



ANTONIEL ROLIM DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA TRATADA DO MUNICÍPIO DE
CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB**

ANTONIEL ROLIM DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA TRATADA DO MUNICÍPIO DE
CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Bruno de Medeiros Souza

Cajazeiras
2019

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catálogo na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593

O48p

Oliveira, Antoniel Rolim de

Proposta de otimização do sistema de abastecimento de água tratada do município de Cachoeira dos Índios - PB / Antoniel Rolim de Oliveira; orientador Bruno Medeiros de Souza.- Cajazeiras, 2019.-
67 f.: il.

Orientador: Bruno Medeiros de Souza.

TCC (Bacharelado em Eng. Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2019.

1. Abastecimento de água 2. Cagepa 3. Cachoeira dos Índios I.
Título

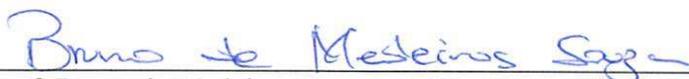
628.1 (0.067)

ANTONIEL ROLIM DE OLIVEIRA

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA TRATADA DO MUNICÍPIO DE
CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
como parte dos requisitos para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Bruno de Medeiros Souza – IFPB-Campus Cajazeiras
Orientador



Prof.^a Katharine Taveira de Brito Medeiros – IFPB-Campus Cajazeiras
Examinador 1



Prof. Cícero de Souza Nogueira Neto – IFPB-Campus Cajazeiras
Examinador 2

Cajazeiras, 28 de Maio de 2019

“Feliz é o homem que persevera na provação,
porque depois de aprovado receberá a coroa da
vida, que Deus prometeu aos que o amam”
(Tiago 1:12)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para seguir sempre em frente e nunca desistir.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia da Paraíba – Campus Cajazeiras que possibilitou o desenvolvimento do meu conhecimento.

A todos os Professores do Curso de Engenharia Civil, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

Agradeço aos meus pais pelo apoio e incentivo em todas as horas.

Aos amigos e colegas, pelos ensinamentos e pela amizade.

E todos que de alguma forma participaram e incentivaram a conclusão de mais esta etapa em minha vida.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

O presente trabalho consiste na análise do sistema de abastecimento de água do município de Cachoeira dos Índios – PB. Tem como objetivo principal avaliar o funcionamento do sistema, visando a proposição de soluções para as falhas detectadas no fornecimento de água tratada desta cidade. Com o levantamento dos dados necessários, obtidos através do setor de planejamento da prefeitura do município, de consultas na sede da CAGEPA e de levantamentos em campo, apresenta-se um diagnóstico atual da estrutura de provimento de água, identificando os problemas que o tornam menos eficiente. Diante das informações obtidas, observa-se a necessidade de um novo dimensionamento de componentes deste sistema em especial a rede de distribuição de água tratada, pois a cidade possui características de relevo propícias a uma distribuição realizada totalmente por gravidade, não necessitando a utilização de qualquer tipo de mecanismo elétrico na pressurização da rede.

Palavras-Chave: Abastecimento de água; Crescimento; eficiência; Dimensionamento.

ABSTRACT

The present work consists of the analysis of the water supply system of the municipality of Cachoeira dos Índios – PB. Its main objective is to evaluate the functioning of the system, aiming at proposing solutions to the detected faults in the treated water supply of this city. With the collection of the necessary data, obtained through the planning department of the municipality, consultation at the headquarters of CAGEPA and surveys in the field, presents a current diagnosis of the structure of water supply, identifying the issues that make it less efficient. Considering the information obtained, it is observed the need for a new dimensioning of components of this system, especially the treated water distribution network, because the city has characteristics of relief conducive to a distribution realized totally by gravity, not requiring the use of any type of electric mechanism in the pressurizing of the network.

Keywords: Water supply; Growth; efficiency; Sizing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Sistema de abastecimento de água..... | 14 |
| Figura 2 - Localização de Cachoeira dos Índios no Estado da Paraíba..... | 18 |
| Figura 3 - Disposição dos mananciais..... | 20 |
| Figura 4 - Açude Cachoeira da Vaca, Cachoeira dos Índios – PB..... | 21 |
| Figura 5 - Açude Riacho do Meio, Cachoeira dos Índios – PB..... | 21 |
| Figura 6 - Açude São Joaquim, Cachoeira dos Índios – PB..... | 22 |
| Figura 7 - Adutora atual açude Cachoeira da Vaca..... | 23 |
| Figura 8 - Adutora atual açude Riacho do Meio..... | 23 |
| Figura 9 - Adutora atual açude São Joaquim..... | 24 |
| Figura 10 - Tabela de velocidades e vazões máximas nas redes de distribuição da água em função do diâmetro..... | 33 |
| Figura 11 - Traçado de acesso ao açude Riacho do Meio até a cede da CAGEPA no município..... | 36 |
| Figura 12 - Traçado de acesso ao açude Cachoeira da Vaca até a cede da CAGEPA no município..... | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - População de Cachoeira dos Índios - PB..... | 18 |
| Tabela 2 - Peças do sistema de sucção e seus coeficientes K, açude Riacho do Meio. | 37 |
| Tabela 3 - Peças do sistema de recalque e seus coeficientes K, açude Riacho do Meio..... | 37 |
| Tabela 4 - Peças do sistema de sucção e seus coeficientes K, açude Cachoeira da Vaca. | 38 |
| Tabela 5 - Peças do sistema de recalque e seus coeficientes K, açude Cachoeira da Vaca. | 39 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - População Cachoeira dos Índios - PB | 19 |
| Gráfico 2 - População urbana de Cachoeira dos Índios – PB..... | 19 |
| Gráfico 3 - Estimativa da população urbana de Cachoeira dos Índios – PB, para os anos de 1970 à 2010. | 27 |
| Gráfico 4 - Estimativa da população urbana de Cachoeira dos Índios – PB, para o ano 2015. | 28 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 2. JUSTIFICATIVA | 11 |
| 3 OBJETIVOS..... | 12 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL..... | 12 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 12 |
| 4 METODOLOGIA | 13 |
| 5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 14 |
| 5.1 SISTEMAS DE ABASTECIMENTOS DE ÁGUA (SAA)..... | 14 |
| 5.2 IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA | 15 |
| 5.3 NORMAS REGULAMENTADORAS | 15 |
| 5.4 ESTUDO POPULACIONAL..... | 15 |
| 6 ÁREA DE ESTUDO | 17 |
| 6.1 LOCALIZAÇÃO..... | 17 |
| 6.2 POPULAÇÃO | 18 |
| 7 DIAGNÓSTICO ATUAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE CACHOEIRA DOS ÍNDIOS – PB. | 20 |
| 7.1 MANANCIAS | 20 |
| 7.2 CAPTAÇÃO | 22 |
| 7.3 ADUÇÃO..... | 22 |
| 7.4 TRATAMENTO | 24 |
| 7.5 RESERVAÇÃO | 25 |
| 7.6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO | 25 |
| 7.7 MEDIÇÕES..... | 25 |
| 7.8 PROBLEMÁTICA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 7.9 PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO | 26 |
| 8 DIMENSIONAMENTO DE UM NOVO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, PARA A CIDADE DE CACHOEIRA DOS ÍNDIOS – PB. | 34 |
| 9 ANÁLISE DOS RESULTADOS | 42 |
| 10 CONCLUSÃO | 43 |
| 11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 44 |
| ANEXO A – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO | 46 |
| APÊNDICE A – ORÇAMENTO ADUTORA CACHOEIRA DA VACA..... | 54 |
| APÊNDICE B – ORÇAMENTO ADUTORA RIACHO DO MEIO | 56 |
| APÊNDICE C – ORÇAMENTO REDE DE ABASTECIMENTO (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS – PB) | 58 |
| APÊNDICE D – PLANTA BAIXA, TRAÇADO DA REDE DE ABASTECIMENTO (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS – PB)..... | 62 |

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de abastecimento de água estão relacionados ao fornecimento de água em quantidade e qualidade necessárias para o bem-estar da sociedade. Sem a distribuição adequada de água, as populações apresentariam problemas de saúde e de ordem econômica (atração de indústrias), uma vez que a água é um bem natural, indispensável a sobrevivência do homem e do meio ambiente.

Uma estrutura de provimento de água inadequado ou inexistente, causa grandes impactos na qualidade de vida das pessoas. As doenças de veiculação hídricas se tornam mais presentes, e os vetores que transmitem certas doenças, como a dengue, podem se desenvolver com maior facilidade.

O agrupamento de serviços voltados a distribuição adequada de água potável para uma região, com a finalidade de consumo seja ele doméstico, público e industrial, é definido como um sistema de abastecimento de água (SAA). Este agrupamento é composto de forma geral por captação, tratamento, estação elevatória, reservatórios e rede de distribuição.

Segundo Silva (2008), a implantação do serviço de abastecimento de água em uma comunidade, qualquer que seja sua localização, dimensão ou importância, requer a realização de estudos prévios e a elaboração de projetos com o objetivo de atender as flexibilidades e permita o acompanhamento do crescimento populacional e a expansão econômica e territorial da população.

Para o dimensionamento de cada componente de um conjunto de fornecimento de água, são considerados os custos de investimento e de operação do sistema. Esses fatores tem um papel importante, principalmente nos modelos onde a água é conduzida ao longo das tubulações, mais precisamente nas redes de distribuição pressurizadas (GOMES, 2009).

Nas redes de abastecimento de água tratada, podemos destacar um subtipo de perda, classificado como física, que refere-se a perdas de cargas excessivas, diâmetros de tubulações inadequados, vazamentos constantes, desabastecimento de pontos da rede, esses caracterizam a parcela de água que não chega ao consumidor devido ao mal funcionamento do sistema (EOS).

O presente estudo desenvolve uma análise da estrutura atual de abastecimento de água na cidade de Cachoeira dos Índios – PB, tendo como objetivo propor intervenções para otimizar o funcionamento deste conjunto.

2. JUSTIFICATIVA

O sistema de abastecimento de água do município de Cachoeira dos Índios – PB foi implantado no ano de 1985, desde então é operado pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba). Tendo em vista o período de operação deste conjunto de fornecimento de água, será estudado o seu funcionamento com relação ao crescimento populacional da cidade, e se necessário a proposição de um novo dimensionamento da rede e de outros componentes do sistema. Serão utilizados dados coletados na sede da CAGEPA local no município, e conseqüentemente serão apresentadas propostas de otimização desta estrutura de abastecimento de água.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o funcionamento do sistema de abastecimento de água no município de Cachoeira dos Índios – PB, visando a proposição de soluções para as falhas detectadas neste sistema.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o sistema de abastecimento de água de Cachoeira dos Índios – PB, em termos: cota per capita, vazão de distribuição, horas em operação e situação atual das unidades do sistema (captação, ETA, reservatórios e rede);

- Identificar as causas responsáveis pelas possíveis falhas de eficiência no sistema de abastecimento de água;

- Propor se necessário, o dimensionamento de um novo sistema de abastecimento de água, visando torná-lo mais eficiente.

4 METODOLOGIA

Na elaboração deste trabalho, realizou-se o levantamento dos dados necessários: comprimento das ruas, cotas do terreno, estes obtidos em uma planta baixa da cidade na plataforma AutoCAD fornecida pelo setor de planejamento da prefeitura do município. Número de ligações, dados dos equipamentos instalados e falhas existentes, foram obtidos através de levantamentos em campo e consultas na sede da CAGEPA local no município Cachoeira dos Índios – PB.

De posse destas informações podemos apresentar um diagnóstico atual do sistema de abastecimento de água da cidade, identificando os problemas que tornam este conjunto menos eficiente ao longo de 34 anos. Utilizando de um embasamento teórico através da NBR 12218/1994, realizou-se um novo dimensionamento da estrutura de fornecimento de água utilizando o sistema Aritmético para estimar a população de projeto e o método do seccionamento fictício para concepção da nova rede de distribuição, com a finalidade de torna o suprimento de água tratada mais eficiente.

Por fim elaborou-se um orçamento básico das estruturas de aduções e rede de abastecimento, com o propósito de estipular os gastos com a implantação do novo sistema.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 SISTEMAS DE ABASTECIMENTOS DE ÁGUA (SAA).

O Manual de Saneamento da Funasa (2015), define o Sistema de Abastecimento Público de Água como o conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a uma população, em quantidade e qualidade compatíveis com suas necessidades.

Segundo TSUTIYA (2008), a concepção das estruturas de distribuição de água é variável, em função do porte da cidade, topografia, sua posição em relação aos mananciais e etc.

Os sistemas convencionais de abastecimento de água são constituídos das seguintes partes:

- Manancial;
- Captação;
- Adutora;
- Estação de tratamento de água;
- Estação elevatória;
- Reservatório;
- Rede de distribuição.

Figura 1 - Sistema de abastecimento de água.



FONTE: Tsutiya, 2006.

5.2 Importância do Sistema de Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água, é um dos pilares do saneamento básico, consiste na captação da água da natureza, tratamento adequado, para garantia da sua qualidade e fornecimento em quantidade adequada às necessidades da população (TSUTIYA, 2006).

A água, quando bem tratada e distribuída, traz diversos benefícios à saúde pública, uma vez que é indispensável no preparo de alimentos, na hidratação e possibilita a higienização das pessoas e ambientes.

5.3 Normas Regulamentadoras

As principais normas da ABNT aplicáveis aos projetos de redes de abastecimento de água são:

NBR 12.211: Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, publicada em 1992;

NBR 12.214: Projeto de Sistema de Bombeamento de Água para Abastecimento Público, publicada em 1992;

NBR 12.215 - 1: Projeto de Adutora de Água, publicada em 2017;

NBR 12.216: Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público, publicada em 1992;

NBR 12.217: Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público, publicada em 1994;

NBR 12.218: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público, publicada em 1994.

5.4 Estudo populacional

Para projetar um sistema de abastecimento de água é necessário o conhecimento da população que será abastecida em um período de tempo futuro. A previsão da população futura é realizada através de métodos matemáticos que simulam o crescimento da população para um período de tempo especificado.

Segundo HELLER & PÁDUA (2006), antes da realização do cálculo da população deve se estabelecer o período de projeto em que o sistema funcionará com utilização plena de sua capacidade, sem deficiências ou sobrecarga na distribuição comprometendo a qualidade e quantidade de sua distribuição.

Tsutiya (2006), destaca os três métodos matemáticos mais utilizados nas projeções populacionais, por terem a previsão da população futura estabelecida através de uma equação matemática, cujos parâmetros são obtidos a partir de dados conhecidos: método aritmético, método geométrico e método logístico.

Fórmula da projeção aritmética:

$$P = P_0 + K_a \cdot (t - t_0) \quad (1)$$

Onde:

$$K_a = (P_2 - P_0) / (t_2 - t_0) \quad (2)$$

P_2 e P_0 : população final e inicial conhecidas;

P: população de projeto;

t_2 e t_0 : ano final e inicial conhecidos;

t: ano de final de projeto.

Fórmula da projeção geométrica:

$$P = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t - t_0)} \quad (3)$$

Onde:

$$K_g = (\ln P_2 - \ln P_1) / (t_2 - t_1) \quad (4)$$

P_2 , P_0 e P_1 : população final, inicial e intermediária conhecidas;

P: população de projeto;

t_2 , t_0 e t_1 : ano final e inicial e intermediário conhecidos;

t: ano de final de projeto.

Fórmula da projeção logística:

$$P = \frac{P_s}{1 + C \cdot e^{k(t-t_0)}} \quad (5)$$

Onde:

$$P_s = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2} \quad (6)$$

$$C = \frac{Ps - P_0}{P_0} \quad (7)$$

$$K = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[\frac{P_0(Ps - P_1)}{P_1(Ps - P_0)} \right] \quad (8)$$

Parâmetros de uso da fórmula de projeção logística:

$$P_0 < P_1 < P_2 ; t_1 - t_0 = t_2 - t_1 ; P_0 \cdot P_2 < P_1^2$$

P_2, P_0 e P_1 : população final, inicial e intermediária conhecidas;

P: população de projeto;

t_2, t_0 e t_1 : ano final e inicial e intermediário conhecidos;

t: ano de final de projeto.

