNICIPAL DE AURORA / CE  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO COBRA.



DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES DO SISTEMA

**1. Dados Iniciais**

**1.1. Dados Gerais**

Número de Imóveis (NI) -----	:	190	un.
Horizonte de Projeto ( T ) -----	:	20	anos
Consumo per capita ( q ) -----	:	120	L/hab.dia
Crescimento Medio Anual ( % ) -----	:	2,00	%
Tx de Ocupação domiciliar (TX) -----	:	4,00	hab/domic

**1.2. População Atual**

População Atual (P <sub>0</sub> ) -----	:	NI x TX	:	760	hab
---	---	---------	---	-----	-----

**1.3. População de Projeto (20 anos)**

População em 20 anos (P <sub>20</sub> ) -----	:	[ P <sub>0</sub> x ( 1 + i ) <sup>20</sup> ]	:	1.129	hab
---	---	--	---	-------	-----

**2. Parâmetros para os cálculos das vazões**

Tempo de Bombeamento de 20 anos ( T <sub>b20</sub> ) -----	:	16	h/Dia
Coef. dia de maior consumo ( k <sub>1</sub> ) -----	:	1,2	
Coef. hora de maior consumo ( k <sub>2</sub> ) -----	:	1,5	
Taxa de Perda de Vazão de Adução ( f ) -----	:	1,00	%

**3. Vazão de Adução**

**3.1. Vazão de Adução - Água Bruta**

Vazão de Adução Inicial ( Q <sub>AAB(0)</sub> ) -----	:	$\frac{k_1 \times P_0 \times q \times 24 \times ( 1 + f )}{86400 \times T_b}$	:	6,91	m <sup>3</sup> /h
				1,92	L/s

Vazão de Adução 20 anos ( Q <sub>AAB(20)</sub> ) -----	:	$\frac{k_1 \times P_{20} \times q \times 24 \times ( 1 + f )}{86400 \times T_b}$	:	10,27	m <sup>3</sup> /h
				2,85	L/s

**4. Vazão de Distribuição**

**4.1. Vazão de Distribuição**

Vazão de Distribuição Inicial ( Q <sub>0</sub> ) -----	:	$\frac{k_1 \times k_2 \times P_0 \times q}{86400}$	:	6,84	m <sup>3</sup> /h
				1,90	L/s

Vazão de Distribuição Final ( Q <sub>20</sub> ) -----	:	$\frac{k_1 \times k_2 \times P_{20} \times q}{86400}$	:	10,16	m <sup>3</sup> /h
				2,82	L/s

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*  
Francisco Celso de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE. 14.153-D  
Responsável Técnico



PREFEITURA MUNICIPAL DE AURORA / CE  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO COBRA.

