



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

HENRIQUE FEITOSA DE CARVALHO

**ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVOS
ATENUADORES DO GOLPE DE ARIETE EM ADUTORAS.**

FORTALEZA

2020

HENRIQUE FEITOSA DE CARVALHO

ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVOS
ATENUADORES DO GOLPE DE ARÍETE EM ADUTORAS.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Paula Nobre de
Andrade.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C331a Carvalho, Henrique Feitosa de.
ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DE
DISPOSITIVOS ATENUADORES DO GOLPE DE ARIETE EM
ADUTORAS. / Henrique Feitosa de Carvalho. - 2020.
75 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2020.

Orientação: Profa. Ma. Paula Nobre de Andrade.

1. Golpe de Ariete. 2. UFC7. 3. Análise de Custo-Benefício. I.
Título.

CDD 624

HENRIQUE FEITOSA DE CARVALHO

ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVOS
ATENUADORES DO GOLPE DE ARÍETE EM ADUTORAS.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Paula Nobre de
Andrade.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Paula Nobre de Andrade (Orientadora)
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Me. Nelson de Oliveira Quesado Filho
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dr. John Kenedy de Araújo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A todos aqueles que pretendem atuar no segmento de recursos hídricos e que buscam um conhecimento prático na área de execução de tais serviços, além daqueles que iniciaram a graduação em Engenharia Civil e pretendem conhecer melhor como funciona tal área.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à Deus por ter me dado saúde e força para a realização desse trabalho, além de ter colocado as pessoas certas no meu caminho, desde o início de tudo, tornando-se possível a realização de todos os feitos em minha vida até o momento.

Agradeço à minha família por todo o apoio, ajuda e incentivos para a realização desse trabalho, em especial à minha mãe, por todo o sacrifício feito durante toda nossa vida, para que hoje eu tenha a possibilidade de possuir uma graduação e, assim, poder retribuir a todo o esforço por mim.

À Unichristus em geral, por me proporcionar um excelente nível de estudo, em especial à coordenação do curso de Engenharia Civil, que sempre esteve à disposição, realizando um belo trabalho, mesmo quando não estamos acompanhando de perto. Agradeço também a todos os meus companheiros, que sempre estiveram presentes nos momentos difíceis e nos bons momentos, estudando e ajudando uns aos outros, para que todos pudessem atingir os objetivos juntos, como parceiros, não como concorrentes.

Um agradecimento muito especial a todos os professores que contribuíram bastante com a minha evolução e me ensinaram, não só conteúdos acadêmicos, mas também a ser uma pessoa melhor. E um agradecimento especial à professora Paula Andrade, por ter me acolhido em um momento delicado e por ter me ajudado tanto e contribuído tanto na elaboração desse trabalho, que não seria possível sem a sua ajuda.

E, por fim, agradeço à minha banca avaliadora, Dr. John Kenedy de Araújo e Me. Nelson de Oliveira Quesado Filho, por dedicarem um pouco do seu tempo para ler, avaliar e contribuir para a elaboração desse trabalho, com certeza são pessoas que muito agregam ao meu conhecimento e na aprovação desse trabalho, que necessitou de muito esforço, mas que não seria possível sem a avaliação de uma ótima banca. Agradeço, ainda, ao Dr. Marco Aurélio Holanda de Castro, do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará – DEHA/UFC, pela concessão ao uso do *software* UFC7 para os fins desse trabalho.

“Nossa força maior não está na capacidade de pensar, mas em algo mais poderoso: o poder de controlar e direcionar nossos pensamentos para onde quisermos”.

(NAPOLEON HILL)

RESUMO

A região do Nordeste brasileiro é caracterizada por um regime intermitente de precipitações, o que faz com que a mesma apresente recorrentes falta d'água em determinados locais, fazendo com que os dispositivos hídricos presentes na região atuem de forma satisfatória para atender integralmente à população. Um dos pontos a serem estudados é a proteção contra o Golpe de Ariete nos sistemas adutores. O presente trabalho tem como objetivo analisar a eficiência dos dispositivos atenuadores desse golpe aplicados em um trecho do sistema adutor Aurora, com o auxílio do *software* UFC7, além de uma análise de custo-benefício, visando encontrar soluções com o mínimo custo de implantação. Utilizou-se o software UFC7 para cálculo do transiente hidráulico nas adutoras e as composições SEINFRA e SINAPI para orçamentação dos dispositivos testados, a fim de encontrar uma solução hidráulica com menor custo financeiro. Foram testadas diversas possibilidades para a proteção do sistema utilizando Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU), Chaminé de Equilíbrio e Reservatório Hidropneumático como dispositivos atenuadores do Golpe de Ariete. Foram verificadas 4 possíveis soluções hidráulicas, sendo elas, a utilização de dois TAU's, com 5 e 3 metros de altura, um TAU com 10 metros de altura, uma Chaminé de Equilíbrio com 30 metros de altura e um Reservatório Hidropneumático com capacidade de 500 litros. Obteve-se os custos totais de R\$ 98.503,15, R\$ 61.112,94, R\$ 111.644,93 e R\$ 102.283,82, respectivamente, observando-se que a melhor solução para o trecho analisado é a utilização de um TAU com 10 metros de altura.

Palavras-chave: Golpe de Ariete. UFC7. Análise de Custo-Benefício.

ABSTRACT

The Northeastern region of Brazil is characterized by an intermittent rainfall regime, which causes recurrent lack of water in certain locations, making the water devices present in the region act satisfactorily to fully serve the population. One of the points to be studied is the protection against water hammer in the adductor systems. The present work aims to analyze the efficiency of the attenuating devices of this blow applied in a stretch of the Aurora adductor system, with the aid of the UFC7 software, in addition to a cost-benefit analysis, aiming to find solutions with the minimum cost of implementation. The UFC7 software was used to calculate the hydraulic transient in the water mains and the SEINFRA and SINAPI compositions for budgeting the tested devices, in order to find a hydraulic solution with less financial cost. Several possibilities for the protection of the system were tested using Unidirectional Feed Tank (TAU), Equilibrium Chimney and Hydro-pneumatic Reservoir as attenuating water hammer devices. Four possible hydraulic solutions were verified, namely, the use of two TAU's, with 5 and 3 meters high, a TAU with 10 meters high, an Equilibrium Chimney with 30 meters high and a Hydro-Pneumatic Reservoir with a capacity of 500 liters. Total costs of R\$ 98.503,15, R\$ 61.112,94, R\$ 111.644,93 and R\$ 102.283,82 were obtained, respectively, observing that the best solution for the analyzed section is the use of a TAU 10 meters high.