6 ÁREA DE ESTUDO

O Distrito de Cachoeira dos Índios foi criado pelo Decreto Estadual nº 29 de 22/11/1939, integrante do Município de Cajazeiras. Em 26 de dezembro de 1961, Cachoeira dos Índios é elevado à categoria de município pela Lei Estadual nº 2.688, sendo instalado em 30 de dezembro de 1961 (CPRM/PRODEEM, 2005).

6.1 Localização

O município de Cachoeira dos Índios, localiza-se na Região Nordeste do Brasil, mais precisamente no extremo oeste do estado da Paraíba, na mesorregião do Setão Paraibano e Microrregião de Cajazeiras, limitando-se a Leste com Cajazeiras-PB, a Oeste com Aurora-CE, a Norte com Ipaumirim-CE, a Nordeste com Bom Jesus-PB e a Sul com Barro-CE e distante 493km da capital do estado João Pessoa.

Figura 2 - Localização de Cachoeira dos Índios no Estado da Paraíba.



FONTE: Elaborado pela CMT Engenharia Ltda., com base em dados cartográficos da AESA e IBGE, 2011.

6.2 População

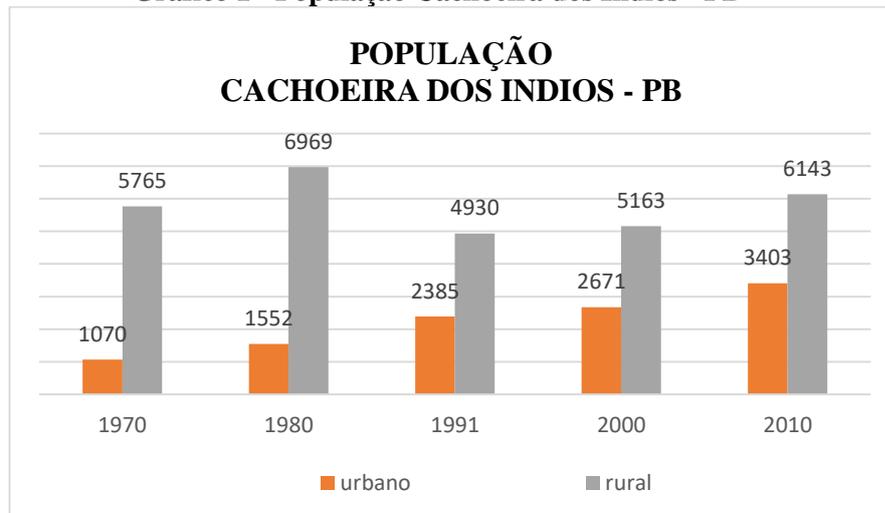
O município paraibano de Cachoeira dos Índios possui uma área de 173 Km², com uma população de 9546 habitantes (IBGE, 2010). Do total dessa população, 3403 habitantes residem na zona urbana e 6143 vivem na zona rural.

Tabela 1 - População de Cachoeira dos Índios - PB

| POPULAÇÃO - CACHOEIRA DOS ÍNDIOS (PB) | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| SITUAÇÃO DA POPULAÇÃO | ANO | | | | |
| | 1970 | 1980 | 1991 | 2000 | 2010 |
| URBANA | 1070 | 1552 | 2385 | 2671 | 3403 |
| RURAL | 5765 | 6969 | 4930 | 5163 | 6143 |
| TOTAL | 6835 | 8521 | 7315 | 7834 | 9546 |

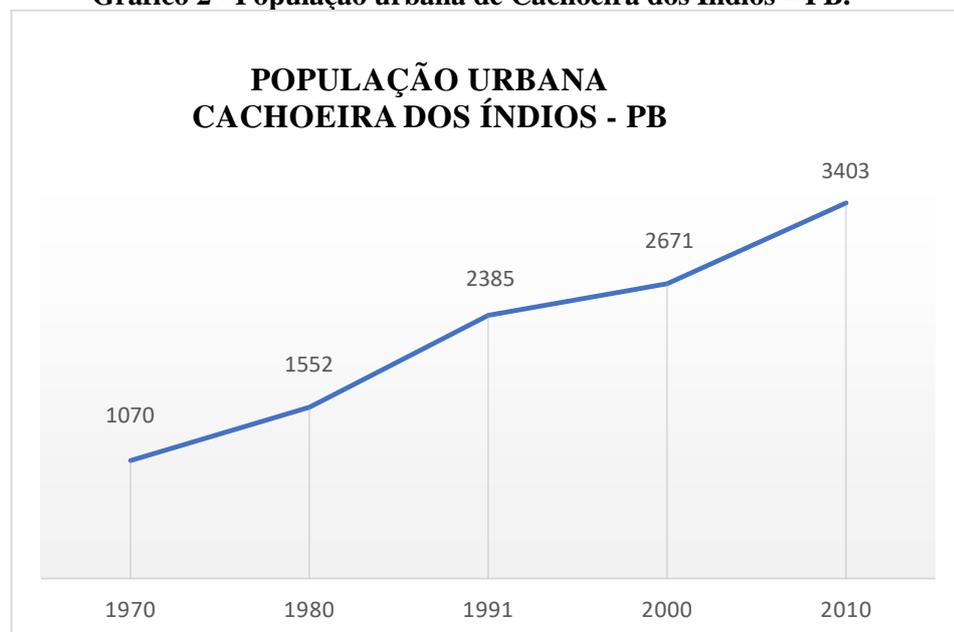
FONTE: IBGE, 2010.

De acordo com o ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL (2013), entre os anos de 2000 e 2010, a população de Cachoeira dos Índios teve uma taxa média de crescimento anual de 0,21%. Na década anterior, de 1991 a 2000, a taxa média de crescimento anual foi de 0,68%. Nas últimas duas décadas, a taxa de urbanização cresceu 31,37% .

Gráfico 1 - População Cachoeira dos Índios - PB

FONTE: Autoria própria, 2019.

De acordo com dados retirados no site do IBGE, identificamos que a população urbana da cidade de Cachoeira dos Índios –PB, sempre manteve-se em crescimento com o passar dos anos.

Gráfico 2 - População urbana de Cachoeira dos Índios – PB.

FONTE: Autoria própria, 2019.

7 DIAGNÓSTICO ATUAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE CACHOEIRA DOS ÍNDIOS – PB.

7.1 MANANCIAIS

O sistema em estudo é servido de três mananciais de superfícies, todos responsáveis pelo abastecimento da sede do município.

Figura 3 - Disposição dos mananciais.



FONTE: Autoria própria, 2019.

- Açude Cachoeira da Vaca, localizado a uma distância aproximada de 3,5 km da sede do município, tem uma capacidade de reserva de aproximadamente 339.000 m³ (fonte AESA). O acesso é por meio de estrada vicinal. Este foi o primeiro manancial de captação de água para abastecimento da cidade, iniciando a operação no ano de 1985, data de implantação do sistema de abastecimento de água da cidade de Cachoeira dos Índios.

Figura 4 - Açude Cachoeira da Vaca, Cachoeira dos Índios – PB.



FONTE: Autoria própria, 2019.

- Açude Riacho do Meio, localizado a uma distância aproximada de 4 km da sede do município, tem capacidade de reserva de aproximadamente 1.000.000 m³ (fonte sede da CAGEPA local). O acesso é por meio de estrada vicinal. Começou a ser utilizado para captação no ano de 2003.

Figura 5 - Açude Riacho do Meio, Cachoeira dos Índios – PB.



FONTE: Autoria própria, 2019.

- Açude São Joaquim, localizado a uma distância aproximada de 13 km da sede do município, tem uma capacidade de reserva de aproximadamente 5.000.000 m³ (fonte sede da CAGEPA local). O acesso é por meio de estrada vicinal. Este último entrou no sistema de abastecimento da cidade no ano de 2010, hoje sendo o principal manancial de captação de água do município.

Figura 6 - Açude São Joaquim, Cachoeira dos Índios – PB.



FONTE: Autoria própria, 2019.

7.2 CAPTAÇÃO

Os sistemas de captação de água dos açudes Cachoeira da Vaca e Riacho do Meio são formados por um conjunto motor-bomba em uma plataforma flutuante. Da plataforma segue uma tubulação de PVC flexível apoiado por flutuadores, que se conecta a uma tubulação de ferro fundido com mesmo diâmetro (100 mm), está conectado a uma caixa de inspeção em concreto, e possui uma válvula de retenção seguido de um registro de gaveta, localizada na parede da barragem.

O açude São Joaquim, apresenta um sistema de captação por gravidade, formado por um sifão com diâmetro 250 mm.

A captação de água para abastecimento do município é realizada um manancial por vez, assim garantindo o fornecimento de água da cidade em tempos de seca e sempre iniciando com o de menor capacidade de reserva para o maior, e o tempo em operação é de 24 hrs/dia, informações retiradas da sede da CAGEPA local no município.

7.3 ADUÇÃO

A adutora do açude Cachoeira da Vaca, apresenta diâmetro de 100 mm em ferro fundido e instalada no ano de 1985, estendendo-se em linha reta cruzando várias propriedades particulares até chegar na ETA.

Figura 7 - Adutora atual açude Cachoeira da Vaca.



FONTE: Autoria própria, 2019.

A adutora do açude Riacho do Meio, apresenta diâmetro de 100 mm em PVC (DeFoFo) e instalada no ano de 2003, Está se estende linearmente atravessando várias propriedades particulares até chegar na ETA.

Figura 8 - Adutora atual do açude Riacho do Meio.



FONTE: Autoria própria, 2019.

Por estas se estenderem por propriedades particulares, acaba se tornando um fator de complicação, pois sempre que o operador do sistema necessita realizar alguma manutenção na adução, necessita de autorização dos proprietários das terras.

A adução do açude São Joaquim é em PVC (DeFoFo), iniciando com diâmetro de 250 mm e nas proximidades do sítio Redondo há uma redução para 200 mm até chegar a ETA. Esta foi instalada no ano de 2010 e percorre toda a estrada de acesso ao manancial.

Figura 9 - Adutora atual açude São Joaquim.



FONTE: Autoria própria, 2019.

7.4 TRATAMENTO

É realizado em uma estação de tratamento de água convencional que passou por uma reestruturação no ano de 2015, onde é possível identificar as etapas básicas de uma ETA:

1. **Coagulação:** quando a água na sua forma natural (bruta) chega na ETA, ela recebe em um ponto de mistura rápido, uma dosagem de sulfato de alumínio (700 ml/mim), produto químico que têm o poder de formar espécies hidrolisadas que na etapa posterior do tratamento irão atuar na aglomeração de partículas.

2. **Floculado Alabama:** trata-se do conjunto de 28 tanques cilíndricos, por onde a água se movimenta e as partículas sólidas se aglutinam em flocos maiores.

3. **Decantação:** os flocos formados anteriormente sedimentam, pela força da gravidade, no fundo de tanques chamados decantadores. O sistema de abastecimento da cidade de Cachoeira dos Índios é servido de um decantador.

4. **Filtração:** a água ainda contém impurezas que não foram completamente sedimentadas no processo de decantação. Neste processo a água passa por filtros formados por carvão mineral, areia e pedras de diversos tamanhos. Nesta etapa, as impurezas de tamanho pequeno ficam retidas em quatro filtros com movimento ascendente dos fluídos.

5. **Desinfecção:** embora já esteja livre de partículas solidas, após passar pelo sistema de filtragem, nesta etapa a água recebe o cloro para eliminar microrganismos nocivos à saúde e garantir a qualidade da água na rede de distribuição.

A ETA de Cachoeira dos Índios, tem uma capacidade de tratamento de 18 L/s.

7.5 RESERVAÇÃO

O sistema de abastecimento de água da cidade de Cachoeira dos Índios, dispõe de dois reservatórios, sendo um elevado em aproximadamente 11 m, com um volume de 58 m³ que é utilizado para lavagem dos filtros e um reservatório apoiado com volume de 100 m³, utilizado no abastecimento da cidade. Todos situados na sede da CAGEPA.

7.6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Atualmente a distribuição é feita com ajuda de um conjunto motor-bomba, que se trata do sistema de elevação de água tratada, com uma vazão de saída de 25 m³/h. Segundo informações da sede da CAGEPA local, a rede é bastante antiga e deficiente, necessitando essencialmente deste dispositivo, para garantir o fornecimento de água dos bairros Lino de Sousa e Antônio Leite, por se localizarem mais distantes da ETA. Há a implantação de um booster localizado na rua Victor Viera, próximo ao colégio Maria Candido de Oliveira, que será utilizado no abastecimento do bairro Lino de Sousa.

A rede de abastecimento é toda composta em tubos em PVC, com saída da ETA com diâmetro de 150 mm seguindo pela avenida Governador João Agripino finalizando na praça Frei Damião na entrada da cidade, onde ocorre derivações com diâmetros de 100, 75, e 50 mm até os consumidores finais.

7.7 MEDIÇÕES

O SAA da cidade de Cachoeira dos Índios – PB, não possui macromedição, dificultando os levantamentos de dados com relação as perdas de água tratada deste sistema.

O sistema de micromedição passou de pouco mais de 800 para 1600 ligações cadastradas, no período de 2010 a 2018, demonstrando que o consumo no intervalo de 8 anos praticamente dobrou.

Recentemente os aparelhos de micromedição mais antigos e defeituosos passaram por uma troca, tornando a micromedição mais eficiente.

7.8 PROBLEMÁTICA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Em pesquisas realizadas na sede da CAGEPA local da cidade de Cachoeira dos Índios – PB e em campo, indica-se os maiores problemas do sistema de abastecimento de água desta cidade.

Inicialmente observa-se a dificuldade em consertos no sistema de adução dos mananciais Cachoeira da Vaca e Riacho do Meio. Para a realização destes, necessita-se de autorização dos proprietários das terras, que as vezes demoram a ser atendidos podendo causar o desabastecimento da cidade por um pequeno período tempo.

Outro problema é relacionado a falta de macromedição, sem um sistema desse torna-se impossível a medição adequada das perdas de água tratada, sendo apenas estipulado valores de perda.

Conclusivamente podemos destacar a presença de um conjunto motor-bomba que era utilizado para realizar o bombeamento de um reservatório apoiado para um reservatório elevado está sendo usado na pressurização da rede. Ressaltando que, com o aumento do perímetro urbano da cidade de Cachoeira dos Índios, e pela deficiência da rede de distribuição existente, possivelmente será necessário a utilização de outro dispositivo de pressurização da rede (booster) já instalado, podendo elevar os gastos com energia elétrica na distribuição de água tratada nesta cidade.

7.9 PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO

Cálculo da População estimada para o ano de projeto.

Segundo Silva (2008), A população é um dado bastante variável que depende de fatores econômicos, políticos e sociais. Por isto, recorre-se principalmente a modelos matemáticos que expressem, com maior aproximação, as expectativas de crescimento da população ao longo do alcance do projeto.

Para estimar a população de projeto do sistema de abastecimento de Cachoeira dos Índios – PB, adotou-se o sistema Aritmético.

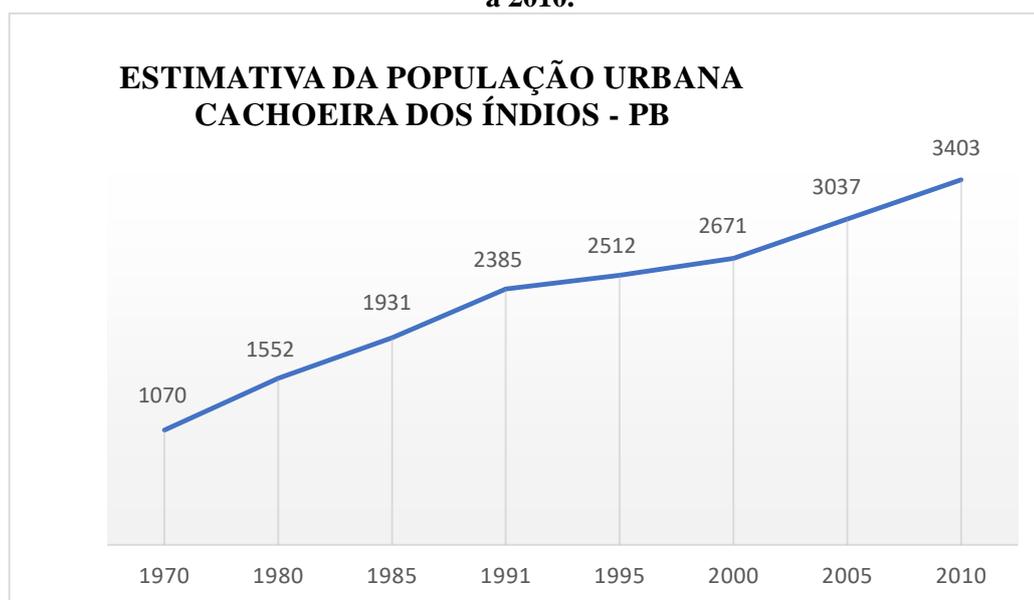
De acordo com Silva (2008), é um método que pode ser usado para curtos intervalos de projeção. O incremento populacional, por este método, pode ser calculado analogamente a razão de uma progressão aritmética. O método aritmético admite que o crescimento populacional ocorra linearmente.