QUADRO DE EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO E DAS VAZÕES

Ano	População (hab)	Vazão Média		Vazão Máxima Diária		Vazão Máxima Horária		Vazão adução		Vol Reserv
		l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>
2016	760	1,06	3,80	1,27	4,56	1,90	6,84	0,93	3,33	36,48
2017	775	1,08	3,88	1,29	4,65	1,94	6,98	0,94	3,40	37,21
2018	791	1,10	3,95	1,32	4,74	1,98	7,12	0,96	3,47	37,95
2019	807	1,12	4,03	1,34	4,84	2,02	7,26	0,98	3,54	38,71
2020	823	1,14	4,11	1,37	4,94	2,06	7,40	1,00	3,61	39,49
2021	839	1,17	4,20	1,40	5,03	2,10	7,55	1,02	3,68	40,28
2022	856	1,19	4,28	1,43	5,14	2,14	7,70	1,04	3,75	41,08
2023	873	1,21	4,37	1,46	5,24	2,18	7,86	1,06	3,83	41,90
2024	890	1,24	4,45	1,48	5,34	2,23	8,01	1,08	3,91	42,74
2025	908	1,26	4,54	1,51	5,45	2,27	8,17	1,11	3,98	43,60
2026	926	1,29	4,63	1,54	5,56	2,32	8,34	1,13	4,06	44,47
2027	945	1,31	4,72	1,57	5,67	2,36	8,50	1,15	4,14	45,36
2028	964	1,34	4,82	1,61	5,78	2,41	8,67	1,17	4,23	46,27
2029	983	1,37	4,92	1,64	5,90	2,46	8,85	1,20	4,31	47,19
2030	1003	1,39	5,01	1,67	6,02	2,51	9,03	1,22	4,40	48,13
2031	1023	1,42	5,11	1,70	6,14	2,56	9,21	1,25	4,49	49,10
2032	1043	1,45	5,22	1,74	6,26	2,61	9,39	1,27	4,58	50,08
2033	1064	1,48	5,32	1,77	6,39	2,66	9,58	1,30	4,67	51,08
2034	1085	1,51	5,43	1,81	6,51	2,71	9,77	1,32	4,76	52,10
2035	1107	1,54	5,54	1,85	6,64	2,77	9,96	1,35	4,86	53,14
2036	1129	1,57	5,65	1,88	6,78	2,82	10,16	1,38	4,95	54,21

Francisco Célio de A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE 14.153-D  
Responsável Técnico

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten mark]*



## 5.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO (20 ANOS)

  
Francisco Celio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE: 14.153-D  
Responsável Técnico

PREFEITURA MUNICIPAL DE AURORA / CE  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO COBRA.



**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO**

**1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução/Captação**

Tempo de Bombeamento ( $T_b$ ) ----- :	16,00	h
Coef. dia de maior consumo ( $k_1$ ) ----- :	1,2	
Vazão do Sistema : $Q_{AAB(20)}$ :	10,27	$m^3/h$
	2,85	L/s
	0,0029	$m^3/s$

**2. Manancial e Características Geometricas**

Tipo de Manancial ----- :	Poço Profundo
Vazão de Exploração ( $Q_{ex}$ ) ----- :	2,85 L/s
Nível Dinâmico ( ND ) ----- :	12,05 m
Nível Estático ( NE ) ----- :	6,85 m
Profundidade ( H ) ----- :	47,00 m
Cota do terreno do Poço ( CPT ) ----- :	305,86 m

**3. Adutora de Água Bruta - AAB**

**3.1. Diâmetro econômico**

Material ----- :	PVC PBA
Comprimento ( L ) ----- :	320,62 m
Diâmetro Econômico ( D' ) : $1,2 \times Q^{0.5}$ :	64,08 mm
Diâmetro Adotado ( D ) : Diâmetro Interno :	75 mm
Velocidade ( V ) : $\frac{Q}{p \times (D/2)^2}$ :	0,65 m/s
Nível mínimo de captação do manancial(Nmc) ----- :	305,86 m
Nível máximo de recalque (Nr) ----- :	311,77 m
Nível dinâmico do poço (Nd) ----- :	12,05 m
Altura do Reservatório Elevado (Ar) ----- :	16,20 m
Desnível Geométrico ( Hg ) : $Hg = Nr - Nmc + Ar + Nd$ :	34,16 m

**3.2. Análise da Sobrepressão na Tubulação**

PVC PBA DN75 - CL12 ----- :	320,62 m
-----------------------------	----------

Ver em anexo estudo de transiente que define a tubulação projetada

**4. Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB**

**4.1. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação**

Francisco Célio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE 14.153-D  
Responsável Técnico



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO COBRA.