Key words: Water hammer. UFC7. Cost-benefit analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistemas adutores situados na região Nordeste.....	11
Figura 2 – Esboço para dedução de Equação da Continuidade.....	17
Figura 3 – Esboço para a dedução da Equação da Quantidade de Movimento.....	19
Figura 4 – Linhas características no plano (x,t).....	23
Figura 5 – Colapso de adutora de abastecimento de água.....	26
Figura 6 – Envoltórias das pressões máximas e mínimas após desligamento acidental de um conjunto motor-bomba, com e sem TAU.	29
Figura 7 – Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU).....	29
Figura 8 – Tanque de Alimentação Unidirecional na Adutora Pereiro.	30
Figura 9 – Chaminé de Equilíbrio.	31
Figura 10 – Chaminé de Equilíbrio construída.....	31
Figura 11 – Reservatório Hidropneumático.	32
Figura 12 – Representação esquemática de um Reservatório Hidropneumático.	33
Figura 13 – Reservatório Hidropneumático instalado.....	33
Figura 14 - Programas UFC dentro do AutoCAD.....	34
Figura 15 – Interface do Programa UFC7.	35
Figura 16 – Fluxograma de Análise de Custo-Benefício.	38
Figura 17 – Fluxograma metodológico.	39
Figura 18 – Arquivo no UFC5.....	40
Figura 19 – UFC5 para UFC7.	41
Figura 20 – Captação no açude Cachoeira.	42
Figura 21 – Perfil da Adutora Aurora no software UFC7.	43
Figura 22 – Envoltórias do perfil sem proteção.	44
Figura 23 – Envoltórias do perfil com a utilização um TAU.	45
Figura 24 – Envoltórias do perfil com a utilização de dois TAU's.	45
Figura 25 – Envoltórias do perfil com proteção de um TAU com 10 metros de altura.	46
Figura 26 – Envoltórias do perfil utilizando uma Chaminé de Equilíbrio.	47
Figura 27 – Envoltórias do perfil utilizando um Reservatório Hidropneumático.	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Elementos do Sistema de Abastecimento de Água.	15
Quadro 2 – Dimensionamento dos TAU's para a Adutora Aurora.	48
Quadro 3 – Dimensionamento de TAU para a Adutora Aurora.....	49
Quadro 4 – Dimensionamento da Chaminé de Equilíbrio para a Adutora Aurora.....	49
Quadro 5 – Dimensionamento do Reservatório Hidropneumático para a Adutora Aurora.	49
Quadro 6 – Resumo dos custos financeiros das soluções hidráulicas.	51

SUMÁRIO

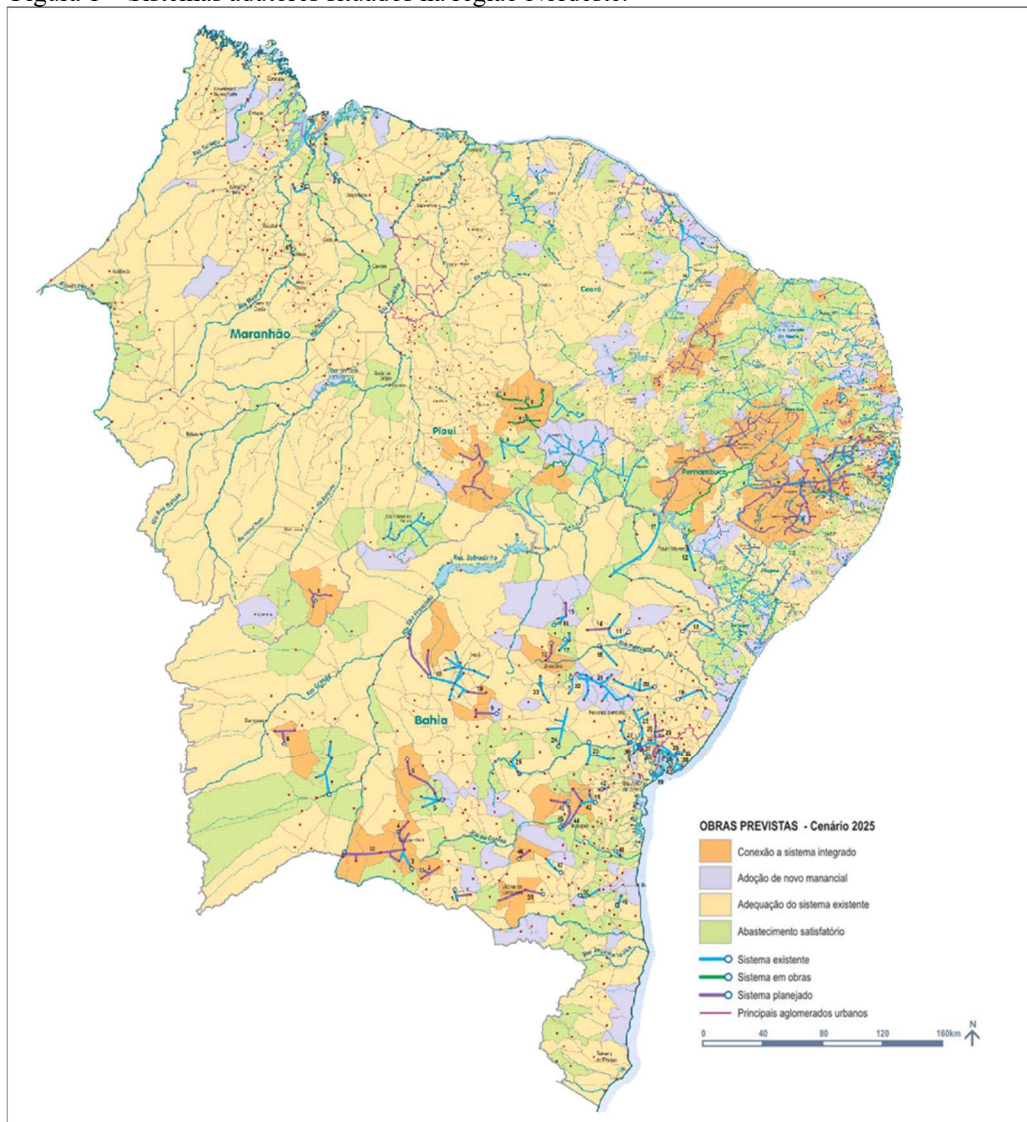
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	14
<i>1.1.1 Objetivo Geral</i>	14
<i>1.1.2 Objetivos Específicos</i>	14
1.2 Estrutura do trabalho	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Sistema de abastecimento de água	15
2.2 Transiente Hidráulico	16
2.3 Golpe de Aríete	25
2.4 Dispositivos de Proteção ao Golpe de Aríete	27
<i>2.4.1 Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU)</i>	28
<i>2.4.2 Chaminé de Equilíbrio</i>	30
<i>2.4.3 Reservatório Hidropneumático</i>	32
2.5 Modelo Matemático Computacional (UFC7)	34
2.6 Análise de Custo-Benefício da implantação de sistemas adutores	36
3 METODOLOGIA	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1 Sistema Adutor Aurora sem proteção ao Golpe de Aríete	43
4.2 Sistema Adutor Aurora com proteção ao Golpe de Aríete	44
4.3 Custo-Benefício das Soluções Hidráulicas para o Sistema Adutor Aurora	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A – Planilhas orçamentárias	55
APÊNDICE B – Memórias de cálculo	60

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil é caracterizada por um regime intermitente de precipitações, que ocorrem de forma concentrada em apenas três ou quatro meses por ano, o que torna o fenômeno da seca uma característica marcante da região. O Semiárido nordestino apresenta os menores índices de chuva em todo o país, devido ao seu relevo situado entre planaltos, que desfavorece a circulação de massas de ar úmidas, além de tratar-se de uma região de latitudes equatoriais, ou seja, possui maiores temperaturas (CAMPOS; STUDART, 2001).