Cálculo da estimativa da população pelo método aritmético para a população no ano 2015:

Dados:

Por interpolação encontra-se os valores de estimativa para a população urbana nos anos de 1985, 1995 e 2005.

Gráfico 3 - Estimativa da população urbana de Cachoeira dos Índios – PB, para os anos de 1970 à 2010.



FONTE: Autoria própria, 2019.

$$P_0 = 1931; P_1 = 2512; P_2 = 3037$$

$$t_0 = 1985; t_1 = 1995; t_2 = 2005$$

Utilizando as equações (1) e (2), temos:

$$K_a = (3037 - 1931) / (2005 - 1985)$$

$$K_a = 55,3$$

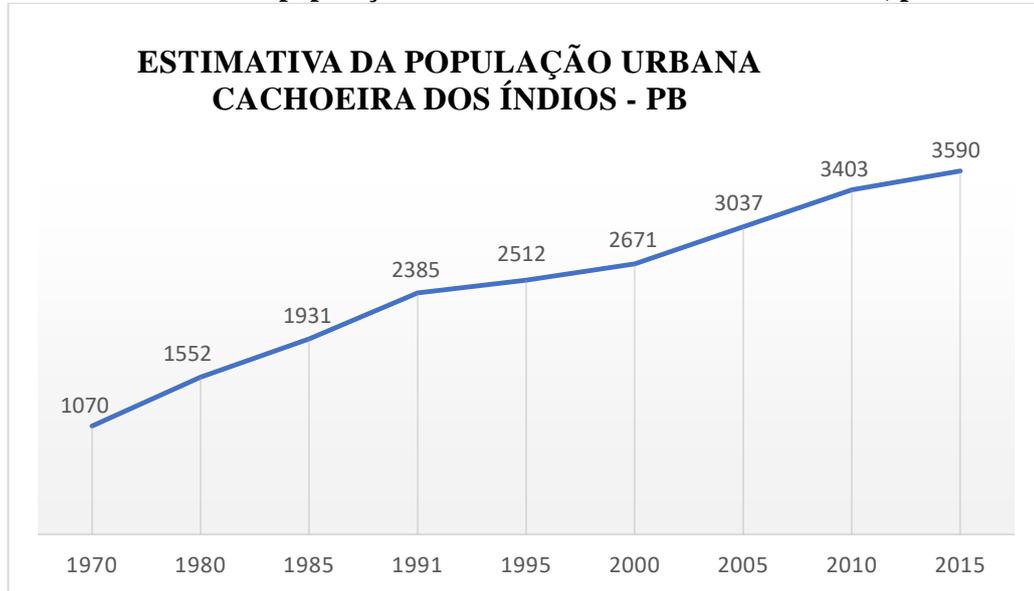
$$P = 1931 + 55,3 \cdot (2015 - 1985)$$

$$P(2015) = 3590 \text{ habitantes}$$

Cálculo da estimativa da população pelo método aritmético para a população de projeto no ano 2040:

O tempo de projeto será de 25 anos, a parti do ano de 2015.

Gráfico 4 - Estimativa da população urbana de Cachoeira dos Índios – PB, para o ano 2015.



FONTE: Autoria própria, 2019.

$$P_0 = 2512; P_1 = 3037; P_2 = 3590$$

$$t_0 = 1995; t_1 = 2005; t_2 = 2015$$

Utilizando as equações (1) e (2), temos:

$$K_a = (3590 - 2512) / (2015 - 1995)$$

$$K_a = 53,9$$

$$P = 2512 + 53,9 \cdot (2040 - 1995)$$

$$P(2040) = 4938 \text{ habitantes}$$

DIMENSIONAMENTO

Estimativa de consumo

Segundo Tsutiya (2006), a estimativa de consumo é de suma importância na determinação da vazão de distribuição, e conseqüentemente, do dimensionamento das tubulações e demais estruturas de sistemas de abastecimento de água.

No sistema de abastecimento de água, ocorrem variações que devem ser consideradas no dimensionamento, como o dia e a hora de maior consumo (HELLER & PÁDUA, 2006).

Para o projeto, foram adotados coeficientes que fossem possíveis de estimar a influência dessas variações, sendo seus valores iguais a $K_1=1,2$ e $K_2=1,5$ respectivamente.

Vazão de distribuição

Segundo TSUTIYA (2006), a vazão de distribuição é o parâmetro fundamental para o dimensionamento de uma rede de distribuição, pois seu cálculo torna-se essencial para determinar os diâmetros das tubulações da rede de distribuição.

$$Q_{dist} = (P \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2) / (86400 \cdot (1 - IP\%)) \quad (9)$$

Q (L/s) é a vazão;

P (hab) é a população total abastecida;

q (L/hab.dia) refere-se ao consumo médio per capita;

k1 (adimensional) é o coeficiente de consumo máximo diário;

k2 (adimensional) é o coeficiente de consumo máximo horário;

Cálculo de vazão de distribuição em marcha

O cálculo da vazão em marcha é determinado através da divisão entre a vazão de distribuição pelo comprimento total das tubulações da rede.

$$Q_m = [Q_{dist} / \text{Comprimento da rede}] \quad (10)$$

Q_m (L/s) vazão em marcha;

Q_{dist} (L/s) vazão de distribuição;

L (m) comprimento total da rede.

Dimensionamento do Reservatório

Segundo HELLER & PÁDUA (2006), populações de até 5000 habitantes, podemos realiza o dimensionamento do volume para o reservatório utilizando como base 1/3 a 1/5 do consumo diário, considerando o dia de maior consumo.

$$V = (Q \cdot t) / 3 \quad (11)$$

Ou

$$V = (Q \cdot t) / 5 \quad (12)$$

Onde:

V (Litros) volume do reservatório;

Q_{dist} (L/s) vazão de distribuição;

t (segundo) tempo de distribuição.

Dimensionamento da adutora de água bruta

Transporta água da captação até a Estação de Tratamento (ETA). Compreende a água captada antes de receber qualquer tipo de tratamento.

Para o cálculo da mesma podemos utilizar a fórmula de Bresser:

Dimensionamento de diâmetro de RECALQUE:

$$D = 1,3 \cdot \left(\frac{T}{24}\right)^{0,25} \cdot Q^{0,5} \quad (13)$$

Onde:

D(m) diâmetro da tubulação;

T (horas) tempo de captação;

Q_{dist} (m^3/s) vazão de distribuição.

Diâmetro de SUCCÃO admite-se o DN imediatamente superior.

Cálculo da potência da bomba da captação

A entrada de água é a primeira fase em qualquer sistema de abastecimento de água. Para realizar este trabalho se faz necessário a utilização de bombas.

Para definir a potência da bomba na captação, deve-se calcular a altura manométrica, uma forma para o cálculo da altura em questão é utilizando o método dos coeficientes K para cálculo da perda de carga singular ou acidental. A perda de carga contínua baseia-se no traçado das adutoras e suas cotas de altitudes.

Sendo para o recalque:

H_g = desnível geométrico entre a captação e a E.T.A.

$$\mathbf{H_g = Cota_{ETA} - Cota_{cap}} \quad (14)$$

H_{fR} = perda de carga continua do recalque.

$$\mathbf{H_{fR} = (Q_{cap} / 0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63})^{1,85} \times L} \quad (15)$$

H_{SR} = perda de carga singular do recalque.

$$\mathbf{H_{SR} = \sum k \cdot v^2 / 2g} \quad (16)$$

Onde:

$$\mathbf{V = (4 \cdot Q_{cap}) / \pi \cdot D^2} \quad (17)$$

Sendo para a sucção:

H_{fS} = perda de carga continua da sucção.

$$\mathbf{H_{fS} = (Q_{cap} / 0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63})^{1,85} \times L} \quad (18)$$

H_{SS} = perda de carga singular da sucção.

$$\mathbf{H_{SS} = \sum k \cdot v^2 / 2g} \quad (19)$$

Onde:

$$\mathbf{V = (4 \cdot Q_{cap}) / \pi \cdot D^2} \quad (20)$$

Assim obtemos a altura manométrica:

H_{man} = Altura manométrica.

$$\mathbf{H_{man} = H_g + (H_{fR} + H_{SR}) + (H_{fS} + H_{SS})} \quad (21)$$

Podemos realizar o cálculo da potência da bomba da captação, através da equação a seguir:

$$P = Q \cdot 1000 \cdot H_{man} \cdot \frac{1}{\eta \cdot 75} \quad (22)$$

Onde:

P (cv) potência de bomba;

H_{man} = Altura manométrica.

Q_{cap} (m^3/s) vazão de captação;

η (%) rendimento.

Dimensionamento da rede de distribuição de água tratada

Posteriormente a o cálculo do reservatório, efetua-se o traçado dos tubos da rede. Para o dimensionamento a NBR 12218 (Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público), recomenda um diâmetro mínimo para condutos secundários de 50mm e que o cálculo da perda de carga distribuída pode ser realizado pela Fórmula de Hazen-Williams, considerando o efeito do envelhecimento do material das tubulações.

$$H = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \quad (23)$$

Onde:

Q (m^3/s) vazão de distribuição;

C, coeficiente com relação ao material das tubulações;

D(m) diâmetro da tubulação;

L (m) comprimento do trecho.

A norma citada acima, determina que a pressão estática máxima nas tubulações deve ser de 500 KPa (ou 50 mca), e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa (ou 10 mca).

Vazões

As vazões da rede são obtidas:

- A vazão a jusante, é calculada através da soma dos pontos interligados na rede, observando que, em pontos de final de rede a vazão a jusante é zero.
- A vazão em marcha é determinada através da multiplicação entre vazão de distribuição em macha pelo comprimento do trecho.
- A vazão a montante, determina-se através da soma da vazão a jusante com a vazão em macha.
- A vazão fictícia é obtida através da média entre as vazões a jusante e a montante de cada trecho.

Diâmetros

Os diâmetros de cada trecho são identificados em uma tabela, tendo como parâmetro para determinação a vazão fictícia.

Figura 10 - Tabela de velocidades e vazões máximas nas redes de distribuição da água em função do diâmetro.

| DIÂMETROS | VELOCIDADES MÁXIMAS | VAZÕES MÁXIMAS | DIÂMETROS | VELOCIDADES MÁXIMAS | VAZÕES MÁXIMAS |
|-----------|---------------------|----------------|-----------|---------------------|----------------|
| (mm) | (m/s) | (l/s) | (mm) | (m/s) | (l/s) |
| 50 | 0,60 | 1,2 | 450 | 1,30 | 206,8 |
| 75 | 0,70 | 3,1 | 500 | 1,40 | 274,9 |
| 100 | 0,75 | 5,9 | 600 | 1,50 | 424,2 |
| 150 | 0,80 | 14,2 | 700 | 1,70 | 654,3 |
| 200 | 0,90 | 28,3 | 800 | 1,80 | 904,8 |
| 250 | 1,00 | 49,1 | 900 | 2,00 | 1272,4 |
| 300 | 1,05 | 74,3 | 1000 | 2,10 | 1649,4 |
| 350 | 1,10 | 105,9 | 1100 | 2,30 | 2185,8 |
| 400 | 1,20 | 150,8 | 1200 | 2,40 | 2714,4 |

FONTE: Apostila sistemas de abastecimento de água UFRN, 2008.

Cotas do Terreno.

São identificadas através das cotas de nível informadas no mapa da localização da rede.

Cotas piezométricas.

Com os valores de cota do terreno, obtida em planta topográfica, determina-se as cotas piezométricas.

Determina-se a cota piezométrica de jusante do trecho, pela equação a seguir:

$$CP_J = CP_M - H_f \quad (24)$$

Pressões disponíveis

Determina-se as pressões disponíveis de jusante e montante, através das equações:

- Jusante.

$$P_J = CP_J - CT_J \quad (25)$$

- Montante.

$$P_M = CP_M - CT_M \quad (26)$$

8 DIMENSIONAMENTO DE UM NOVO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, PARA A CIDADE DE CACHOEIRA DOS ÍNDIOS – PB.

Mediante a problemática apresentada anteriormente, observa-se a necessidade do dimensionamento de algumas partes, (adução, reservatório e rede), do sistema de abastecimento de água da cidade de Cachoeira dos Índios – PB.

O dimensionamento será realizado para toda área urbana da cidade, o nível de atendimento considerado no projeto será de 100%.

A sede da CAGEPA local no município, define um consumo médio per capita de 120 L/hab.dia.

Dados para o cálculo do projeto:

$$K_1 = 1,2;$$

$$K_2 = 1,5;$$

$$Ip_{Rede} = 15\%;$$

$$Ip_{Lavagem} = 5\%;$$

$$P = 4938 \text{ hab};$$

$$q = 120 \text{ l/hab.dia};$$

$$\text{Regime de captação} = 16 \text{ h};$$

Regime de distribuição= 24 h;

Comprimento da rede = 13704,91 m (obtido no AutoCAD).

Cálculo da vazão do dia e hora máximo consumo.

Utilizando a equação (9), temos:

$$Q_{\text{consumo}} = [(4938 \cdot 120 \cdot 1,2 \cdot 1,5) / (86400 \cdot (1 - 0,15))]$$

$$Q_{\text{consumo}} = 14,52 \text{ L/s}$$

Cálculo de vazão de captação.

Utilizando a equação (9), temos:

$$Q_{\text{Captação}} = [(4938 \cdot 120 \cdot 1,2) / (16 \cdot 3600 \cdot (1 - 0,15))] \cdot 1,05$$

$$Q_{\text{Captação}} = 15,25 \text{ L/s}$$

Cálculo de vazão de distribuição em marcha.

Utilizando a equação (10), temos:

$$Q_m = [14,52 / 13704,91]$$

$$Q_m = 0,001059 \text{ L/s.m}$$

Dimensionamento do Reservatório

Para pequenas cidades sem dados estatísticos de consumo, pode-se calcular a capacidade de reserva tomando-se valores que podem variar de 1/3 a 1/5 do consumo máximo diário.