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO**

**4.1.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação**

Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C )	:	PVC	:	140
Velocidade ( V )	-----		:	0,65 m/s
Perda de Carga Distribuída ( j )	:	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	:	0,001020 m/m
Perda de Carga por Comprimento ( J )	:	$j_L \times L$	:	0,33 m

**4.1.2. Perdas de Carga Localizada**

Aceleração da gravidade ( g )	:	9,81 m/s <sup>2</sup>
-------------------------------	---	-----------------------

**RECALQUE**

PEÇA	Q <sup>tde</sup>	K <sub>UNIT.</sub>	K <sub>TOTAL</sub>
Ampliação Gradual	01	0,30	0,30
Curva de 90°	02	0,40	0,80
Tê de Passagem direta	03	0,60	1,80
Valvula de Retenção	01	2,50	2,50
Registro de Gaveta Aberta	01	0,20	0,20
Coefficiente K de Recalque			5,60
Perda de Carga no Recalque ( h <sub>r</sub> )		$K_r \times ( V^2 / 2g )$	0,12 m

**4.1.3. Perda de Carga Total**

Perda de Carga Total ( H <sub>J</sub> )	:	J + h <sub>r</sub>	:	0,45 m
---	---	--------------------	---	--------

**4.2. Cálculo da Altura Manométrica**

Perda de Carga Total ( H <sub>j</sub> )	-----	:	0,45 m	
Desnível Geométrico ( H <sub>g</sub> )	-----	:	34,16 m	
Altura Manométrica ( H <sub>man</sub> )	:	( H <sub>g</sub> + H <sub>j</sub> )	:	34,61 mca

**4.3. Dimensionamento da(s) bomba(s)**

Segundo José Maria de Azevedo Netto, na prática, deve-se admitir motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendáveis:

	Fator de Serviço (FS)
Para as bombas até 2 CV	50,00 %
Para as bombas de 2 a 5 CV	30,00 %
Para as bombas de 5 a 10 CV	20,00 %
Para as bombas de 10 a 20 CV	15,00 %
Para as bombas de mais de 20 CV	10,00 %

Francisco Célio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE 14.153-D  
Responsável Técnico



## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO COBRA.

### DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes potências:  
CV: 1/4; 1/3; 1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2; 3; 5; 6; 7 1/2; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125;  
150; 200 e 250

Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos especificados acima.

#### 4.3.1. Quadro Geral

Número de Bombas Previstas ( N ) -----	:	2,00	
Número de Bombas Operando Simultaneamente ( n ) -----	:	1,00	
Rendimento do Conjunto Elevatório ( h ) -----	:	52,00	%
Vazão da Bomba ( Q ) -----	:	2,85	L/s
Peso específico da água ( g ) -----	:	1,00	Kgf/L
Pressão atmosférica ( p <sub>a</sub> ) -----	:	10,33	N/m <sup>2</sup>
Pressão de vapor a 30°C ( p <sub>v</sub> ) -----	:	0,433	N/m <sup>2</sup>
Fator de Serviço ( FS ) -----	:	1,30	
Potência da Bomba ( P <sub>o</sub> ) -----	:	3,29	CV
$: \frac{FS \times g \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times h}$			
Cota do Eixo da Bomba ( C <sub>EB</sub> ) -----	:	305,86	m
Cota de Sucção ( C <sub>S</sub> ) -----	:	305,86	m
Perda de Carga Localizada ( h <sub>f</sub> ) -----	:	0,12	m
NPSH disponível ( NPSH <sub>d</sub> ) -----	:	9,78	m
$: ( C_{EB} - C_S ) - h_f + ( p_a - p_v ) / g$			

#### 4.3.2. Quadro-Resumo das características das bombas


Potência Adotada ( P ) -----	:	3,50	CV
Vazão da Bomba ( Q ) -----	:	10,27	m <sup>3</sup> /h
Altura Manométrica ( H <sub>man</sub> ) -----	:	34,61	mca

  
Francisco Célio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA-CE: 14.153-D  
Responsável Técnico





### 53. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ADUÇÃO

  
Francisco Celio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA - CE: 14.153-D  
Responsável Técnico







PREFEITURA MUNICIPAL DE AURORA / CE  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO COBRA.