Na Figura 1 estão locados os sistemas adutores existentes ou em projeto por toda a região Nordeste, de acordo com a Agência Nacional das Águas – ANA (2010).

Figura 1 – Sistemas adutores situados na região Nordeste.



Fonte: Adaptado de ANA (2010).

A falta de políticas públicas eficientes que atenuem os efeitos da seca sobre a população contribui para o aumento da severidade da questão da falta de água no Nordeste brasileiro. Com essa problemática vigente, torna-se necessário o aprofundamento de estudos no dimensionamento e gerenciamento de equipamentos hidráulicos que viabilizem um uso eficiente dos recursos hídricos da região, adaptando-se às limitações existentes.

De acordo com seus estudos em hidráulica, Porto (2006) reitera que existem várias maneiras de se classificar o regime de escoamento, podendo, este, ser classificado em unidimensional ou bidimensional, laminar ou turbulento, rotacional ou irrotacional, permanente ou não permanente, uniforme ou não uniforme, em conduto forçado ou de superfície livre.

Escoamento unidimensional é aquele onde os valores de propriedades como pressão, massa específica e velocidade podem ser representados pelos valores médios da seção. Já no escoamento bidimensional as partículas escoam em planos paralelos e seguem trajetórias idênticas, sem nenhuma variação no escoamento.

Para um escoamento ser considerado laminar as partículas devem se mover ao longo de trajetórias bem definidas, lâminas ou camadas, com baixas velocidades e prevalecendo a ação da viscosidade do fluido. No caso de as partículas moverem-se em trajetórias irregulares, com movimentos aleatórios, causando variação de quantidade de movimento entre regiões de massa líquida, o escoamento é considerado turbulento.

As propriedades e características hidráulicas são variáveis com o tempo, em cada ponto do espaço. Quando não há variação dessas propriedades com o tempo, o escoamento é tido como permanente. Quando essa variação ocorre, tem-se um escoamento não permanente.

No escoamento uniforme tem-se que o tempo é mantido constante, os vetores velocidade, em módulo, direção e sentido, são idênticos em todos os pontos, ou seja, a derivada parcial da velocidade em relação ao espaço é nula.

Quando o líquido está sempre em contato com a atmosfera tem-se um escoamento em superfície livre, independente da seção transversal em estudo. No escoamento em conduto forçado tem-se que o mesmo ocorre no interior de uma tubulação, onde há diferença de pressão entre a exercida pelo líquido sobre a parede da tubulação e a pressão atmosférica, sendo que essa tubulação tem sua seção geométrica preenchida integralmente e não possui contato com o ambiente externo. O escoamento em conduto forçado pode ocorrer pela ação da gravidade ou através de bombeamento.

O fenômeno denominado de transiente hidráulico é definido pela passagem de um escoamento em regime permanente de fluxo para um regime permanente estático. Com isso, a água transportada numa tubulação com qualquer velocidade é dotada de energia cinética e

potencial que deverão ser totalmente dissipadas para que o escoamento retorne ao estado de regime permanente. Essa dissipação geralmente é acompanhada por outro fenômeno chamado Golpe de Aríete (denominação baseada nos sons de marteladas que a oscilação de massa, pressão e energia produzem dentro da tubulação) (AZEVEDO NETTO, 2015).

O Golpe de Aríete pode ocorrer em qualquer tipo de fluxo, em condutos forçados, seja ele bombeado ou por gravidade, e consiste em uma sequência alternada de sobrepressões (pressão acima do regime normal de escoamento) e subpressões (pressões abaixo do regime normal do escoamento), sendo esses valores aproximadamente iguais, em módulo, mas com efeito contrário. A sobrepressão expande o tubo de dentro para fora, tentando explodi-lo, enquanto a subpressão tenta implodir, succionando o tubo de fora para dentro.

Em análises relacionadas ao transiente hidráulico em condutos forçados, o fenômeno é descrito pela Equação da Continuidade e pela Equação de Quantidade de Movimento, sendo essas resolvidas simultaneamente. Os estudos dos regimes em condições transientes vêm crescendo recentemente, desde a década de 1990, e esse estudo tem como foco maior a busca de esquemas de otimização para obtenção de melhores soluções no dimensionamento das tubulações, estudos operacionais do sistema, reservatórios, bombas, entre outros.

Dentre esses estudos, foram obtidos diversos dispositivos atenuadores do Golpe de Aríete como, por exemplo, o Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU), que consiste em um reservatório de baixa altura capaz de absorver o Golpe de Aríete permitindo a oscilação da água. A Chaminé de Equilíbrio, dispositivo que atua na proteção contra as subpressões e sobrepressões, ao mesmo tempo, permitindo a oscilação em massa d'água. E o Reservatório Hidropneumático, equipamento composto por água e ar comprimido, o que faz com que quando a adutora tender a ser submetida a acréscimos de pressão, a energia correspondente é transmitida ao ar do reservatório, que se comprime e a armazena como energia elástica.

Com o advento da tecnologia, a análise dessas situações tornou-se mais simplificada. *Softwares*, como UFC7, foram desenvolvidos para simularem, com ótima precisão, o desenvolvimento do fluxo de escoamento em condutos fechados, identificando os pontos de menor e de maior pressão, e possibilitando análises diversificadas aplicando um ou mais dispositivos atenuadores. O *software* possui uma interface de fácil utilização e visualização de resultados.

Percebe-se, portanto, a importância de se prevenir o Golpe de Aríete em sistemas adutores, pois a ocorrência do golpe provoca rachaduras, vazamentos ou colapso total da tubulação, gerando prejuízos sociais aos usuários e financeiros aos gestores dos sistemas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a eficiência dos dispositivos atenuadores do Golpe de Ariete aplicados em um trecho do sistema adutor Aurora, localizado no município homônimo, com auxílio do *software* UFC7, visando encontrar soluções com mínimo custo de implantação.

1.1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos desse trabalho, tem-se:

- Simular o comportamento das ondas de pressão resultantes do transitório hidráulico em decorrência da interrupção do bombeamento no Modelo Computacional UFC7;

- Garantir a proteção contra golpe de aríete dos sistemas escolhidos (UFC7);

Selecionar, por meio da análise financeira (custo-benefício), a melhor alternativa de controle de transiente.