Utilizando a equação (12), temos:

$$V = (14,52 \cdot 86400) / 5$$

$$V_{\text{Necessário}} = 250906 \text{ L}$$

Reservatório de base quadrada:

$$a = 6,5 \text{ m}, b = 6,5 \text{ m}, c = 6,5 \text{ m}$$

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$V_{\text{Reservatório}} = 253500 \text{ L}$$

Dimensionamento da adutora de água bruta

Dimensionamento de diâmetro de RECALQUE:

Utilizando a equação (13), temos:

$$D = 1,3 \cdot \left(\frac{16}{24}\right)^{0,25} \cdot 0,01525^{0,5}$$

$$D = 0,145m$$

$$D_{Comercial} = 150 \text{ mm}$$

Diâmetro de SUCÇÃO admitiu-se o DN imediatamente maior:

$$D = 200 \text{ mm}$$

POTÊNCIA DA BOMBA DA CAPTAÇÃO

Altura manométrica

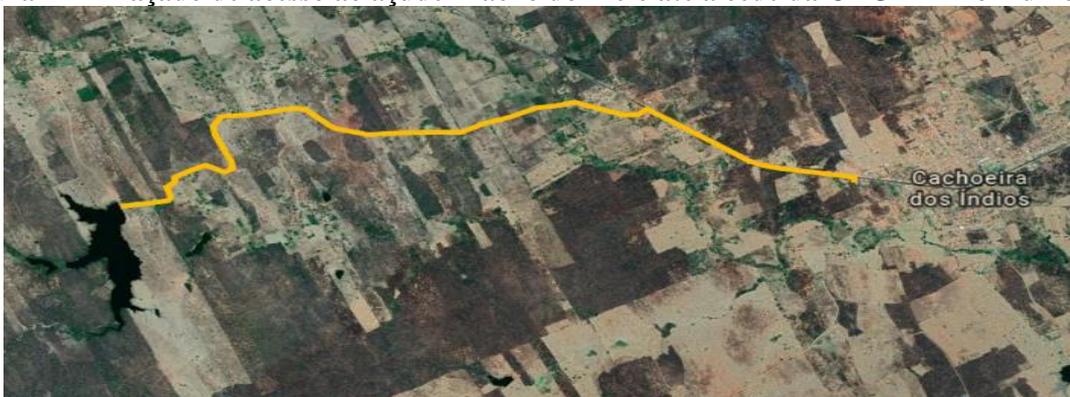
Para o cálculo da altura em questão foi utilizado o método dos coeficientes K e na perda de carga contínua baseou-se no traçado das adutoras e cotas de altitudes extraídos no Google Earth, como segue abaixo:

A cota da estação de tratamento de Cachoeira dos Índios – PB, extraído no Google Earth é 339 m de altitude.

Traçado de acesso do açude Riacho do Meio até a cede da CAGEPA no município.

O açude Riacho do Meio, está localizado a uma distância aproximada de 4 km da cede da CAGEPA no município, e na cota 336 m de altitude.

Figura 11 - Traçado de acesso ao açude Riacho do Meio até a cede da CAGEPA no município.



FONTE: Google Earth, 2019.

Peças do sistema e seus coeficientes K:

SUCÇÃO:

Tabela 2 - Peças do sistema de sucção e seus coeficientes K, açude Riacho do Meio.

| QUANTIDADE | DESCRIÇÃO | K |
|------------|--------------------|------|
| 01 | VAL. DE PÉ E CRIVO | 1,75 |
| 01 | CURVA DE 45 | 0,2 |
| 01 | REDUÇÃO GRADUAL | 0,15 |
| | TOTAL | 2,1 |

FONTE: Autoria própria, 2019.

RECALQUE:

Tabela 3 - Peças do sistema de recalque e seus coeficientes K, açude Riacho do Meio.

| QUANTIDADE | DESCRIÇÃO | K |
|------------|----------------------|-----|
| 01 | AMPLIAÇÃO GRADUAL | 0,3 |
| 06 | CURVAS DE 90 | 0,4 |
| 16 | CURVAS DE 45 | 0,2 |
| 01 | VÁLVULA DE RETENÇÃO | 2,5 |
| 01 | REGISTRO DE GAVETA | 0,2 |
| 01 | SAÍDA DE CANALIZAÇÃO | 1,0 |
| | TOTAL | 9,6 |

FONTE: Autoria própria, 2019.

Utilizando as equações de (14) a (21), temos:

$$H_g = 339 - 336 = 3 \text{ m}$$

$$H_{fR} = (0,01525 / 0,2785 \cdot 140 \cdot 0,15^{2,63})^{1,85} \cdot 4000 = 20,26 \text{ m}$$

$$V = (4 \cdot 0,01525) / \pi \cdot 0,15^2 = 0,86 \text{ m/s}$$

$$H_{SR} = 9,6 \cdot 0,86^2 / 2 \cdot 9,81 = 0,36 \text{ m}$$

$$H_{fS} = (0,01525 / 0,2785 \cdot 140 \cdot 0,2^{2,63})^{1,85} \cdot 12 = 0,015$$

$$V = (4 \cdot 0,01525) / \pi \cdot 0,2^2 = 0,49 \text{ m/s}$$

$$H_{SS} = 2,1 \cdot 0,49^2 / 2 \cdot 9,81 = 0,026 \text{ m}$$

$$H_{man} = 3 + (20,26 + 0,36) + (0,015 + 0,026)$$

$$H_{man} = 23,66 \text{ m}$$

Potência do conjunto motor-bomba para essa adutora é:

Considerando um rendimento de 75% e uma folga para o motor elétrico recomendado pelos fabricantes de 20 %, temos:

Utilizando a equação (22), temos:

$$P = 0,01525 \times 1000 \times 23,66 \cdot \frac{1}{0,75 \cdot 0,75} = 6,42 \text{ cv}$$

$$P_{real} = 6,42 \cdot 1,20 = 7,7 \text{ cv}$$

Traçado de acesso do açude Cachoeira da Vaca até a cede da CAGEPA no município.

O açude Cachoeira da Vaca, está localizado a uma distância aproximada de 3,5 km da cede da CAGEPA no município, e na cota 341 m de altitude.

Figura 12- Traçado de acesso ao açude Cachoeira da Vaca até a cede da CAGEPA no município.



FONTE: Google Earth, 2019.

Peças do sistema e seus coeficientes K:

SUCÇÃO:

Tabela 4 - Peças do sistema de sucção e seus coeficientes K, açude Cachoeira da Vaca.

| QUANTIDADE | DESCRIÇÃO | K |
|------------|--------------------|------|
| 01 | VAL. DE PÉ E CRIVO | 1,75 |
| 01 | CURVA DE 45 | 0,2 |
| 01 | REDUÇÃO GRADUAL | 0,15 |
| | TOTAL | 2,1 |

FONTE: Autoria própria, 2019.

RECALQUE:

Tabela 5 - Peças do sistema de recalque e seus coeficientes K, açude Cachoeira da Vaca.

| QUANTIDADE | DESCRIÇÃO | K |
|------------|----------------------|-----|
| 01 | AMPLIAÇÃO GRADUAL | 0,3 |
| 03 | CURVAS DE 90 | 0,4 |
| 14 | CURVAS DE 45 | 0,2 |
| 01 | VÁLVULA DE RETENÇÃO | 2,5 |
| 01 | REGISTRO DE GAVETA | 0,2 |
| 01 | SAÍDA DE CANALIZAÇÃO | 1,0 |
| | TOTAL | 8,0 |

FONTE: Autoria própria, 2019.

Utilizando as equações de (14) a (21), temos:

$$H_g = 339 - 341 = -2 \text{ m}$$

$$H_{fR} = (0,01525 / 0,2785 \cdot 140 \cdot 0,15^{2,63})^{1,85} \cdot 3500 = 17,72 \text{ m}$$

$$V = (4 \cdot 0,01525) / \pi \cdot 0,15^2 = 0,86 \text{ m/s}$$

$$H_{SR} = 8,0 \cdot 0,86^2 / 2 \cdot 9,81 = 0,3 \text{ m}$$

$$H_{fS} = (0,01525 / 0,2785 \cdot 140 \cdot 0,2^{2,63})^{1,85} \cdot 15 = 0,019$$

$$V = (4 \cdot 0,01525) / \pi \cdot 0,2^2 = 0,48 \text{ m/s}$$

$$H_{SS} = 2,1 \cdot 0,48^2 / 2 \cdot 9,81 = 0,025 \text{ m}$$

$$H_{man} = -2 + (17,72 + 0,3) + (0,019 + 0,025)$$

$$H_{man} = 16,06 \text{ m}$$

Potência do conjunto motor-bomba para essa adutora é:

Considerando um rendimento de 75% e uma folga para o motor elétrico recomendado pelos fabricantes de 20 %, temos:

Utilizando a equação (22), temos:

$$P = 0,01525 \times 1000 \times 16,06 \cdot \frac{1}{0,75 \cdot 0,75} = 4,35 \text{ cv}$$

$$P_{real} = 4,35 \cdot 1,20 = 5,22 \text{ cv}$$

Traçado de acesso ao açude São Joaquim até a sede da CAGEPA no município.

O açude São Joaquim localiza-se a uma distância aproximada de 13 km da sede da CAGEPA no município, e na cota 404 m de altitude.

Neste manancial não será necessário o redimensionada da captação e do sistema de adução, os mesmos foram projetados e instalados no ano de 2010 e encontram-se em perfeito estado de funcionamento.

Dimensionamento da bomba de elevação de água tratada

Neste cálculo o reservatório se encontra próximo a E.T.A, cerca de 40 metros e que sua altura é de 14,5 metros e a sucção é negativa.

Utilizando as equações (15) e (22), temos:

$$H_f = (0,01452 / (0,2785 \cdot 140 \cdot 0,15^{2,63}))^{1,85} \cdot 40 = 0,19$$

$$P = 0,01452 \times 1000 \times (14,5 + 0,19) \cdot \frac{1}{0,75 \cdot 75} = 3,79 \text{ cv}$$

$$P_{real} = 3,79 \cdot 1,20 = 4,55 \text{ cv}$$

Dimensionamento da rede de distribuição.

Após o levantamento de dados, realizou-se o traçado da rede de distribuição de água tratada da cidade de Cachoeira dos Índios – PB, disponível no apêndice D deste trabalho.

Com dados fornecidos pela administração pública do citado município, através de um mapa em arquivo AutoCAD da cidade, com as devidas cotas de nível e extensões das vias públicas, tornou possível a determinação do melhor traçado, realizar a nomeação dos pontos de ligação e determinar a extensão dos trechos.

Decidiu por dividir a cidade em 6 zonas de abastecimentos, identificadas de A a F, com a divisão podemos garantir o fornecimento de água da cidade em época de seca, utilizando uma prática comum em cidades com problemas de escassez de água, as denominadas manobras de rede e com está divisão podemos garantir o fornecimento de água tratada na maior parte da cidade, quando for necessário suspender o fornecimento em determinado ponto para realização de manutenção de rede.

Existe alguns métodos para o cálculo das redes de distribuição de água, neste trabalho utilizou-se o método do seccionamento fictício.

Para o cálculo das redes de distribuição de água pelo método Seccionamento Fictício devem ser conhecida a vazão total de saída do reservatório e a vazão de distribuição em marcha e de posse do plano de arruamentos traçam-se as linhas que definem as malhas da rede, logo

após efetua-se o seccionamento de cada malha, de modo a tornar a rede malhada em rede ramificada (SILVA, 2008).

Com o novo traçado de rede realizado, comprimentos de trechos obtidos, vazão de distribuição e cotas do terreno identificadas e utilizando as equações de (23) a (26), inicia-se a confecção de uma tabela de pressões, apresentada em anexo neste trabalho.

9 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela do novo dimensionamento apresenta todos os dados da rede. A partir dela, pode-se verificar que:

- Diâmetro: os diâmetros variaram de 50mm a 200mm, atendendo a exigência normativa de menor diâmetro igual ou superior a 50 mm;
- Pressão estática máxima: todas as pressões estáticas máximas encontram-se abaixo de 50 mca;
- Pressão dinâmica mínima: as pressões dinâmicas mínimas encontram-se acima de 10 mca;
- A altura mínima do fundo do reservatório até o solo deverá ser 8 m. nesta condição, garantimos uma pressão mínima superior a 10 mca no nó mais desfavorável;
- Toda a distribuição de água realiza-se por gravidade, por não existir pressões negativas.

10 CONCLUSÃO

Este estudo foi realizado partindo do anseio em averiguar a eficiência de um sistema de abastecimento de água na cidade de Cachoeira dos Índios-PB e procurar soluções para resolver os problemas identificados.

Com as informações expostas nesse trabalho conclui-se, com a implantação do novo dimensionamento das adutoras do açude Cachoeira da Vaca e Riacho do Meio, as problemáticas com as manutenções das mesmas estariam resolvidas, pois as mesmas seriam locadas ao longo da estrada de acesso.

A rede de distribuição de água tratada encontra-se ineficiente, não justificando o gasto de energia elétrica com a utilização do sistema de elevação de água tratada na pressurização da rede, pois a cidade possui características de relevo propícias a uma distribuição realizada totalmente por gravidade. Portanto, a implantação de uma nova rede de distribuição é uma opção interessante, uma vez que, pode-se eliminar qualquer tipo de mecanismo elétrico que esteja sendo utilizado na pressurização da rede.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR-12211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**, São Paulo, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214** Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público- Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, abr. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12215-1 - Projeto de adutora de água** - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217 - Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público** - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, jul. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR-12218 - Projeto de rede de distribuição de água para o abastecimento público**, São Paulo, 1994.

Atlas do desenvolvimento humano no brasil (2013). Disponível em <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013>>. Acesso em: 14 de Janeiro de 2019

AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Disponível em:< <http://www.aesa.pb.gov.br>> Acesso em: 05 de Janeiro de 2019.

CPRM/PRODEEM. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Cachoeira dos Índios, estado da Paraíba/ Organizado por João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

EOS - ORÇANIZAÇÃO E SISTEMAS. Disponível em:<<http://www.eosconsultores.com.br/sistema-de-abastecimento-de-agua-funcionamento>> Acesso em: 16 de Janeiro de 2019.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Manual do saneamento (2015) – Brasília, DF, 2015.

GOMES, H. P. **Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: Análise Econômica de Projetos**. 2 ed. Cp1. Editora Universitária da UFPB, João Pessoa, 2009.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 de Dezembro de 2018.

PARAÍBA. Governo do Estado. Decretos 12.984 de 17.02.1989, 14.171 de 19.11.1991 e 30.531 de 14.08.2009. Divisão Geoadministrativa do Estado da Paraíba - Disponível em: <http://www.paraiba.pb.gov.br/odestadual/> Acesso em: 09 de fevereiro de 2019.

SILVA, V. M. Sistemas Urbanos de Água e Esgoto: Sistemas de Abastecimento de Água. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, dezembro de 2008.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. São Paulo, 2006.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – Salvador: RECESA, 2008.