CÁLCULO DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS

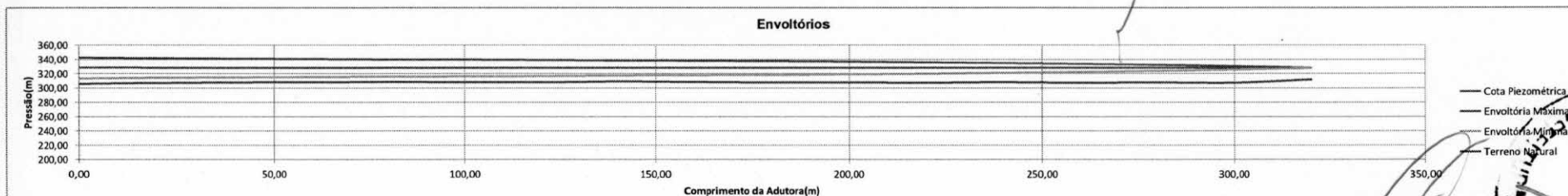
Parâmetros Constantes			
Cota Máxima =	311,77 m	Hman =	22,56 m
Altura do Reservatório =	16,20 m	Velocidade ( V ) =	0,65 m/s
Diâmetro da Tubulação =	0,0750 m	Celeridade ( C ) =	498,4678 m/s
Espessura da Tubulação =	0,0039 m	Coefficiente de Mendiluce ( K ) =	2
Gravidade =	9,81 m/s²	Tempo de Parada do Escoamento (Δt) =	2,870501 s
Coefficiente do Material (K) =	18	Comprimento de Constância (Lc) =	715,4262 m
Comprimento da Adutora =	320,62 m		

Formulas Utilizadas			
Celeridade ( C ):	$C = \frac{990}{\sqrt{48,3 + K + D/E}}$	Varição de Pressão (ΔH):	$\Delta H = \frac{C \cdot V}{g}$
Tempo de Parada do Escoamento (Δt):	$\Delta t = 1 + \frac{K \cdot L \cdot V}{g + H_{man}}$		$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot \Delta t}$
Comprimento de Constância (Lc):	$L_c = C \cdot \Delta t / 2$	ALLIEVI	MICHAUD
OBS: Para efeito de cálculo da tubulação da adutora, não foi considerado o nível dinâmico do POÇO.			