1.2 Estrutura do trabalho

Na seção 01, a introdução, é apresentado o tema de estudo do projeto em uma abordagem geral dos tópicos a serem estudados.

Na seção 02 será apresentado o referencial teórico utilizado como embasamento para o desenvolvimento das ideias, assim como para as equações básicas para a modelagem do transiente em estudo e a descrição do método utilizado – Método das Características.

O procedimento metodológico, com ênfase nas bases teóricas aplicadas para o desenvolvimento do trabalho, assim como possíveis materiais e métodos utilizados durante a pesquisa serão apresentados na Seção 03 desse trabalho.

A seguir, Seção 04 e Seção 05, serão apresentados os resultados e conclusões esperados ao fim do desenvolvimento do trabalho, como também sugestões para pesquisas e trabalhos futuros. Ao fim, são mostradas as referências bibliográficas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema de abastecimento de água

Segundo Tsutiya (2006), o sistema de abastecimento de água é uma estrutura complexa composta por uma combinação de componentes como, por exemplo, reservatórios, bombas, tubos válvulas, entre outros. O Quadro 1 mostra a caracterização dos elementos constituintes do sistema de abastecimento.

Quadro 1 – Elementos do Sistema de Abastecimento de Água.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
ELEMENTO	DESCRIÇÃO
Manancial	Corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para o abastecimento. Deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda, e deve ter uma qualidade na água adequada no ponto de vista sanitário;
Captação	Estrutura construída junto ao manancial com propósito de extração de água por meio de um conjunto de estruturas e dispositivos;
Estação elevatória	Conjunto de obras e equipamentos crucial, devido a diferença de cotas, para o recalque da água para o próximo ponto;
Adutora	Canalização com finalidade de transportar a água entre as unidades que precedem a rede de distribuição;
Estação de tratamento de água	São destinadas ao tratamento de água bruta visando atender aos padrões de potabilidade de consumo humano;
Reservatório	Componente que reserva água tratada e que regulariza o volume de consumo e a manutenção da pressão mínima exigida pela rede de distribuição de água;
Rede de distribuição	Composto por tubos e acessórios e tem como objetivo transportar a água tratada para os usuários de forma contínua, conforme planejamento de distribuição .

Fonte: Adaptado de Tsutiya (2006).

O Sistema de Abastecimento de Água deve ser projetado para fornecer água com qualidade ao consumidor final, ou seja, atendendo aos padrões de consumo, com volume e pressão suficientes para atender a demanda. Portanto, é de suma importância que o sistema opere como planejado, mantendo, assim, sua integridade física para que haja uma barreira física entre a água e o ambiente externo. Essa integridade deve ser capaz de lidar com tensões internas e externas, para que não haja falha nos componentes do sistema (VAN ZYL, 2014).

2.2 Transiente Hidráulico

Em seus estudos em hidráulica, Azevedo Netto (2015) afirma que o transiente hidráulico é o fenômeno que ocorre, no interior de um conduto forçado, quando há uma instabilidade no fluxo de líquido causada por uma onda ou mudança de pressão propagada através da tubulação. Isso pode causar falhas e condições intoleráveis de pressão ao sistema.

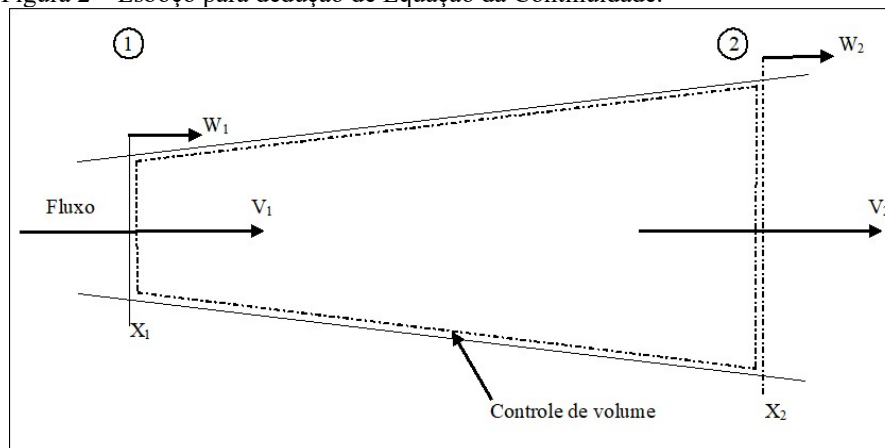
A oscilação de pressão no interior da tubulação pode ser proveniente de diversos fatores, como, por exemplo, o acionamento ou desligamento repentinos de bombas, falhas na bomba, abertura ou fechamento de válvulas, alterações indevidas da disponibilidade de ar na tubulação, ruptura da tubulação, válvulas de alívio ou redução de pressão, entre outros.

Nos estudos referentes à Hidráulica Transiente em condutos forçados, o fenômeno do transiente é descrito pela Equação da Continuidade e pela Equação da Quantidade de Movimento sendo resolvidas de forma simultânea. Essas equações compõem um sistema de equações diferenciais parciais do tipo hiperbólico, onde não é possível se obter uma solução analítica exata. Portanto, existem métodos numéricos que foram desenvolvidos para solucionar esses sistemas, onde esses resultados podem ser encontrados.

As equações fundamentais do transiente serão apresentadas a seguir, tendo como base os estudos desenvolvidos por Chaudhry (2014).

Para que se possa deduzir a Equação da Continuidade, aplica-se a lei da conservação de massa em um volume de controle, onde deve ser considerado um fluido ligeiramente compressível em um conduto onde suas paredes são linearmente elásticas. A superfície se compreende entre as seções 1 e 2 e o seu volume pode variar no interior do conduto de acordo com as mudanças de pressão, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Esboço para dedução de Equação da Continuidade.



Fonte: Adaptado de Chaudhry (2014).

Considerando fixas as duas seções transversais ao eixo da tubulação e distantes entre si de uma distância Δx , e uma deformação axial da seção transversal como função do tempo, a diferença de descarga fluida, num instante qualquer t , é igual a variação de massa por unidade de tempo, portanto, tem-se:

$$\frac{\partial(\rho A)}{\partial t} \Delta x + (\rho AV)_2 - (\rho AV)_1 = 0 \quad (2.1)$$

Onde: $\Delta x = x_1 - x_2$.