ANEXO A – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

| REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------|---------|----------|----------|------------------|--------|------------|------------------|---------|------------------------|---------|-------------------------|---------|
| TRECHO | COMPR. (m) | VAZÕES | | | | DIÂMETRO (mm) | Hf (m) | VEL. (m/s) | COTAS DO TERRENO | | COTAS PIEZOMÉTRICAS | | PRESSÕES DISPONÍVEIS | |
| | | JUSANTE | MARCHA | MONTANTE | FICTICIA | | | | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE |
| REZ - A41 | 80,62 | 14,43459 | 0,08541 | 14,52000 | 14,47729 | 200 | 0,0915 | 0,4611 | 339,00 | 333,00 | 347,00 | 346,91 | 8,000 | 13,909 |
| A41 - A39 | 109,70 | 4,70756 | 0,11622 | 4,82378 | 4,76567 | 100 | 0,4645 | 0,6071 | 333,00 | 328,50 | 346,91 | 346,44 | 13,909 | 17,944 |
| A39 - A40 | 44,52 | 0,00000 | 0,04717 | 0,04717 | 0,02358 | 50 | 0,0003 | 0,0120 | 328,50 | 329,00 | 346,44 | 346,44 | 17,944 | 17,444 |
| A39 - A38 | 38,75 | 4,00185 | 0,04105 | 4,04291 | 4,02238 | 100 | 0,1199 | 0,5124 | 328,50 | 326,50 | 346,44 | 346,32 | 17,944 | 19,824 |
| A38 - A37 | 41,85 | 3,75113 | 0,04434 | 3,79547 | 3,77330 | 100 | 0,1150 | 0,4807 | 326,50 | 324,00 | 346,32 | 346,21 | 19,824 | 22,209 |
| A37 - A26 | 97,10 | 0,47180 | 0,10287 | 0,57468 | 0,52324 | 50 | 0,2012 | 0,2666 | 324,00 | 323,00 | 346,21 | 346,01 | 22,209 | 23,008 |
| A37 - A35 | 78,33 | 3,09346 | 0,08299 | 3,17645 | 3,13496 | 100 | 0,1528 | 0,3994 | 324,00 | 319,50 | 346,21 | 346,06 | 22,209 | 26,556 |
| A35 - A36 | 57,07 | 0,00000 | 0,06046 | 0,06046 | 0,03023 | 50 | 0,0006 | 0,0154 | 319,50 | 320,00 | 346,06 | 346,06 | 26,556 | 26,056 |
| A35 - A24 | 100,42 | 0,42086 | 0,10639 | 0,52725 | 0,47406 | 50 | 0,1734 | 0,2416 | 324,00 | 319,00 | 346,06 | 346,06 | 22,056 | 27,065 |
| A35 - A33 | 121,06 | 2,37749 | 0,12826 | 2,50575 | 2,44162 | 75 | 0,6030 | 0,5529 | 319,50 | 326,00 | 346,06 | 345,45 | 26,556 | 19,453 |
| A33 - A34 | 51,47 | 0,00000 | 0,05453 | 0,05453 | 0,02727 | 50 | 0,0005 | 0,0139 | 326,00 | 333,00 | 345,45 | 345,45 | 19,453 | 12,453 |
| A33 - A32 | 96,81 | 1,75314 | 0,10257 | 1,85571 | 1,80443 | 75 | 0,2756 | 0,4086 | 326,00 | 325,50 | 345,45 | 345,18 | 19,453 | 19,678 |
| A38 - A29 | 38,71 | 0,16537 | 0,04101 | 0,20638 | 0,18588 | 50 | 0,0118 | 0,0947 | 326,50 | 326,00 | 346,32 | 346,31 | 19,824 | 20,312 |
| A31 - A29 | 38,79 | 0,16537 | 0,04110 | 0,20647 | 0,18592 | 50 | 0,0119 | 0,0947 | 327,50 | 326,00 | 346,31 | 346,30 | 18,812 | 20,300 |
| A39 - A31 | 38,22 | 0,57699 | 0,04049 | 0,61748 | 0,59724 | 50 | 0,1012 | 0,3043 | 328,50 | 327,50 | 346,30 | 346,20 | 17,800 | 18,699 |
| A31 - A30 | 55,46 | 0,31176 | 0,05876 | 0,37052 | 0,34114 | 50 | 0,0521 | 0,1738 | 327,50 | 326,00 | 346,30 | 346,25 | 18,800 | 20,248 |
| A30 - A28 | 38,85 | 0,27060 | 0,04116 | 0,31176 | 0,29118 | 50 | 0,0272 | 0,1484 | 326,00 | 325,50 | 346,25 | 346,22 | 20,248 | 20,721 |
| A29 - A28 | 56,76 | 0,27060 | 0,06014 | 0,33074 | 0,30067 | 50 | 0,0422 | 0,1532 | 326,00 | 325,50 | 346,31 | 346,27 | 20,312 | 20,770 |
| A28 - A27 | 24,07 | 0,00000 | 0,02550 | 0,02550 | 0,01275 | 50 | 0,0001 | 0,0065 | 325,50 | 324,50 | 346,27 | 346,27 | 20,770 | 21,770 |
| A28 - A26 | 41,44 | 0,47180 | 0,04390 | 0,51571 | 0,49375 | 50 | 0,0771 | 0,2516 | 325,50 | 323,00 | 346,27 | 346,19 | 20,770 | 23,193 |
| A26 - A24 | 77,80 | 0,42086 | 0,08243 | 0,50329 | 0,46207 | 50 | 0,1281 | 0,2355 | 323,00 | 319,00 | 346,19 | 346,06 | 23,193 | 27,065 |

| REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|---------|---------|----------|----------|------------------|--------|------------|------------------|---------|------------------------|---------|-------------------------|---------|
| TRECHO | COMPR. (m) | VAZÕES | | | | DIÂMETRO (mm) | Hf (m) | VEL. (m/s) | COTAS DO TERRENO | | COTAS PIEZOMÉTRICAS | | PRESSÕES DISPONÍVEIS | |
| | | JUSANTE | MARCHA | MONTANTE | FICTICIA | | | | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE |
| A26 - A25 | 53,19 | 0,38396 | 0,05635 | 0,44031 | 0,41214 | 50 | 0,0709 | 0,2100 | 323,00 | 321,50 | 346,19 | 346,12 | 23,193 | 24,622 |
| A25 - A22 | 77,54 | 0,30181 | 0,08215 | 0,38396 | 0,34289 | 50 | 0,0735 | 0,1747 | 321,50 | 318,50 | 346,12 | 346,05 | 24,622 | 27,549 |
| A24 - A15 | 121,44 | 0,35427 | 0,12866 | 0,48293 | 0,41860 | 50 | 0,1666 | 0,2133 | 319,00 | 320,50 | 346,06 | 345,90 | 27,065 | 25,398 |
| A24 - A22 | 53,78 | 0,30181 | 0,05698 | 0,35879 | 0,33030 | 50 | 0,0476 | 0,1683 | 319,00 | 319,50 | 346,06 | 346,02 | 27,065 | 26,517 |
| A33 - A15 | 106,63 | 0,35427 | 0,11297 | 0,46724 | 0,41076 | 50 | 0,1412 | 0,2093 | 326,00 | 320,50 | 345,90 | 345,76 | 19,898 | 25,257 |
| A15 - A16 | 53,67 | 0,13763 | 0,05686 | 0,19449 | 0,16606 | 50 | 0,0133 | 0,0846 | 320,50 | 319,50 | 345,90 | 345,88 | 25,398 | 26,385 |
| A16 - A19 | 130,28 | 0,00000 | 0,13803 | 0,13803 | 0,06901 | 50 | 0,0064 | 0,0352 | 319,50 | 320,00 | 345,88 | 345,88 | 26,385 | 25,879 |
| A20 - A19 | 43,50 | 0,00000 | 0,04609 | 0,04609 | 0,02304 | 50 | 0,0003 | 0,0117 | 319,50 | 320,00 | 345,88 | 345,88 | 26,379 | 25,878 |
| A20 - A21 | 97,47 | 0,00000 | 0,10327 | 0,10327 | 0,05163 | 50 | 0,0028 | 0,0263 | 319,50 | 318,00 | 345,88 | 345,88 | 26,378 | 27,876 |
| A18 - A20 | 130,07 | 0,14935 | 0,13781 | 0,28716 | 0,21826 | 50 | 0,0535 | 0,1112 | 318,00 | 319,50 | 345,88 | 345,82 | 27,878 | 26,325 |
| A18 - A16 | 43,45 | 0,13763 | 0,04603 | 0,18367 | 0,16065 | 50 | 0,0101 | 0,0819 | 318,00 | 319,50 | 345,82 | 345,81 | 27,825 | 26,315 |
| A22 - A18 | 78,41 | 0,47083 | 0,08307 | 0,55390 | 0,51236 | 50 | 0,1563 | 0,2611 | 318,50 | 318,00 | 345,82 | 345,67 | 27,325 | 27,669 |
| A22 - A23 | 46,93 | 0,00000 | 0,04972 | 0,04972 | 0,02486 | 50 | 0,0003 | 0,0127 | 318,50 | 318,00 | 345,82 | 345,82 | 27,325 | 27,825 |
| A16 - A14 | 49,48 | 0,08481 | 0,05242 | 0,13723 | 0,11102 | 50 | 0,0058 | 0,0566 | 319,50 | 320,50 | 345,81 | 345,81 | 26,315 | 25,309 |
| A14 - A17 | 160,10 | 0,00000 | 0,16962 | 0,16962 | 0,08481 | 50 | 0,0115 | 0,0432 | 320,50 | 320,00 | 345,81 | 345,80 | 25,309 | 25,797 |
| A13 - A14 | 52,42 | 0,08481 | 0,05554 | 0,14035 | 0,11258 | 50 | 0,0063 | 0,0574 | 323,00 | 320,50 | 345,81 | 345,80 | 22,809 | 25,303 |
| A15 - A13 | 47,54 | 0,46368 | 0,05037 | 0,51405 | 0,48887 | 50 | 0,0869 | 0,2491 | 320,50 | 323,00 | 345,80 | 345,72 | 25,303 | 22,716 |
| A13 - A12 | 30,79 | 0,29071 | 0,03262 | 0,32333 | 0,30702 | 50 | 0,0238 | 0,1564 | 323,00 | 323,50 | 345,80 | 345,78 | 22,803 | 22,279 |
| A12 - E15 | 64,57 | 0,51301 | 0,06841 | 0,58142 | 0,54722 | 50 | 0,1454 | 0,2788 | 323,50 | 326,50 | 345,78 | 345,63 | 22,279 | 19,133 |
| A32 - A12 | 119,56 | 0,29071 | 0,12667 | 0,41738 | 0,35405 | 50 | 0,1203 | 0,1804 | 325,50 | 323,50 | 345,78 | 345,66 | 20,279 | 22,158 |
| A32 - E12 | 46,53 | 0,34125 | 0,04930 | 0,39055 | 0,36590 | 50 | 0,0498 | 0,1864 | 325,50 | 327,50 | 345,66 | 345,61 | 20,158 | 18,109 |
| A32 - A09 | 80,95 | 0,85945 | 0,08576 | 0,94521 | 0,90233 | 50 | 0,4598 | 0,4598 | 325,50 | 330,50 | 345,66 | 345,20 | 20,158 | 14,699 |
| A09 - A08 | 44,52 | 0,00000 | 0,04717 | 0,04717 | 0,02358 | 50 | 0,0003 | 0,0120 | 330,50 | 332,50 | 345,20 | 345,20 | 14,699 | 12,698 |
| A09 - A06 | 18,09 | 0,79311 | 0,01917 | 0,81228 | 0,80270 | 50 | 0,0827 | 0,4090 | 330,50 | 331,50 | 345,20 | 345,12 | 14,699 | 13,616 |

| REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---------|---------|----------|----------|---------------|--------|------------|------------------|---------|---------------------|---------|----------------------|---------|
| TRECHO | COMPR. (m) | VAZÕES | | | | DIÂMETRO (mm) | Hf (m) | VEL. (m/s) | COTAS DO TERRENO | | COTAS PIEZOMÉTRICAS | | PRESSÕES DISPONÍVEIS | |
| | | JUSANTE | MARCHA | MONTANTE | FICTICIA | | | | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE |
| A06 - E08 | 45,54 | 0,24348 | 0,04825 | 0,29173 | 0,26761 | 50 | 0,0273 | 0,1364 | 331,50 | 328,00 | 345,12 | 345,09 | 13,616 | 17,089 |
| A06 - A04 | 94,39 | 0,40138 | 0,10000 | 0,50138 | 0,45138 | 50 | 0,1488 | 0,2300 | 331,50 | 329,50 | 345,12 | 344,97 | 13,616 | 15,467 |
| A04 - E04 | 41,17 | 0,14505 | 0,04362 | 0,18867 | 0,16686 | 50 | 0,0103 | 0,0850 | 329,50 | 326,50 | 344,97 | 344,96 | 15,467 | 18,457 |
| A04 - A02 | 41,70 | 0,16853 | 0,04418 | 0,21271 | 0,19062 | 50 | 0,0133 | 0,0971 | 329,50 | 330,00 | 344,97 | 344,95 | 15,467 | 14,954 |
| A02 - A03 | 40,41 | 0,07816 | 0,04281 | 0,12098 | 0,09957 | 50 | 0,0039 | 0,0507 | 330,00 | 328,00 | 344,95 | 344,95 | 14,954 | 16,950 |
| A02 - A01 | 44,88 | 0,00000 | 0,04755 | 0,04755 | 0,02377 | 50 | 0,0003 | 0,0121 | 330,00 | 332,00 | 344,95 | 344,95 | 14,954 | 12,953 |
| A41 - B22 | 146,83 | 9,45524 | 0,15556 | 9,61081 | 9,53302 | 150 | 0,3118 | 0,5397 | 333,00 | 326,00 | 346,91 | 346,60 | 13,909 | 20,597 |
| B22 - B20 | 51,11 | 1,39512 | 0,05415 | 1,44927 | 1,42219 | 75 | 0,0937 | 0,3219 | 326,00 | 322,00 | 346,60 | 346,50 | 20,597 | 24,503 |
| B20 - B19 | 60,31 | 0,00000 | 0,06390 | 0,06390 | 0,03195 | 50 | 0,0007 | 0,0163 | 322,00 | 322,00 | 346,50 | 346,50 | 24,503 | 24,502 |
| B20 - B21 | 39,11 | 0,00000 | 0,04144 | 0,04144 | 0,02072 | 50 | 0,0002 | 0,0106 | 322,00 | 322,00 | 346,50 | 346,50 | 24,502 | 24,502 |
| B20 - B16 | 67,56 | 1,21820 | 0,07158 | 1,28978 | 1,25399 | 75 | 0,0981 | 0,2838 | 322,00 | 317,60 | 346,50 | 346,40 | 24,502 | 28,804 |
| B15 - B14 | 22,84 | 0,00000 | 0,02420 | 0,02420 | 0,01210 | 50 | 0,0000 | 0,0062 | 317,70 | 318,00 | 346,39 | 346,39 | 28,690 | 28,390 |
| B15 - B13 | 42,95 | 0,00000 | 0,04550 | 0,04550 | 0,02275 | 50 | 0,0003 | 0,0116 | 317,70 | 315,40 | 346,39 | 346,39 | 28,690 | 30,990 |
| B16 - B15 | 99,14 | 0,06970 | 0,10504 | 0,17474 | 0,12222 | 50 | 0,0139 | 0,0622 | 317,50 | 317,70 | 346,40 | 346,39 | 28,904 | 28,690 |
| B16 - B10 | 54,15 | 0,65916 | 0,05737 | 0,71653 | 0,68785 | 50 | 0,1861 | 0,3503 | 317,00 | 317,50 | 346,59 | 346,40 | 29,590 | 28,904 |
| B16 - B17 | 94,76 | 0,22654 | 0,10040 | 0,32694 | 0,27674 | 50 | 0,0604 | 0,1409 | 317,50 | 317,00 | 346,40 | 346,34 | 28,904 | 29,344 |
| B17 - B11 | 56,44 | 0,11680 | 0,05980 | 0,17660 | 0,14670 | 50 | 0,0111 | 0,0747 | 322,50 | 320,20 | 346,34 | 346,33 | 23,844 | 26,132 |
| B17 - B18 | 47,14 | 0,00000 | 0,04994 | 0,04994 | 0,02497 | 50 | 0,0004 | 0,0127 | 320,50 | 318,50 | 346,34 | 346,34 | 25,844 | 27,843 |
| B11 - B07 | 62,95 | 0,12547 | 0,06669 | 0,19216 | 0,15882 | 50 | 0,0144 | 0,0809 | 320,20 | 314,80 | 346,33 | 346,32 | 26,132 | 31,518 |
| B11 - B12 | 39,11 | 0,00000 | 0,04144 | 0,04144 | 0,02072 | 50 | 0,0002 | 0,0106 | 320,20 | 320,00 | 346,33 | 346,33 | 26,132 | 26,332 |
| B10 - B11 | 104,85 | 0,11680 | 0,11109 | 0,22788 | 0,17234 | 50 | 0,0278 | 0,0878 | 317,30 | 317,00 | 346,59 | 346,56 | 29,290 | 29,562 |
| B10 - B09 | 79,86 | 0,00000 | 0,08461 | 0,08461 | 0,04230 | 50 | 0,0016 | 0,0215 | 317,00 | 315,00 | 346,59 | 346,59 | 29,590 | 31,589 |
| B10 - B06 | 59,12 | 0,28403 | 0,06264 | 0,34667 | 0,31535 | 50 | 0,0480 | 0,1606 | 317,30 | 317,00 | 346,64 | 346,59 | 29,338 | 29,590 |
| B06 - B05 | 33,52 | 0,00000 | 0,03551 | 0,03551 | 0,01776 | 50 | 0,0001 | 0,0090 | 314,70 | 314,60 | 346,64 | 346,64 | 31,938 | 32,038 |

| REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---------|---------|----------|----------|---------------|--------|------------|------------------|---------|---------------------|---------|----------------------|---------|
| TRECHO | COMPR. (m) | VAZÕES | | | | DIÂMETRO (mm) | Hf (m) | VEL. (m/s) | COTAS DO TERRENO | | COTAS PIEZOMÉTRICAS | | PRESSÕES DISPONÍVEIS | |
| | | JUSANTE | MARCHA | MONTANTE | FICTICIA | | | | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE |
| B06 - B07 | 116,14 | 0,12547 | 0,12305 | 0,24852 | 0,18699 | 50 | 0,0359 | 0,0952 | 314,60 | 314,80 | 346,67 | 346,64 | 32,074 | 31,838 |
| B07 - B08 | 30,22 | 0,00000 | 0,03202 | 0,03202 | 0,01601 | 50 | 0,0001 | 0,0082 | 314,80 | 314,80 | 346,67 | 346,67 | 31,874 | 31,874 |
| B07 - B03 | 39,97 | 0,17657 | 0,04235 | 0,21892 | 0,19775 | 50 | 0,0137 | 0,1007 | 314,80 | 314,00 | 346,67 | 346,66 | 31,874 | 32,660 |
| B03 - B04 | 44,52 | 0,00000 | 0,04717 | 0,04717 | 0,02358 | 50 | 0,0003 | 0,0120 | 314,00 | 314,10 | 346,66 | 346,66 | 32,660 | 32,560 |
| B03 - B02 | 88,39 | 0,00000 | 0,09365 | 0,09365 | 0,04682 | 50 | 0,0021 | 0,0238 | 314,00 | 314,00 | 346,66 | 346,66 | 32,660 | 32,658 |
| B03 - B01 | 33,75 | 0,00000 | 0,03576 | 0,03576 | 0,01788 | 50 | 0,0001 | 0,0091 | 314,00 | 313,30 | 346,66 | 346,66 | 32,658 | 33,358 |
| B22 - C22 | 237,94 | 7,75389 | 0,25209 | 8,00598 | 7,87993 | 150 | 0,3552 | 0,4459 | 326,00 | 318,00 | 346,60 | 346,24 | 20,597 | 28,242 |
| C22 - C10 | 37,13 | 0,55655 | 0,03934 | 0,59589 | 0,57622 | 50 | 0,0920 | 0,2935 | 318,00 | 318,00 | 346,24 | 346,15 | 28,242 | 28,150 |
| C10 - C12 | 41,64 | 0,24136 | 0,04412 | 0,28548 | 0,26342 | 50 | 0,0242 | 0,1342 | 318,00 | 317,00 | 346,15 | 346,13 | 28,150 | 29,125 |
| C10 - C11 | 38,40 | 0,00000 | 0,04068 | 0,04068 | 0,02034 | 50 | 0,0002 | 0,0104 | 318,00 | 319,00 | 346,15 | 346,15 | 28,150 | 27,149 |
| C10 - C09 | 43,27 | 0,18454 | 0,04584 | 0,23038 | 0,20746 | 50 | 0,0162 | 0,1057 | 318,00 | 318,50 | 346,15 | 346,13 | 28,150 | 27,633 |
| C12 - C13 | 37,37 | 0,00000 | 0,03959 | 0,03959 | 0,01980 | 50 | 0,0002 | 0,0101 | 317,00 | 315,00 | 346,13 | 346,13 | 29,125 | 31,125 |
| C12 - C14 | 46,65 | 0,15235 | 0,04942 | 0,20177 | 0,17706 | 50 | 0,0130 | 0,0902 | 317,00 | 317,00 | 346,13 | 346,11 | 29,125 | 29,112 |
| C14 - C16 | 82,82 | 0,00000 | 0,08775 | 0,08775 | 0,04387 | 50 | 0,0018 | 0,0223 | 317,00 | 314,50 | 346,11 | 346,11 | 29,112 | 31,610 |
| C09 - C14 | 46,39 | 0,15235 | 0,04915 | 0,20149 | 0,17692 | 50 | 0,0129 | 0,0901 | 318,50 | 317,00 | 346,11 | 346,11 | 27,612 | 29,112 |
| C14 - C05 | 66,26 | 0,14675 | 0,07020 | 0,21695 | 0,18185 | 50 | 0,0194 | 0,0926 | 317,00 | 318,50 | 346,13 | 346,11 | 29,132 | 27,612 |
| D18 - C09 | 94,69 | 0,18454 | 0,10032 | 0,28486 | 0,23470 | 50 | 0,0445 | 0,1195 | 321,00 | 326,40 | 346,16 | 346,11 | 25,157 | 19,712 |
| C09 - C08 | 62,09 | 0,10180 | 0,06578 | 0,16759 | 0,13469 | 50 | 0,0105 | 0,0686 | 317,00 | 317,60 | 346,11 | 346,10 | 29,112 | 28,502 |
| D18 - C06 | 53,70 | 1,60806 | 0,05689 | 1,66496 | 1,63651 | 75 | 0,1276 | 0,3704 | 321,00 | 314,50 | 346,28 | 346,16 | 25,284 | 31,657 |
| C06 - C08 | 86,64 | 0,10180 | 0,09179 | 0,19360 | 0,14770 | 50 | 0,0173 | 0,0752 | 317,60 | 317,40 | 346,30 | 346,28 | 28,702 | 28,884 |
| C08 - C05 | 53,67 | 0,14675 | 0,05686 | 0,20361 | 0,17518 | 50 | 0,0147 | 0,0892 | 317,40 | 318,50 | 346,30 | 346,29 | 28,902 | 27,787 |
| C05 - C18 | 49,70 | 0,15799 | 0,05266 | 0,21064 | 0,18432 | 50 | 0,0149 | 0,0939 | 315,50 | 317,00 | 346,30 | 346,29 | 30,802 | 29,287 |
| C18 - C17 | 53,82 | 0,00000 | 0,05702 | 0,05702 | 0,02851 | 50 | 0,0005 | 0,0145 | 317,00 | 315,00 | 346,30 | 346,30 | 29,302 | 31,301 |
| C18 - C20 | 43,70 | 0,05467 | 0,04630 | 0,10097 | 0,07782 | 50 | 0,0027 | 0,0396 | 315,60 | 315,50 | 346,30 | 346,30 | 30,704 | 30,802 |

| REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---------|---------|----------|----------|---------------|--------|------------|------------------|---------|---------------------|---------|----------------------|---------|
| TRECHO | COMPR. (m) | VAZÕES | | | | DIÂMETRO (mm) | Hf (m) | VEL. (m/s) | COTAS DO TERRENO | | COTAS PIEZOMÉTRICAS | | PRESSÕES DISPONÍVEIS | |
| | | JUSANTE | MARCHA | MONTANTE | FICTICIA | | | | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE |
| C06 - C04 | 68,14 | 1,15045 | 0,07219 | 1,22264 | 1,18654 | 50 | 0,6423 | 0,6043 | 314,50 | 317,80 | 346,28 | 345,64 | 31,784 | 27,842 |
| C04 - C02 | 50,34 | 0,59428 | 0,05333 | 0,64761 | 0,62095 | 50 | 0,1432 | 0,3162 | 317,80 | 317,00 | 345,64 | 345,50 | 27,842 | 28,499 |
| C02 - C03 | 121,20 | 0,09630 | 0,12841 | 0,22470 | 0,16050 | 50 | 0,0282 | 0,0817 | 317,00 | 316,50 | 345,50 | 345,47 | 28,499 | 28,971 |
| C04 - C07 | 128,89 | 0,07206 | 0,13656 | 0,20862 | 0,14034 | 50 | 0,0234 | 0,0715 | 316,40 | 316,50 | 345,64 | 345,62 | 29,242 | 29,119 |
| C03 - C20 | 61,00 | 0,05467 | 0,06463 | 0,11930 | 0,08698 | 50 | 0,0046 | 0,0443 | 316,50 | 316,50 | 345,47 | 345,47 | 28,971 | 28,966 |
| C20 - C19 | 103,20 | 0,00000 | 0,10934 | 0,10934 | 0,05467 | 50 | 0,0033 | 0,0278 | 315,70 | 314,00 | 345,47 | 345,46 | 29,766 | 31,463 |
| C03 - C21 | 69,18 | 0,00000 | 0,07329 | 0,07329 | 0,03665 | 50 | 0,0010 | 0,0187 | 316,50 | 316,10 | 345,47 | 345,47 | 28,971 | 29,369 |
| C02 - C01 | 140,21 | 0,00000 | 0,14855 | 0,14855 | 0,07427 | 50 | 0,0078 | 0,0378 | 316,50 | 314,60 | 345,50 | 345,49 | 28,999 | 30,891 |
| C07 - C03 | 45,14 | 0,09630 | 0,04782 | 0,14412 | 0,12021 | 50 | 0,0062 | 0,0612 | 316,80 | 316,50 | 345,62 | 345,61 | 28,819 | 29,112 |
| C05 - C07 | 10,18 | 0,07206 | 0,01079 | 0,08285 | 0,07745 | 50 | 0,0006 | 0,0394 | 316,80 | 316,50 | 351,03 | 351,03 | 34,231 | 34,530 |
| C22 - D19 | 132,24 | 7,01790 | 0,14010 | 7,15800 | 7,08795 | 150 | 0,1623 | 0,4011 | 318,00 | 321,00 | 346,24 | 346,08 | 28,242 | 25,079 |
| D19 - D18 | 7,56 | 2,92300 | 0,00801 | 2,93101 | 2,92700 | 75 | 0,0527 | 0,6625 | 321,00 | 321,00 | 346,08 | 346,03 | 25,079 | 25,027 |
| D18 - D17 | 33,59 | 0,93759 | 0,03559 | 0,97318 | 0,95539 | 50 | 0,2121 | 0,4866 | 321,00 | 320,50 | 346,03 | 345,81 | 25,027 | 25,315 |
| D17 - D16 | 51,23 | 0,16099 | 0,05428 | 0,21526 | 0,18813 | 50 | 0,0160 | 0,0958 | 320,50 | 320,50 | 345,81 | 345,80 | 25,315 | 25,299 |
| C06 - D16 | 29,11 | 0,16099 | 0,03084 | 0,19183 | 0,17641 | 50 | 0,0081 | 0,0898 | 321,00 | 320,50 | 345,80 | 345,79 | 24,799 | 25,290 |
| D16 - D13 | 74,41 | 0,24314 | 0,07884 | 0,32197 | 0,28256 | 50 | 0,0493 | 0,1439 | 320,50 | 318,00 | 345,80 | 345,75 | 25,299 | 27,749 |
| C04 - D13 | 48,21 | 0,24314 | 0,05108 | 0,29422 | 0,26868 | 50 | 0,0291 | 0,1368 | 318,00 | 318,00 | 345,75 | 345,72 | 27,749 | 27,720 |
| D13 - D12 | 50,94 | 0,15046 | 0,05397 | 0,20443 | 0,17744 | 50 | 0,0143 | 0,0904 | 318,00 | 317,50 | 345,75 | 345,73 | 27,749 | 28,235 |
| C02 - D12 | 66,61 | 0,15046 | 0,07057 | 0,22103 | 0,18574 | 50 | 0,0203 | 0,0946 | 317,00 | 317,50 | 345,73 | 345,71 | 28,735 | 28,215 |
| D12 - D10 | 67,71 | 0,00000 | 0,07174 | 0,07174 | 0,03587 | 50 | 0,0010 | 0,0183 | 317,50 | 315,00 | 345,73 | 345,73 | 28,235 | 30,734 |
| D17 - D08 | 63,70 | 0,65484 | 0,06749 | 0,72233 | 0,68858 | 50 | 0,2194 | 0,3507 | 320,50 | 318,50 | 345,81 | 345,60 | 25,315 | 27,095 |
| D08 - D06 | 122,86 | 0,20848 | 0,13017 | 0,33865 | 0,27357 | 50 | 0,0767 | 0,1393 | 318,50 | 317,00 | 345,60 | 345,52 | 27,095 | 28,518 |
| D13 - D06 | 69,25 | 0,20848 | 0,07337 | 0,28185 | 0,24517 | 50 | 0,0353 | 0,1249 | 318,00 | 317,00 | 345,52 | 345,48 | 27,518 | 28,483 |
| D06 - D09 | 79,53 | 0,14633 | 0,08426 | 0,23059 | 0,18846 | 50 | 0,0249 | 0,0960 | 317,00 | 314,00 | 345,52 | 345,49 | 28,518 | 31,493 |

| REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---------|---------|----------|----------|---------------|--------|------------|------------------|---------|---------------------|---------|----------------------|---------|
| TRECHO | COMPR. (m) | VAZÕES | | | | DIÂMETRO (mm) | Hf (m) | VEL. (m/s) | COTAS DO TERRENO | | COTAS PIEZOMÉTRICAS | | PRESSÕES DISPONÍVEIS | |
| | | JUSANTE | MARCHA | MONTANTE | FICTICIA | | | | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE |
| D12 - D09 | 78,19 | 0,14633 | 0,08284 | 0,22917 | 0,18775 | 50 | 0,0243 | 0,0956 | 317,50 | 314,00 | 345,49 | 345,47 | 27,993 | 31,469 |
| D09 - D02 | 18,80 | 0,27275 | 0,01992 | 0,29267 | 0,28271 | 50 | 0,0125 | 0,1440 | 314,00 | 314,00 | 345,49 | 345,48 | 31,493 | 31,481 |
| D08 - D07 | 103,31 | 0,20674 | 0,10945 | 0,31619 | 0,26146 | 50 | 0,0593 | 0,1332 | 318,50 | 316,00 | 345,60 | 345,54 | 27,095 | 29,536 |
| D07 - D05 | 123,57 | 0,07582 | 0,13092 | 0,20674 | 0,14128 | 50 | 0,0227 | 0,0720 | 316,00 | 315,00 | 345,54 | 345,51 | 29,536 | 30,513 |
| D06 - D05 | 104,35 | 0,07582 | 0,11056 | 0,18637 | 0,13109 | 50 | 0,0167 | 0,0668 | 317,00 | 315,00 | 345,51 | 345,50 | 28,513 | 30,496 |
| D05 - D04 | 111,04 | 0,03399 | 0,11764 | 0,15163 | 0,09281 | 50 | 0,0094 | 0,0473 | 315,00 | 314,00 | 345,51 | 345,50 | 30,513 | 31,504 |
| D04 - D03 | 64,16 | 0,00000 | 0,06798 | 0,06798 | 0,03399 | 50 | 0,0008 | 0,0173 | 314,00 | 314,00 | 345,50 | 345,50 | 31,504 | 31,503 |
| D02 - D04 | 90,66 | 0,03399 | 0,09605 | 0,13004 | 0,08201 | 50 | 0,0061 | 0,0418 | 314,00 | 314,00 | 345,50 | 345,50 | 31,504 | 31,498 |
| D02 - D01 | 134,70 | 0,00000 | 0,14271 | 0,14271 | 0,07136 | 50 | 0,0070 | 0,0363 | 314,00 | 312,00 | 345,50 | 345,49 | 31,498 | 33,491 |
| D19 - E23 | 95,66 | 3,98554 | 0,10135 | 4,08689 | 4,03621 | 100 | 0,2979 | 0,5139 | 321,00 | 317,00 | 346,08 | 345,78 | 25,079 | 28,781 |
| E23 - E19 | 155,03 | 0,82323 | 0,16425 | 0,98748 | 0,90536 | 50 | 0,8860 | 0,4611 | 317,00 | 322,00 | 345,78 | 344,90 | 28,781 | 22,895 |
| E19 - E20 | 147,59 | 0,08705 | 0,15637 | 0,24342 | 0,16524 | 50 | 0,0363 | 0,0842 | 322,00 | 324,50 | 344,90 | 344,86 | 22,895 | 20,359 |
| E20 - E21 | 90,32 | 0,00000 | 0,09569 | 0,09569 | 0,04785 | 50 | 0,0022 | 0,0244 | 324,50 | 328,20 | 344,86 | 344,86 | 20,359 | 16,657 |
| F18 - E20 | 88,07 | 0,08705 | 0,09331 | 0,18036 | 0,13371 | 50 | 0,0146 | 0,0681 | 322,50 | 324,50 | 344,06 | 344,05 | 21,563 | 19,548 |
| E19 - E15 | 63,05 | 0,51301 | 0,06680 | 0,57981 | 0,54641 | 50 | 0,1416 | 0,2783 | 322,00 | 326,20 | 344,90 | 344,75 | 22,895 | 18,554 |
| E20 - E17 | 46,65 | 0,02899 | 0,04942 | 0,07841 | 0,05370 | 50 | 0,0014 | 0,0273 | 324,60 | 325,00 | 344,86 | 344,86 | 20,261 | 19,859 |
| E17 - E18 | 54,72 | 0,00000 | 0,05797 | 0,05797 | 0,02899 | 50 | 0,0005 | 0,0148 | 324,60 | 325,50 | 344,86 | 344,86 | 20,261 | 19,360 |
| E16 - E17 | 84,60 | 0,02899 | 0,08963 | 0,11862 | 0,07380 | 50 | 0,0047 | 0,0376 | 324,60 | 324,60 | 344,87 | 344,86 | 20,265 | 20,261 |
| E15 - E16 | 43,24 | 0,51412 | 0,04581 | 0,55993 | 0,53702 | 50 | 0,0940 | 0,2735 | 326,20 | 324,60 | 344,96 | 344,87 | 18,759 | 20,265 |
| E16 - E13 | 114,88 | 0,27379 | 0,12171 | 0,39550 | 0,33464 | 50 | 0,1041 | 0,1704 | 326,60 | 325,50 | 344,97 | 344,87 | 18,369 | 19,365 |
| E15 - E12 | 117,84 | 0,34125 | 0,12485 | 0,46610 | 0,40368 | 50 | 0,1511 | 0,2056 | 326,20 | 324,60 | 344,96 | 344,81 | 18,759 | 20,208 |
| E13 - E14 | 47,24 | 0,20824 | 0,05005 | 0,25829 | 0,23327 | 50 | 0,0220 | 0,1188 | 325,50 | 326,50 | 344,97 | 344,95 | 19,469 | 18,447 |
| E12 - E13 | 57,42 | 0,27379 | 0,06084 | 0,33462 | 0,30420 | 50 | 0,0436 | 0,1549 | 324,60 | 325,50 | 344,81 | 344,76 | 20,208 | 19,264 |
| E14 - E10 | 97,69 | 0,10474 | 0,10350 | 0,20824 | 0,15649 | 50 | 0,0217 | 0,0797 | 326,50 | 325,00 | 344,97 | 344,95 | 18,469 | 19,947 |

| REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS - PB) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---------|---------|----------|----------|---------------|--------|------------|------------------|---------|---------------------|---------|----------------------|---------|
| TRECHO | COMPR. (m) | VAZÕES | | | | DIÂMETRO (mm) | Hf (m) | VEL. (m/s) | COTAS DO TERRENO | | COTAS PIEZOMÉTRICAS | | PRESSÕES DISPONÍVEIS | |
| | | JUSANTE | MARCHA | MONTANTE | FICTICIA | | | | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE | MONTANTE | JUSANTE |
| E13 - E09 | 98,04 | 0,18541 | 0,10387 | 0,28928 | 0,23734 | 50 | 0,0471 | 0,1209 | 326,40 | 326,50 | 344,81 | 344,76 | 18,412 | 18,264 |
| E12 - E08 | 98,54 | 0,24348 | 0,10440 | 0,34788 | 0,29568 | 50 | 0,0710 | 0,1506 | 317,00 | 315,00 | 344,81 | 344,74 | 27,808 | 29,737 |
| E10 - E11 | 39,91 | 0,00000 | 0,04228 | 0,04228 | 0,02114 | 50 | 0,0002 | 0,0108 | 325,00 | 324,00 | 344,97 | 344,97 | 19,969 | 20,969 |
| E09 - E10 | 46,49 | 0,10474 | 0,04925 | 0,15400 | 0,12937 | 50 | 0,0073 | 0,0659 | 326,50 | 325,00 | 344,98 | 344,97 | 18,476 | 19,969 |
| E08 - E09 | 53,40 | 0,18541 | 0,05658 | 0,24198 | 0,21370 | 50 | 0,0211 | 0,1088 | 327,50 | 326,50 | 345,00 | 344,98 | 17,497 | 18,476 |
| E10 - E06 | 94,29 | 0,06730 | 0,09990 | 0,16720 | 0,11725 | 50 | 0,0123 | 0,0597 | 325,00 | 323,60 | 344,98 | 344,97 | 19,981 | 21,369 |
| E09 - E05 | 94,27 | 0,11694 | 0,09988 | 0,21682 | 0,16688 | 50 | 0,0236 | 0,0850 | 326,00 | 326,50 | 345,00 | 344,98 | 19,000 | 18,476 |
| E08 - E04 | 94,32 | 0,14505 | 0,09993 | 0,24498 | 0,19502 | 50 | 0,0315 | 0,0993 | 327,50 | 326,40 | 345,00 | 344,97 | 17,497 | 18,566 |
| E06 - E07 | 39,47 | 0,00000 | 0,04182 | 0,04182 | 0,02091 | 50 | 0,0002 | 0,0106 | 323,60 | 323,00 | 344,98 | 344,98 | 21,381 | 21,981 |
| E05 - E06 | 45,77 | 0,06730 | 0,04849 | 0,11580 | 0,09155 | 50 | 0,0038 | 0,0466 | 326,50 | 323,60 | 344,99 | 344,98 | 18,485 | 21,381 |
| E04 - E05 | 49,55 | 0,11694 | 0,05250 | 0,16944 | 0,14319 | 50 | 0,0093 | 0,0729 | 326,40 | 326,50 | 344,99 | 344,99 | 18,594 | 18,485 |
| E06 - E03 | 87,58 | 0,00000 | 0,09279 | 0,09279 | 0,04639 | 50 | 0,0021 | 0,0236 | 323,60 | 324,00 | 344,98 | 344,98 | 21,383 | 20,981 |
| E05 - E02 | 88,90 | 0,02390 | 0,09419 | 0,11809 | 0,07100 | 50 | 0,0046 | 0,0362 | 324,80 | 326,50 | 344,99 | 344,99 | 20,190 | 18,485 |
| E02 - E03 | 45,12 | 0,00000 | 0,04780 | 0,04780 | 0,02390 | 50 | 0,0003 | 0,0122 | 326,50 | 324,00 | 344,99 | 344,99 | 18,490 | 20,989 |
| E01 - E02 | 45,89 | 0,02390 | 0,04862 | 0,07252 | 0,04821 | 50 | 0,0012 | 0,0246 | 328,70 | 326,50 | 344,99 | 344,99 | 16,291 | 18,490 |
| E01 - E00 | 28,92 | 0,00000 | 0,03064 | 0,03064 | 0,01532 | 50 | 0,0001 | 0,0078 | 328,70 | 328,90 | 344,99 | 344,99 | 16,291 | 16,091 |
| A03 - E01 | 50,18 | 0,10316 | 0,05316 | 0,15633 | 0,12974 | 50 | 0,0079 | 0,0661 | 327,60 | 328,70 | 345,00 | 344,99 | 17,399 | 16,291 |
| E04 - A03 | 40,12 | 0,07816 | 0,04251 | 0,12067 | 0,09942 | 50 | 0,0039 | 0,0506 | 326,40 | 327,60 | 345,00 | 345,00 | 18,603 | 17,399 |
| E23 - F22 | 180,67 | 2,80664 | 0,19142 | 2,99805 | 2,90235 | 75 | 1,2391 | 0,6570 | 317,00 | 319,00 | 345,78 | 344,54 | 28,781 | 25,542 |
| F22 - F21 | 39,50 | 1,49593 | 0,04185 | 1,53778 | 1,51686 | 75 | 0,0816 | 0,3433 | 319,00 | 320,00 | 344,54 | 344,40 | 25,542 | 24,401 |
| F22 - F19 | 83,70 | 1,18018 | 0,08868 | 1,26886 | 1,22452 | 75 | 0,1163 | 0,2772 | 319,00 | 321,50 | 344,54 | 344,43 | 25,542 | 22,926 |
| F21 - F18 | 35,52 | 1,11292 | 0,03763 | 1,15055 | 1,13173 | 50 | 0,3068 | 0,5764 | 320,00 | 322,50 | 344,40 | 344,09 | 24,401 | 21,594 |
| F19 - F12 | 193,34 | 0,67143 | 0,20484 | 0,87627 | 0,77385 | 50 | 0,8265 | 0,3941 | 321,50 | 321,50 | 344,43 | 343,60 | 22,926 | 22,099 |
| F19 - F20 | 37,97 | 0,26368 | 0,04023 | 0,30391 | 0,28379 | 50 | 0,0254 | 0,1445 | 321,50 | 324,00 | 344,43 | 344,40 | 22,926 | 20,401 |

APÊNDICE A – ORÇAMENTO ADUTORA CACHOEIRA DA VACA

| ITEM | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | FONTE | UND | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO R\$ | PREÇO TOTAL R\$ |
|-------------|---|--|--------------|------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | SERVICOS PRELIMINARES | | | | | | 14.488,12 |
| 1.1 | 74209/001 | Placa de obra em chapa de aço galvanizado | SINAPI | m² | 3,00 | 311,04 | 933,12 |
| 1.2 | I04298 | Aluguel de container - Escritório com banheiro - 6,20 x 2,40m, equipado com Ar condicionado | ORSE | mês | 4,00 | 1.200,00 | 4.800,00 |
| 1.3 | I10491 | Aluguel de container - Banheiro com 4 chuveiros, 1 lavatório, 1 mictório e 4 bacias - 6,20 x 2,40m | ORSE | mês | 4,00 | 1.200,00 | 4.800,00 |
| 1.4 | S05109 | Locação e Nivelamento de Redes de Água e Adutoras | ORSE | m | 3.500,00 | 1,13 | 3.955,00 |
| 2 | DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES | | | | | | 107.072,00 |
| 2.1 | 73859/001 | Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com remoção de camada vegetal, utilizando trator de esteiras | SINAPI | m² | 7.000,00 | 0,11 | 770,00 |
| 2.2 | S90106S | Escavação mecanizada de vala com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m³ / potência: 88 hp) | ORSE | m³ | 4.200,00 | 5,31 | 22.302,00 |
| 2.3 | 030110 | Transporte de materiais/equipamentos/outros (inclusive os da mobilização e desmobilização) - caminhão carroceria madeira 15 t (incluso no valor o retorno) | AGETOP CIVIS | tkm | 200.000,00 | 0,42 | 84.000,00 |
| 3 | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES | | | | | | 367.017,36 |
| 3.1 | 00009828 | Tubo PVC defofo dn 150 mm, para rede de agua (nbr 7665) | SINAPI | m | 3.500,00 | 96,48 | 337.680,00 |

| ITEM | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | FONTE | UND | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO R\$ | PREÇO TOTAL R\$ |
|----------------------------|--|--|---------|----------------|------------|--------------------|-------------------|
| 3.2 | S07074 | Fornecimento de ventosa, pn 25, diam = 150mm | ORSE | un | 7,00 | 3.770,25 | 26.391,75 |
| 3.3 | 73.46.09 | Registro de gaveta bruto dn 150 mm | SUDECAP | un | 1,00 | 391,01 | 391,01 |
| 3.4 | HID-BOM-045 | Conjunto elevatório motor-bomba (centrífuga) de 7,5 cv | SETOP | u | 1,00 | 2.554,60 | 2.554,60 |
| 4 | ASSENTAMENTO E MONTAGEM DE TUBOS E CONEXÕES | | | | | | 14.708,53 |
| 4.1 | C0283 | Assentamento de tubos e conexões em PVC, dn 150mm | SEINFRA | m | 3.500,00 | 3,79 | 13.265,00 |
| 4.2 | S06011 | Assentamento de registro de gaveta, diam. = 50mm a 150mm | ORSE | un | 1,00 | 5,70 | 5,70 |
| 4.3 | S01452 | Abrigo flutuante para conjunto moto-bomba (1.20 x 1.00m) | ORSE | un | 1,00 | 1.363,98 | 1.363,98 |
| 4.4 | S06060 | Assentamento de ventosa, diam. = 50mm a 150mm | ORSE | un | 7,00 | 10,55 | 73,85 |
| 5 | RECOMPOSIÇÕES | | | | | | 46.452,00 |
| 5.1 | 93375 | Reaterro mecanizado de vala com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m ³ / potência: 88 hp) | SINAPI | m ³ | 4.200,00 | 11,06 | 46.452,00 |
| VALOR ORÇAMENTO: | | | | | | | 549.738,01 |
| VALOR SEM ENCARGOS: | | | | | | | 532.357,11 |
| VALOR ENCARGOS: | | | | | | | 17.380,90 |
| VALOR COM ENCARGOS: | | | | | | | 549.738,01 |
| BDI (%): | | | | | | | 26,44 |
| VALOR BDI: | | | | | | | 145.350,73 |
| VALOR TOTAL: | | | | | | | 695.088,74 |

APÊNDICE B – ORÇAMENTO ADUTORA RIACHO DO MEIO

| ITEM | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | FONTE | UND | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO R\$ | PREÇO TOTAL R\$ |
|-------------|---|--|--------------|----------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | SERVIÇOS PRELIMINARES | | | | | | 15.053,12 |
| 1.1 | 74209/001 | Placa de obra em chapa de aço galvanizado | SINAPI | m ² | 3,00 | 311,04 | 933,12 |
| 1.2 | I04298 | Aluguel de container - Escritório com banheiro - 6,20 x 2,40m, equipado com Ar condicionado | ORSE | mês | 4,00 | 1.200,00 | 4.800,00 |
| 1.3 | I10491 | Aluguel de container - Banheiro com 4 chuveiros, 1 lavatório, 1 mictório e 4 bacias - 6,20 x 2,40m | ORSE | mês | 4,00 | 1.200,00 | 4.800,00 |
| 1.4 | S05109 | Locação e Nivelamento de Redes de Água e Adutoras | ORSE | m | 4.000,00 | 1,13 | 4.520,00 |
| 2 | DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES | | | | | | 110.368,00 |
| 2.1 | 73859/001 | Desmatamento e limpeza mecanizada de terreno com remoção de camada vegetal, utilizando trator de esteiras | SINAPI | m ² | 8.000,00 | 0,11 | 880,00 |
| 2.2 | S90106S | Escavação mecanizada de vala com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m ³ / potência: 88 hp) | ORSE | m ³ | 4.800,00 | 5,31 | 25.488,00 |
| 2.3 | 030110 | Transporte de materiais/equipamentos/outros (inclusive os da mobilização e desmobilização) - caminhão carroceria madeira 15 t (incluso no valor o retorno) | AGETOP CIVIS | tkm | 200.000,00 | 0,42 | 84.000,00 |
| 3 | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES | | | | | | 419.027,61 |
| 3.1 | 00009828 | Tubo PVC defofo dn 150 mm, para rede de agua (nbr 7665) | SINAPI | m | 4.000,00 | 96,48 | 385.920,00 |

| ITEM | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | FONTE | UND | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO R\$ | PREÇO TOTAL R\$ |
|----------|--|--|---------|----------------|------------|----------------------------|-------------------|
| 3.2 | 73.46.09 | Registro de gaveta bruto dn 150 mm | SUDECAP | un | 1,00 | 391,01 | 391,01 |
| 3.3 | HID-BOM-045 | Conjunto elevatório motor-bomba (centrífuga) de 7,5 cv | SETOP | u | 1,00 | 2.554,60 | 2.554,60 |
| 3.4 | S07074 | Fornecimento de ventosa, pn 25, diam = 150mm | ORSE | un | 8,00 | 3.770,25 | 30.162,00 |
| 4 | ASSENTAMENTO E MONTAGEM DE TUBOS E CONEXÕES | | | | | | 16.614,08 |
| 4.1 | C0283 | Assentamento de tubos e conexões em PVC, dn 150mm | SEINFRA | m | 4.000,00 | 3,79 | 15.160,00 |
| 4.2 | S06011 | Assentamento de registro de gaveta, diam. = 50mm a 150mm | ORSE | un | 1,00 | 5,70 | 5,70 |
| 4.3 | S01452 | Abriço flutuante para conjunto moto-bomba (1.20 x 1.00m) | ORSE | un | 1,00 | 1.363,98 | 1.363,98 |
| 4.4 | S06060 | Assentamento de ventosa, diam. = 50mm a 150mm | ORSE | un | 8,00 | 10,55 | 84,40 |
| 5 | RECOMPOSIÇÕES | | | | | | 53.088,00 |
| 5.1 | 93375 | Reaterro mecanizado de vala com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m ³ / potência: 88 hp) | SINAPI | m ³ | 4.800,00 | 11,06 | 53.088,00 |
| | | | | | | VALOR ORÇAMENTO: | 614.150,81 |
| | | | | | | VALOR SEM ENCARGOS: | 594.353,28 |
| | | | | | | VALOR ENCARGOS: | 19.797,53 |
| | | | | | | VALOR COM ENCARGOS: | 614.150,81 |
| | | | | | | BDI (%): | 26,44 |
| | | | | | | VALOR BDI: | 162.381,47 |
| | | | | | | VALOR TOTAL: | 776.532,28 |