Estacas	Distância	Cotas do Terreno	Desnível Geométrico		Distância Acumulada	Comprimento Restante ( L )	Variação de Pressão (ΔH)	Sobrepessão		Depressão	Perda de Carga	Cota Piezométrica	Evolatório Máximo	Evolatório Mínimo	Verificações	
			Hg	HgTotal				Hpmax	Hpmin						Verificação da Pressão Mínima	Diâmetros e Classe de pressão
0	0	305,860	5,910	22,11	0,00	320,62	14,65	36,76	7,46	0,33	328,30	342,62	313,32	OK	Ø75 - CL12	
1	20	306,950	4,820	21,02	20,00	300,62	13,86	34,88	7,16	0,31	328,28	341,83	314,11	OK	Ø75 - CL12	
2	20	307,740	4,030	20,23	40,00	280,62	13,19	33,42	7,04	0,29	328,26	341,16	314,78	OK	Ø75 - CL12	
3	20	308,010	3,760	19,96	60,00	260,62	12,72	32,68	7,24	0,27	328,24	340,69	315,25	OK	Ø75 - CL12	
4	20	308,350	3,420	19,62	80,00	240,62	12,21	31,83	7,41	0,25	328,22	340,18	315,76	OK	Ø75 - CL12	
5	20	307,950	3,820	20,02	100,00	220,62	11,93	31,95	8,09	0,22	328,19	339,90	316,04	OK	Ø75 - CL12	
6	20	307,930	3,840	20,04	120,00	200,62	11,46	31,50	8,58	0,20	328,17	339,43	316,51	OK	Ø75 - CL12	
7	20	308,920	2,850	19,05	140,00	180,62	10,63	29,68	8,42	0,18	328,15	338,60	317,34	OK	Ø75 - CL12	
8	20	308,140	3,630	19,83	160,00	160,62	10,27	30,10	9,56	0,16	328,13	338,24	317,70	OK	Ø75 - CL12	
9	20	307,440	4,330	20,53	180,00	140,62	9,76	30,29	10,77	0,14	328,11	337,73	318,21	OK	Ø75 - CL12	
10	20	307,420	4,350	20,55	200,00	120,62	8,98	29,53	11,57	0,12	328,09	336,95	318,99	OK	Ø75 - CL12	
11	20	307,330	4,440	20,64	220,00	100,62	8,08	28,72	12,56	0,10	328,07	336,05	319,89	OK	Ø75 - CL12	
12	20	307,810	3,960	20,16	240,00	80,62	6,96	27,12	13,20	0,08	328,05	334,93	321,01	OK	Ø75 - CL12	
13	20	307,110	4,660	20,86	260,00	60,62	5,78	26,64	15,08	0,06	328,03	333,75	322,19	OK	Ø75 - CL12	
14	20	307,570	4,200	20,40	280,00	40,62	4,24	24,64	16,16	0,04	328,01	332,21	323,73	OK	Ø75 - CL12	
15	20	307,080	4,690	20,89	300,00	20,62	2,40	23,29	18,49	0,02	327,99	330,37	325,57	OK	Ø75 - CL12	
16	20	311,700	0,070	16,27	320,00	0,62	0,08	16,35	16,19	0,00	327,97	328,05	327,89	OK	Ø75 - CL12	
16+0,62	0,62	311,760	0,010	16,21	320,62	0,00	0,00	16,21	16,21	0,00	327,97	327,97	327,97	OK	Ø75 - CL12	

		EST. INICIAL	EST. FINAL
Tubo:	PVC PBA DN 75 - CL12	0	16+0,62
Tubo:	PVC PBA DN 75 - CL15	-	-
Tubo:	PVC PBA DN 75 - CL20	-	-
<b>Total</b>		<b>320,62 m</b>	

*[Handwritten signature]*



Francisco Célio de A. A. Lima  
Eng. Civil OREA-CE 14.153-D  
Responsável Técnico

COMISSÃO DE LICITAÇÃO  
205  
MUNICÍPIO DE AURORA

PREFEITURA MUNICIPAL DE AURORA / CE  
 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO COBRA.

CÁLCULO DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS

Parâmetros Constantes			
Cota Máxima =	311,77	m	H <sub>man</sub> = 22,56 m
Altura do Reservatório =	16,20	m	Velocidade (V) = 0,65 m/s
Diâmetro da Tubulação =	0,0750	m	Celeridade (C) = 498,4678 m/s
Espessura da Tubulação =	0,0039	m	Coefficiente de Mendiluce (K) = 2
Gravidade =	9,81	m/s <sup>2</sup>	Tempo de Parada do Escoamento (Δt) = 2,870501 s
Coefficiente do Material (K) =	18		Comprimento de Constância (L <sub>c</sub> ) = 715,4262 m
Comprimento da Adutora =	320,62	m	

Formulas Utilizadas			
Celeridade (C):	$C = \frac{990}{\sqrt{48,3 + K + D/E}}$	Varição de Pressão (ΔH):	
Tempo de Parada do Escoamento (Δt):	$\Delta t = 1 + \frac{K \cdot L \cdot V}{g + H_{man}}$	$\Delta H = \frac{C \cdot V}{g}$	$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot \Delta t}$
Comprimento de Constância (L <sub>c</sub> ):	$L_c = C \cdot \Delta t / 2$	ALLIEVI	MICHAUD
OBS: Para efeito de cálculo da tubulação da adutora, não foi considerado o nível dinâmico do POÇO.			