Dividindo-se a Equação (2.1) por Δx e aplicando-se o limite $\Delta x \rightarrow 0$, tem-se:

$$\frac{\partial(\rho A)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho AV)}{\partial x} = 0 \quad (2.2)$$

Expandindo a Equação (2.2):

$$A \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \frac{\partial A}{\partial t} + \rho A \frac{\partial V}{\partial x} + \rho V \frac{\partial A}{\partial x} + AV \frac{\partial \rho}{\partial x} = 0 \quad (2.3)$$

Sabe-se que:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\partial A}{\partial t} + V \frac{\partial A}{\partial x} \quad (2.4)$$

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial \rho}{\partial t} + V \frac{\partial \rho}{\partial x} \quad (2.5)$$

Substituindo as Equações (2.4) e (2.5) na Equação (2.3) e rearrumando os termos, tem-se que:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} + \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \quad (2.6)$$

Considerando K como sendo o módulo de elasticidade volumétrica do fluido dado por:

$$K = \frac{dp}{\frac{d\rho}{\rho}} \quad (2.7)$$

Tem-se:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{K} \frac{dp}{dt} \quad (2.8)$$

Sendo e a espessura da parede de tubo, E o módulo de elasticidade do material do tubo, D o diâmetro do conduto e p a pressão, tem-se que:

$$\frac{1}{A} \frac{dA}{dt} = \frac{D}{eE} \frac{dp}{dt} \quad (2.9)$$

Portanto, a Equação (2.6) pode ser escrita da seguinte forma:

$$\frac{1}{K} \frac{dp}{dt} \left(1 + \frac{K D}{E e} \right) + \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \quad (2.10)$$

Sabe-se que o quadrado da celeridade da onda em uma tubulação é dado por:

$$a^2 = \frac{K}{\rho \left(1 + \frac{DK}{eE} \right)} \quad (2.11)$$

Substituindo a Equação (2.11) na Equação (2.10), tem-se a Equação da Continuidade, definida por:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + V \frac{\partial p}{\partial x} + \rho a^2 \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \quad (2.12)$$

Em casos práticos, o termo $V \frac{\partial p}{\partial x}$ é pouco influente, o que permite que a Equação da Continuidade seja expressa em termos da vazão e da carga piezométrica em qualquer regime de escoamento, tal que:

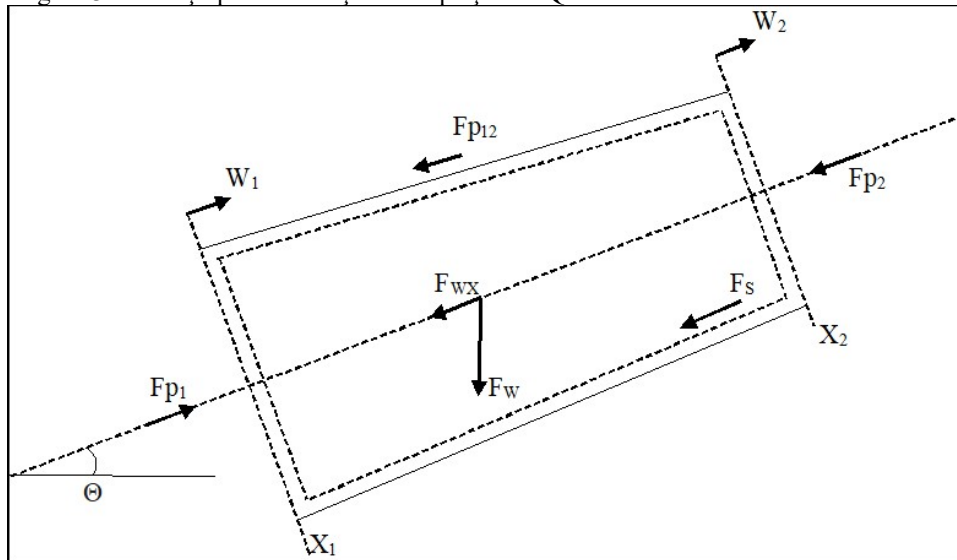
$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{gA} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (2.13)$$

Onde: $\frac{\partial H}{\partial t}$ é a variação do fluxo de massa. $\frac{\partial Q}{\partial x}$ é a variação de massa e a é a celeridade de propagação das ondas de pressão durante o transitório hidráulico.

Para deduzir a Equação da Quantidade de Movimento, aplica-se a Segunda Lei de Newton em uma tubulação com água sob pressão em regime permanente, um volume

controlado é adotado, isto é, um sistema isolado com elemento líquido, limitado por duas seções fixas transversais ao eixo da tubulação, afastadas entre si de uma distância Δx , como apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Esboço para a dedução da Equação da Quantidade de Movimento.



Fonte: Adaptado de Chaudhry (2014).

Aplicando o Teorema do Valor Médio à Segunda Lei de Newton, a Equação da Quantidade de Movimento é dada por:

$$\frac{\partial(\rho AV)}{\partial t} + \frac{(\rho AV^2)_2 - (\rho AV^2)_1}{\Delta x} = \frac{\Sigma F}{\Delta x} \quad (2.14)$$

Onde:

ρ é a massa específica do fluido, $[M][L]^{-3}$;

A é a área da seção transversal do tubo, $[L]^2$;

V é a velocidade média do escoamento, $[L][T]^{-1}$;

Força de pressão nas seções 1 e 2, força de alargamento ou contração, componente da força peso e a força devido ao atrito nas paredes do tubo são as forças que atuam no sistema. Adotando-se o sentido correspondente ao fluxo da água como positivo, o equilíbrio das forças na direção x é dado por:

$$\Sigma F = F_{p1} - F_{p2} - F_{p12} - F_{wx} - F_s \quad (2.15)$$

Onde:

$F_{p1} = p_1 A_1$ é a força de pressão na seção 1;

$F_{p2} = p_2 A_2$ é a força de pressão na seção 2;

$F_{p12} = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(A_1 - A_2)$ é a força de alargamento ou contração;

$F_{wx} = \rho g A (x_2 - x_1) \sin \theta$ é a componente da força peso na direção x;

$F_s = \tau_0 \pi D (x_2 - x_1)$ é a força devido ao atrito nas paredes do tubo.

Substituindo as definições citadas acima, a Equação (2.15) pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\frac{\Sigma F}{\Delta x} = \frac{(p_1 - p_2)(A_1 - A_2)}{2\Delta x} - \rho g A \sin \theta - \tau_0 \pi D \quad (2.16)$$

Substituindo a Equação (2.16) na Equação (2.14) e aplicando-se o limite $\Delta x \rightarrow 0$, tem-se que:

$$\frac{\partial(\rho AV)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho AV^2)}{\partial x} + A \frac{\partial p}{\partial x} + \rho g A \sin \theta + \tau_0 \pi D = 0 \quad (2.17)$$

A tensão de cisalhamento acarreta uma perda de carga. Portanto, considerando o sentido da velocidade do fluxo, a tensão de cisalhamento média é dada por:

$$\tau_0 = \rho f \frac{V|V|}{8} \quad (2.18)$$

Onde f é o coeficiente de Darcy-Weisbach, definido em função do número de Reynolds e da rugosidade relativa do material da tubulação.