APÊNDICE C – ORÇAMENTO REDE DE ABASTECIMENTO (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS – PB)

| ITEM | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | FONTE | UND | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO R\$ | PREÇO TOTAL R\$ |
|-------------|------------------------------|--|--------------|----------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | SERVICOS PRELIMINARES | | | | | | 30.819,67 |
| 1.1 | 74209/001 | Placa de obra em chapa de aço galvanizado | SINAPI | m ² | 3,00 | 311,04 | 933,12 |
| 1.2 | I04298 | Aluguel de container - Escritório com banheiro - 6,20 x 2,40m, equipado com Ar condicionado | ORSE | mês | 6,00 | 1.200,00 | 7.200,00 |
| 1.3 | I10491 | Aluguel de container - Banheiro com 4 chuveiros, 1 lavatório, 1 mictório e 4 bacias - 6,20 x 2,40m | ORSE | mês | 6,00 | 1.200,00 | 7.200,00 |
| 1.4 | S05109 | Locação e Nivelamento de Redes de Água e Adutoras | ORSE | m | 13.704,91 | 1,13 | 15.486,55 |
| 2 | DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES | | | | | | 362.215,60 |
| 2.1 | 1200025 | Retirada de pavimentação em paralelepípedo rejuntado com cimento e areia, com reaproveitamento | CAERN | m ² | 20.436,50 | 8,18 | 167.170,57 |
| 2.2 | C2938 | Retirada de pavimentação asfáltica | SEINFRA | m ² | 120,93 | 22,47 | 2.717,30 |
| 2.3 | S90106S | Escavação mecanizada de vala com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m ³ / potência: 88 hp) | ORSE | m ³ | 16.445,90 | 5,31 | 87.327,73 |
| 2.4 | 030110 | Transporte de materiais/equipamentos/outros (inclusive os da mobilização e desmobilização) - caminhão carroceria madeira 15 t (incluso no valor o retorno) | AGETOP CIVIS | tkm | 250.000,00 | 0,42 | 105.000,00 |

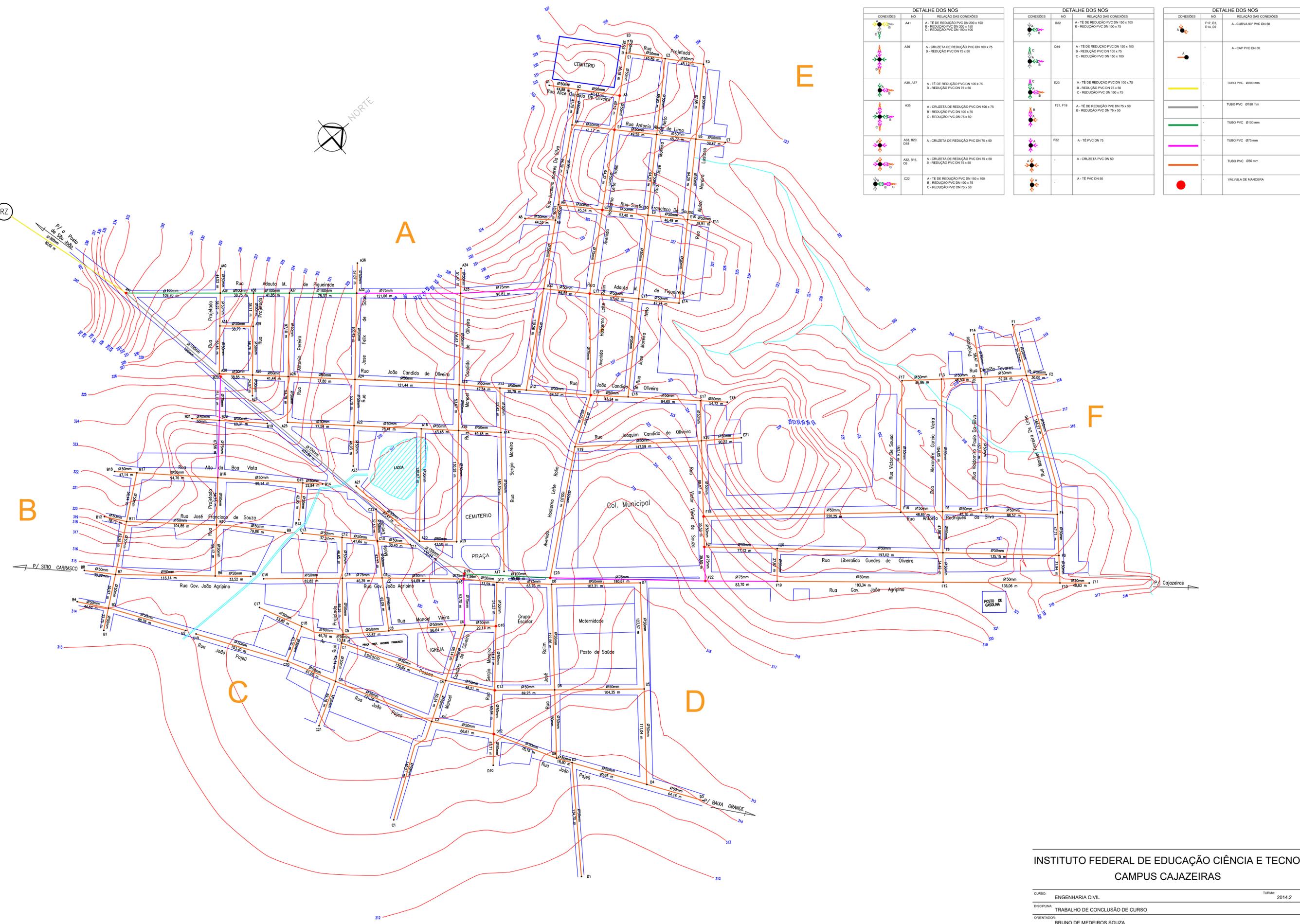
| ITEM | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | FONTE | UND | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO R\$ | PREÇO TOTAL R\$ |
|----------|---|--|---------|-----|------------|--------------------|-------------------|
| 3 | FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES | | | | | | 260.913,00 |
| 3.1 | 00009829 | Tubo PVC defofo, dn 200 mm, para rede de água (nbr 7665) | SINAPI | m | 80,62 | 163,52 | 13.182,98 |
| 3.2 | 00009828 | Tubo PVC defofo, dn 150 mm, para rede de água (nbr 7665) | SINAPI | m | 517,01 | 96,48 | 49.881,12 |
| 3.3 | 00009825 | Tubo PVC defofo, dn 100 mm, para rede de água (nbr 7665) | SINAPI | m | 364,29 | 35,85 | 13.059,80 |
| 3.4 | 00036373 | Tubo PVC, dn 75 mm, para rede de água (nbr 5647) | SINAPI | m | 701,67 | 26,43 | 18.545,14 |
| 3.5 | 00036084 | Tubo PVC, dn 50 mm, para rede de água (nbr 5647) | SINAPI | m | 12.041,32 | 12,73 | 153.286,00 |
| 3.6 | 00003540 | Joelho PVC, soldável, 90 graus, dn 50 mm | SINAPI | un | 8,00 | 3,82 | 30,56 |
| 3.7 | 00003503 | Joelho, PVC soldável, 45 graus, dn 50 mm | SINAPI | un | 2,00 | 5,03 | 10,06 |
| 3.8 | I13189 | Tê, PVC defofo c/ bolsas, dn 200mm | ORSE | un | 1,00 | 485,09 | 485,09 |
| 3.9 | C2320 | Tê, PVC defofo c/ bolsas, dn 150mm | SEINFRA | un | 3,00 | 166,92 | 500,76 |
| 3.10 | S05212 | Fornecimento de tê 90° de PVC, com bolsas, diam. = 100mm | ORSE | un | 4,00 | 53,62 | 214,48 |
| 3.11 | S05211 | Fornecimento de tê 90° de PVC, com bolsas, diam. = 75mm | ORSE | un | 3,00 | 48,25 | 144,75 |
| 3.12 | S05210 | Fornecimento de tê 90° de PVC, com bolsas, diam. = 50mm | ORSE | un | 45,00 | 21,78 | 980,10 |
| 3.13 | S01103 | Cruzeta de PVC soldável, diâm = 50mm | ORSE | un | 35,00 | 29,84 | 1.044,40 |
| 3.14 | C0983 | Cruzeta PVC soldável dn=75mm | SEINFRA | un | 6,00 | 49,02 | 294,12 |
| 3.15 | S01106 | Cruzeta de PVC soldável, diâm = 100mm | ORSE | un | 2,00 | 81,67 | 163,34 |

| ITEM | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | FONTE | UND | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO R\$ | PREÇO TOTAL R\$ |
|----------|--|--|---------|-----|------------|--------------------|------------------|
| 3.16 | C0694 | Cap PVC soldável, dn= 50mm | SEINFRA | un | 41,00 | 7,91 | 324,31 |
| 3.17 | I1802 | Registro de gaveta bruto, dn 50mm | SEINFRA | un | 13,00 | 97,73 | 1.270,49 |
| 3.18 | MATED-13039 | Registro de gaveta bruto, dn= 75mm | SETOP | u | 4,00 | 107,47 | 429,88 |
| 3.19 | C2164 | Registro de gaveta bruto dn= 100mm | SEINFRA | un | 2,00 | 590,78 | 1.181,56 |
| 3.20 | 73.46.09 | Registro de gaveta bruto dn= 150mm | SUDECAP | un | 3,00 | 391,01 | 1.173,03 |
| 3.21 | MAT120150 | Registro de gaveta, diâmetro nominal de 200mm | SCO | un | 1,00 | 1.874,58 | 1.874,58 |
| 3.22 | I5799 | Redução PVC reforçado dn 200 x 150 | SEINFRA | un | 2,00 | 691,71 | 1.383,42 |
| 3.23 | I4062 | Redução PVC dn 150 x 100 | SEINFRA | un | 4,00 | 104,00 | 416,00 |
| 3.24 | I3141 | Redução PVC dn 100 x 75 | SEINFRA | un | 11,00 | 18,02 | 198,22 |
| 3.25 | I3138 | Redução PVC dn 75 x 50 | SEINFRA | un | 23,00 | 36,47 | 838,81 |
| 4 | ASSENTAMENTO E MONTAGEM DE TUBOS E CONEXÕES | | | | | | 24.821,79 |
| 4.1 | C0284 | Assentamento de tubos e conexões em PVC, dn 200mm | SEINFRA | m | 80,62 | 4,94 | 398,26 |
| 4.2 | C0283 | Assentamento de tubos e conexões em PVC, dn 150mm | SEINFRA | m | 517,01 | 3,79 | 1.959,47 |
| 4.3 | C0281 | Assentamento de tubos e conexões em PVC, dn 100mm | SEINFRA | m | 364,29 | 2,63 | 958,08 |
| 4.4 | C0292 | Assentamento de tubos e conexões em PVC, je dn 75mm | SEINFRA | m | 701,67 | 1,96 | 1.375,27 |
| 4.5 | C0291 | Assentamento de tubos e conexões em PVC, dn 50mm | SEINFRA | m | 12.041,32 | 1,66 | 19.988,59 |
| 4.6 | S06011 | Assentamento de registro de gaveta, diam. = 50mm a 150mm | ORSE | un | 23,00 | 5,70 | 131,10 |

| ITEM | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | FONTE | UND | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO R\$ | PREÇO TOTAL R\$ |
|----------------------------|-------------------------|--|--------|-----|------------|--------------------|---------------------|
| 4.7 | S06012 | Assentamento de registro de gaveta, diam. = 200mm a 300mm | ORSE | un | 1,00 | 11,02 | 11,02 |
| 5 | RECOMPOSIÇÕES | | | | | | 1.138.255,71 |
| 5.1 | 93375 | Reaterro mecanizado de vala com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m³ / potência: 88 hp) | SINAPI | m³ | 16.445,90 | 11,06 | 181.891,65 |
| 5.2 | 2150030 | Recomposição pavimento asfáltico com concreto betuminoso usinado a quente (cbruq) - dmt 5 km. r_11/2018 | CAERN | m² | 120,93 | 901,90 | 109.066,77 |
| 5.3 | BP 10.25.0200 (A) | Reassentamento de paralelepípedos, com reaproveitamento deste, com limpeza de rejunto aderido, sobre colchao de po-de-pedra, areia ou material equivalente, inclusive fornecimento de todos os materiais e o rejuntamento. | SCO | m² | 20.436,50 | 41,46 | 847.297,29 |
| VALOR ORÇAMENTO: | | | | | | | 1.817.025,77 |
| VALOR SEM ENCARGOS: | | | | | | | 1.443.944,05 |
| VALOR ENCARGOS: | | | | | | | 373.081,72 |
| VALOR COM ENCARGOS: | | | | | | | 1.817.025,77 |
| BDI (%): | | | | | | | 26,44 |
| VALOR BDI: | | | | | | | 480.421,61 |
| VALOR TOTAL: | | | | | | | 2.297.447,38 |

OBS: Por não haver projeto de localização da rede de distribuição de água tratada no município de Cachoeira dos Índios – PB, foi realizado o orçamento sem aproveitamento da rede atual.

APÊNDICE D – PLANTA BAIXA, TRAÇADO DA REDE DE
ABASTECIMENTO (CACHOEIRA DOS ÍNDIOS – PB)



| DETALHE DOS NÓS | |
|-----------------|---|
| CONEXÕES | RELAÇÃO DAS CONEXÕES |
| A41 | A - TE DE REDUÇÃO PVC DN 200 x 150 B - REDUÇÃO PVC DN 200 x 150 C - REDUÇÃO PVC DN 150 x 100 |
| A38 | A - CRUZETA DE REDUÇÃO PVC DN 100 x 75 B - REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 |
| A38, A37 | A - TE DE REDUÇÃO PVC DN 100 x 75 B - REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 |
| A35 | A - CRUZETA DE REDUÇÃO PVC DN 75 x 75 B - REDUÇÃO PVC DN 100 x 75 C - REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 |
| A33, B20, D18 | A - CRUZETA DE REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 |
| A32, B16, C2 | A - CRUZETA DE REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 B - REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 C - REDUÇÃO PVC DN 150 x 100 |
| C22 | A - TE DE REDUÇÃO PVC DN 150 x 100 B - REDUÇÃO PVC DN 100 x 75 C - REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 |

| DETALHE DOS NÓS | |
|-----------------|---|
| CONEXÕES | RELAÇÃO DAS CONEXÕES |
| B22 | A - TE DE REDUÇÃO PVC DN 150 x 100 B - REDUÇÃO PVC DN 100 x 75 |
| D19 | A - TE DE REDUÇÃO PVC DN 150 x 100 B - REDUÇÃO PVC DN 100 x 75 C - REDUÇÃO PVC DN 150 x 100 |
| E23 | A - TE DE REDUÇÃO PVC DN 100 x 75 B - REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 C - REDUÇÃO PVC DN 100 x 75 |
| F21, F19 | A - TE DE REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 B - REDUÇÃO PVC DN 75 x 50 |
| F22 | A - TE PVC DN 75 |
| - | A - CRUZETA PVC DN 50 |
| - | A - TE PVC DN 50 |

| DETALHE DOS NÓS | |
|------------------|-------------------------|
| CONEXÕES | RELAÇÃO DAS CONEXÕES |
| F17, B3, E14, D7 | A - CURVA 90° PVC DN 50 |
| - | A - CAP PVC DN 50 |
| - | TUBO PVC Ø200 mm |
| - | TUBO PVC Ø150 mm |
| - | TUBO PVC Ø100 mm |
| - | TUBO PVC Ø75 mm |
| - | TUBO PVC Ø50 mm |
| - | VÁLVULA DE MANGUEIRA |