Estacas	Distância	Cotas do Terreno	Desnível Geométrico		Distância Acumulada	Comprimento Restante (L)	Variação de Pressão (ΔH)	Sobrepessão	Depressão	Perda de Carga	Cota Piezométrica	Evolatório Máximo	Evolatório Mínimo	Verificações	
			Hg	HgTotal				H <sub>pmax</sub>	H <sub>pmin</sub>					Verificação da Pressão Mínima	Diâmetros e Classe de pressão

*[Handwritten signature]*  
 Francisco Bello de A. A. Lima  
 Eng. Civil - CREA-CE: 14.153-D  
 Responsável Técnico





#### 54. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO

  
Francisco Celso de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA: 14.168-D  
Responsável Técnico







PREFEITURA MUNICIPAL DE AURORA / CE  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA LOCALIDADE DE SÍTIO COBRA.



**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO**

**1. Dados Iniciais**

**1.1. População Atual**

População Atual ( P<sub>0</sub> ) : 

760	hab
-----	-----

**1.2. População de Projeto (20 anos)**

População em 20 anos ( P<sub>20</sub> ) : 

1129	hab
------	-----

**1.3. Dados Adicionais**

Coef. dia de maior consumo ( k<sub>1</sub> ) : 

1,2	
-----	--

  
Consumo per capita ( q ) : 

120	L/hab.dia
-----	-----------

**2. Dimensionamento do Volume de Reservação**

**2.1. Reservação Necessária**

Volume Exigido Atualmente : ( V<sub>0</sub> ) :  $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_0 \times q}{1000}$  : 

36,48	m <sup>3</sup>
-------	----------------

  
Volume Exigido em 20 anos : ( V<sub>20</sub> ) :  $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{20} \times q}{1000}$  : 

54,21	m <sup>3</sup>
-------	----------------

**2.2. Dimensionamento do Reservatório Elevado (REL-01)**

Volume Mínimo ( V<sub>REL-MÍN</sub> ) : ( I ) V<sub>REL-MÍN</sub> > 3/5 x V<sub>20</sub> : 

32,52	m <sup>3</sup>
-------	----------------

  
Volume Maximo ( V<sub>REL-Max</sub> ) : ( II ) V<sub>REL-Max</sub> < 90% x V<sub>20</sub> : 

48,79	m <sup>3</sup>
-------	----------------

  
Volume Comercial Adotado ( V ) : 

40,00	m <sup>3</sup>
-------	----------------

  
Diâmetro do Anel ( D ) : 

3,00	m
------	---

  
Altura da Lâmina D'água ( h<sub>0</sub> ) :  $\frac{V}{(Pi \times D^2/4)}$  : 

5,66	m
------	---

  
Cota do Terreno de Reservação : C<sub>R</sub> : 

311,77	m
--------	---

  
Fuster da Caixa D'água : F : 

10,00	m
-------	---

  
Nível máximo de água ( N<sub>MÁX.</sub> ) : 

6,00	m
------	---

  
Nível mínimo de água ( N<sub>MÍN.</sub> ) : 

0,20	m
------	---

  
Folga de Nível Interna ( f ) : 

0,34	m
------	---

  
Tampa ( t ) : 

0,10	m
------	---

  
Cota do Nível Máximo ( CN<sub>MÁX.</sub> ) : C<sub>r</sub> + F + N<sub>max</sub> : 

327,77	m
--------	---

  
Cota do Nível Mínimo ( CN<sub>MÍN.</sub> ) : C<sub>r</sub> + F + N<sub>min</sub> : 

321,97	m
--------	---

  
Altura do Reservatorio ( Hr ) : F + N<sub>max</sub> + 2 x t : 

16,20	m
-------	---

Francisco Celio de A. A. Lima  
Eng. Civil - CREA/CE - 14.153-D  
Responsavel Técnico