A Equação (2.17), em sua forma expandida é dada por:

$$V \left[\frac{\partial(\rho AV)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho AV)}{\partial x} \right] + \rho A \frac{\partial V}{\partial t} + \rho AV \frac{\partial V}{\partial x} + A \frac{\partial p}{\partial x} + \rho g A \sin \theta + \rho A f \frac{V|V|}{2D} = 0 \quad (2.19)$$

Baseando-se na Equação da Continuidade, os termos dentro dos colchetes da equação (2.19) são nulos. Portanto, dividindo-a por ρA , tem-se a Equação da Quantidade de Movimento, definida por:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + g \sin \theta + f \frac{V|V|}{2D} = 0 \quad (2.20)$$

Em casos práticos, o termo $V \frac{\partial p}{\partial x}$ não possui grande influência, o que permite que a Equação da Quantidade de Movimento seja expressa em termos da vazão e da carga piezométrica em qualquer regime de escoamento, tal que:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + g A \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (2.21)$$

Onde:

$\frac{\partial Q}{\partial t}$ é a variação da aceleração do movimento, $[L]^3 [T]^{-1}$;

$gA \frac{\partial H}{\partial x}$ é a variação do gradiente de pressão, M^3 / s ;

$\frac{f}{2DA} Q|Q|$ representa os efeitos decorrentes da dissipação de energia, $[H][L]$.

De acordo com Mendonça (1986), existem vários métodos numéricos utilizados para análise de transientes hidráulicos, que substituíram os métodos gráficos e algébricos. Esses modelos numéricos permitem analisar sistemas complexos de engenharia hidráulica com alta precisão, por fazer uso de um maior número de seções de integração, e com um menor tempo de cálculo.

Método das Características, Método das Diferenças Finitas, Método dos Elementos Finitos, Método Espectral e o Método dos Elementos de Contorno são os métodos numéricos mais utilizados atualmente.

Segundo Chaudhry (2014), o Método das Características se tornou o mais popular entre eles, e é utilizado de forma extensiva para solucionar problemas de transientes hidráulicos unidimensionais, principalmente quando a velocidade da onda é constante. Esse método se mostrou superior aos outros métodos em diversos aspectos, como a facilidade de programação, a simulação correta da onda íngreme, a ilustração da propagação da onda e eficiência de cálculos.

O Método das Características é uma ferramenta de grande importância para a solução de sistemas complexos de engenharia. Portanto, justifica-se seu uso nas simulações dos transientes hidráulicos no modelo matemático (CHAUDHRY, 2014 *apud* ANDRADE, 2014).

De acordo com Streeter e Wylie (1978), o Método das Características consiste na conversão das equações parciais da continuidade e da quantidade de movimento em quatro equações diferenciais totais (as chamadas equações características), onde essas são expressas na forma de diferenças finitas utilizando o método de intervalos de tempo específicos e tem suas soluções obtidas computacionalmente. Dentre as diversas vantagens desse método, estão o fato de as condições de contorno serem programadas facilmente, os critérios de estabilidade serem pré-estabelecidos. É o método com a melhor precisão entre qualquer método de diferenças finitas, sistemas complexos podem ser manipulados e os programas são fáceis de depurar, pois satisfazem todas as condições do estado estacionário.

Os modelos computacionais possuem a vantagem de permitir a análise de sistemas complexos de engenharia hidráulica, com maior precisão e com um menor intervalo de tempo. O Método das Características é o método utilizado para o cálculo dos transientes no *software* UFC7, pois o método apresenta correta simulação da propagação de ondas, é eficiente e de fácil

programação, além disso possui diversas condições de contorno. As vantagens desse método decorrem do fato do fenômeno transitório seguir uma lei de propagação de ondas que associa o tempo com a abcissa definida ao longo da canalização através da celeridade (SANTOS; CASTRO, 2002).

Utilizando o Método das Características resolvem-se as equações citadas acima, a fim de se determinar a carga H e a vazão Q , ambas em função de um instante t em uma seção x , assim como Santos (2000) fez em seus estudos. Como não está disponível a solução explícita para essas equações, obtemos a solução dessas equações quando as variáveis independentes assumem valores discretos, ou seja, em um dado instante, os valores de H e Q serão conhecidos, ao invés de essas variáveis serem expressas em termos de variáveis independentes x e t .

Considera-se como condição inicial, no instante $t_0 = 0$, um regime onde a distribuição dos valores de H e Q implicam em valores discretos da abcissa x para se aplicar esse método na obtenção dos valores dessas variáveis (BARBOSA, 2006).

Repetindo a Equação (2.21) e multiplicando a Equação (2.13) por gA , estas podem ser escritas da seguinte forma:

$$L_1 = \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (2.22)$$

$$L_2 = a^2 \frac{\partial Q}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial t} = 0 \quad (2.23)$$

Submetendo as Equações (2.22) e (2.23) à combinação linear mostrada na Equação (2.24), obtém-se a Equação (2.25).

$$L = L_1 + \lambda L_2 \quad (2.24)$$

Portanto:

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial t} + \lambda a^2 \frac{\partial Q}{\partial x} \right) + \lambda gA \left(\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (2.25)$$

As Equações originais em termos de H e Q são obtidas ao se admitir dois valores reais não nulos quaisquer para o parâmetro λ .

Como a vazão $Q(x,t)$ e a carga $H(x,t)$ são funções da posição e do tempo e são soluções das Equações (2.22) e (2.23), tem-se, pela Regra da Cadeia, que as derivadas totais são:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{dx}{dt} \quad (2.26)$$

$$\frac{dH}{dt} = \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial x} \frac{dx}{dt} \quad (2.27)$$

O parâmetro λ é definido, a partir das Equações (2.26) e (2.27), pela dependência entre x e t . Portanto:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{\lambda} = \lambda a^2 \Rightarrow \lambda = \pm \frac{1}{a} \quad (2.28)$$

A Equação (2.25) pode ser escrita como:

$$L = \frac{dQ}{dt} + \lambda gA \frac{dH}{dt} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (2.29)$$

Substituindo-se o valor de λ obtido pela Equação (2.28) na Equação (2.29), têm-se as quatro equações diferenciais ordinárias resultantes do Método das Características:

$$L_1^* = \frac{dQ}{dt} + \frac{gA}{a} \frac{dH}{dt} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (2.30)$$

$$Se \frac{dx}{dt} = a \quad (2.31)$$

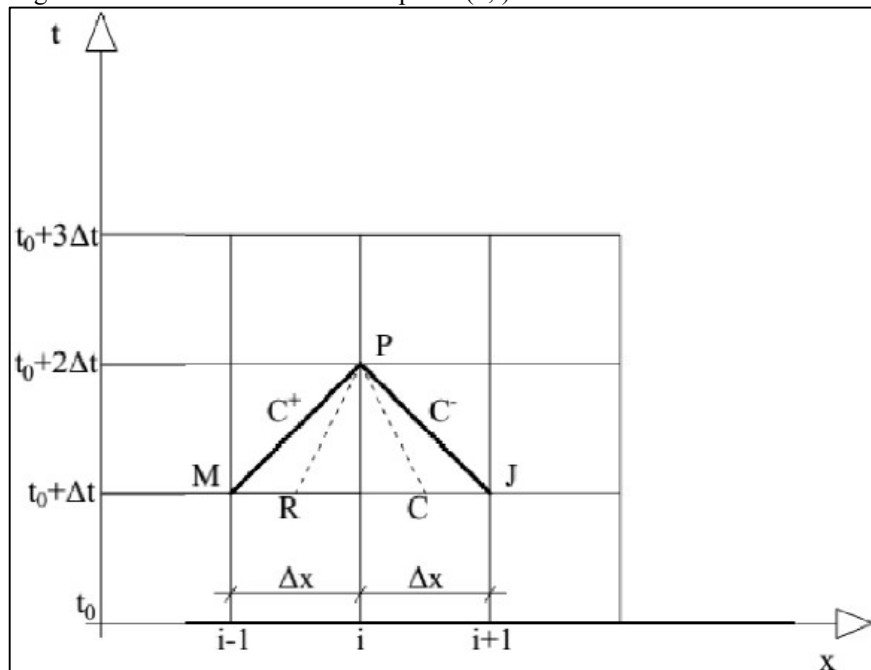
$$L_2^* = \frac{dQ}{dt} - \frac{gA}{a} \frac{dH}{dt} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad (2.32)$$

$$Se \frac{dx}{dt} = -a \quad (2.33)$$

De acordo com Streeter e Wylie (1978), as Equações descritas acima representam o fenômeno hidráulico da mesma forma que as Equações (2.22) e (2.23), uma vez que não se fez nenhuma aproximação matemática durante a transformação das equações parciais originais, usou-se apenas os dois valores do parâmetro λ . Entretanto, diferenciam-se no fato de que são validas se, somente se, as equações (2.31) e (2.33) forem satisfeitas.

A Equações (2.31) e (2.33) representam duas linhas com declividade $\pm 1/a$ no plano (x,t) , denominadas linhas caraterísticas e representadas por C^+ (linha característica positiva, com coeficiente de inclinação igual a $+1/a$) e C^- (linha característica negativa, com coeficiente de inclinação igual a $-1/a$). As linhas características no plano (x,t) são mostradas na Figura 4.

Figura 4 – Linhas características no plano (x,t).



Fonte: Adaptado de Streeter e Wylie (1978).

Ao se integrar as Equações (2.30), (2.31), (2.32) e (2.33) por diferenças finitas de primeira ordem, obtém-se as seguintes equações algébricas:

$$C^+ : (Q_P - Q_M) + \frac{gA}{a}(H_P - H_M) + \frac{f}{2DA} \Delta t Q_M |Q_M| = 0 \quad (2.34)$$

$$C^- : (Q_P - Q_J) - \frac{gA}{a}(H_P - H_J) + \frac{f}{2DA} \Delta t Q_J |Q_J| = 0 \quad (2.35)$$

Combinando-se os termos das equações citadas acima, que são relações algébricas que descrevem o transiente de propagação de fluxo e pressão no conduto, tem-se que:

$$C^+ : Q_P = C_P - C_A H_P \quad (2.36)$$

$$C^- : Q_P = C_N + C_A H_P \quad (2.37)$$

Onde:

$$C_P = Q_M + \frac{gA}{a} H_M - \frac{f}{2DA} \Delta t Q_M |Q_M| \quad (2.38)$$

$$C_N = Q_J - \frac{gA}{a} H_J - \frac{f}{2DA} \Delta t Q_J |Q_J| \quad (2.39)$$

$$C_A = \frac{gA}{a} \quad (2.40)$$

A Equação (2.36) só é válida ao longo da linha característica MP, assim como a Equação (2.37) só é válida na linha característica JP, onde as linhas são mostradas na Figura 4.

Os valores de C_P e C_N são determinados em cada intervalo de tempo $(t - \Delta t)$ anterior e a constante C_A depende exclusivamente das características do conduto.

A resolução simultânea das Equações (2.36) e (2.37) fornece os valores de Q_P e H_P , que são, respectivamente:

$$Q_P = 0,5(C_P + C_N) \quad (2.41)$$

$$H_P = \frac{0,5}{C_A}(C_P - C_N) \quad (2.42)$$

Segundo Streeter e Wylie (1978) e Chaudhry (2014), o método de resolução utilizando aproximação por diferenças de primeira ordem é suficientemente acurado. Caso a perda de carga por atrito seja alta, é recomendado o uso de um esquema de diferenças finitas de segunda ordem para evitar possíveis instabilidades provenientes das aproximações.

2.3 Golpe de Aríete

Os sistemas hidráulicos que conduzem água sobre pressão em sua tubulação podem sofrer alterações em suas condições de escoamento (variação de pressão e de velocidade do fluido) em função do tempo, ocasionando mudança no regime.

O Golpe de Aríete consiste no impacto produzido nas paredes de um conduto forçado causado pela mudança brusca de movimento do líquido no interior do mesmo, ou seja, são as mudanças de pressão provenientes das variações de vazão, voluntárias ou involuntárias, que diferem do fluxo de líquidos em condutos.

Dentre diversas causas para o Golpe de Aríete, as mais frequentes são a parada brusca por desligamento acidental de um ou mais grupos de bombas que alimentam um reservatório e o fechamento instantâneo ou muito rápido de uma válvula de bloqueio. O Golpe de Aríete é a origem de diversos acidentes nas tubulações e pode atingir valores bastante elevados, podendo ser igual a várias vezes a pressão de serviço nos sistemas de baixa pressão, o que torna o estudo de meios para atenuar os efeitos do golpe ainda mais importantes, pois trará uma economia na construção da adutora, reduzindo suas dimensões, assim como no custo de manutenção (MARTINS, 1993).

Albuquerque (2011) afirma que, apesar dos sistemas transitórios serem conhecidos desde o início do século, esses fenômenos só começaram a ser estudados de maneira correta com o aperfeiçoamento dos modelos computacionais, fazendo com que simplificações grosseiras sejam evitadas. Para um melhor estudo do Golpe de Aríete, é necessário um

conhecimento prévio das condições de contorno da instalação, ou seja, as discontinuidades em algumas grandezas físicas como pressão e velocidade.

A energia cinética do eixo dos estágios do conjunto moto-bomba permite a manutenção do rotor girando por algum tempo caso sofra uma interrupção do sistema de bombeamento, contudo, essa energia não se faz necessária para manter a descarga sob a altura manométrica correspondente à instalação, havendo diminuição da velocidade angular do rotor e ocasionando perda de descarga.

O escoamento da coluna líquida na linha de recalque continua, com celeridade decrescente, devido à inércia resultante do conjunto rotatório e à energia residual transmitida pelo rotor. Assim, as inércias se equilibram através do efeito da ação da gravidade e do atrito ou o líquido passar a escoar dissipando energia.

Caso não haja válvula de retenção no sistema, o fenômeno do Golpe de Aríete tem o processo de seu desenvolvimento em uma instalação dado em duas fases. Na 1ª fase do Golpe de Aríete, ocorre uma redução de pressão no interior da tubulação, que é maior no início da tubulação, junto a bomba, e desenvolve-se ao longo do conduto no sentido jusante. Essa fase é chamada de Golpe de Aríete Negativo, onde os componentes da tubulação que são considerados se contraem sucessivamente por uma diminuição elástica do diâmetro, enquanto a onda de depressão segue até o reservatório a jusante.

A Figura 5 mostra um exemplo de colapso de uma adutora de abastecimento de água por subpressão (pressão interna na tubulação é menor do que a pressão externa da tubulação, ocasionando o esmagamento da mesma).

Figura 5 – Colapso de adutora de abastecimento de água.



Fonte: Usina Hidrelétrica (2009), acesso em 21 de outubro de 2019.

A celeridade dessa onda é dada pela fórmula de Allievi:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}} \quad (2.43)$$

Onde:

D é o diâmetro da tubulação, [L];

e é a espessura da tubulação, [L];

k é uma constante que varia de acordo com o tipo de material (0,5 para aço, 1 para ferro fundido, 5 para concreto e 18 para PVC rígido, se diâmetro e espessura estiverem em metros).

O tempo em que a tubulação está totalmente em depressão ao longo de toda a sua extensão e a água imóvel é dado pela razão da distância entre a bomba e o reservatório pela celeridade.

A 2ª fase do Golpe de Aríete corresponde a volta da tubulação ao seu diâmetro original devido à propriedade elástica da tubulação, ou seja, a água retorna à bomba ao longo da tubulação e, ao fim do processo, onde o tempo é dado pelo dobro do tempo no qual toda a 1ª fase ocorre, a onda de pressão chega à bomba. Caso não seja freado e amortecido pelas perdas de carga resultantes do atrito da água com o conduto, o fenômeno se repete indefinidamente. O Golpe de Aríete é máximo na bomba ou na válvula de parada e nulo na outra extremidade (MARTINS, 1993).

2.4 Dispositivos de Proteção ao Golpe de Aríete

Mendes (2011) afirma que a amplitude das variações máximas e mínimas de pressão, a velocidade de propagação das ondas elásticas e o período durante o qual uma conduta elevatória ou parte dela está sujeita aos seus efeitos, representam os principais motivos que propiciam condições de risco de ocorrência de acidentes em sistemas adutores.

O fato de não existir uma solução universal para a proteção contra o Golpe de Aríete em todos os sistemas adutores e o custo elevado para essas providências tornam necessário o estudo de um conjunto de soluções para otimizar sua aplicação em cada caso particular. O mecanismo a ser escolhido deverá ser aquele que se apresentar com maior equilíbrio entre eficiência na proteção contra o golpe e investimento econômico, além de impacto visual e ambiental.

Segundo Thorley (2004), os mecanismos de proteção podem ser considerados de ação direta ou indireta. Os Métodos de Ação Direta consistem em modificações de componentes

específicos de um sistema elevatório, com o objetivo de alterar o seu funcionamento, enquanto os Métodos de Ação Indireta envolvem a transferência de energia, para o interior ou exterior do sistema.

As medidas de ação diretas se baseiam na intervenção sobre as causas das variações de pressão no interior da tubulação, por exemplo, os tipos de válvulas de retenção utilizadas ou a logística usada no funcionamento do conjunto motobomba, evitando assim grandes variações de pressão no sistema adutor.

A instalação de dispositivos que garantam o controle das variações de pressão indevidas em regimes transitórios consiste nas medidas de ação indiretas, e representam a estratégia de proteção contra os efeitos do Golpe de Aríete com maior aceitação na indústria de engenharia hidráulica.

Os exemplos mais comuns de dispositivos desse tipo são: Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU), Chaminé de Equilíbrio e Reservatório Hidropneumático.

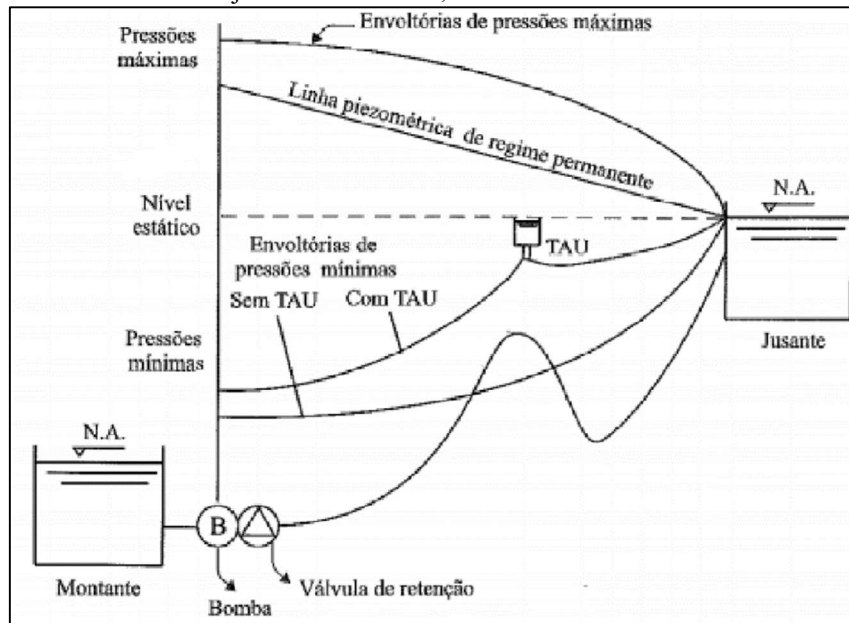
A fim de maximizar a eficiência desses dispositivos, realizou-se um estudo para apontar os pontos de maior complicação no decorrer do sistema elevatório, e alguns dos dispositivos deverão ser instalados o mais próximo possível da origem do regime transitório.

2.4.1 Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU)

Segundo Azevedo Netto (2015), o Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU) permite a oscilação da água, por isso é capaz de absorver o Golpe de Aríete. Consiste em um reservatório de baixa altura construído em concreto ou aço, aberto para a atmosfera e possui uma válvula de retenção que impede a passagem da água da adutora para o reservatório, além disso deve ser instalado o mais próximo possível do sistema de bombas e deve ser adotado em pequenas altitudes geométricas e em topografias favoráveis.

De acordo com os estudos desenvolvidos por Tsutiya (2006), o TAU alimenta a adutora quando a pressão atinge valores menores que sua cota piezométrica, ou seja, eleva a envoltória de pressões mínimas até seu nível mínimo. Em adutoras com grandes extensões, o TAU deverá ser acompanhado por outros dispositivos de proteção, funcionando apenas como complemento para os mesmos. A Figura 6 mostra o perfil de um sistema elevatório, linha piezométrica do regime permanente, perfil do terreno e envoltórias máximas e mínimas das linhas piezométricas durante o regime transiente.

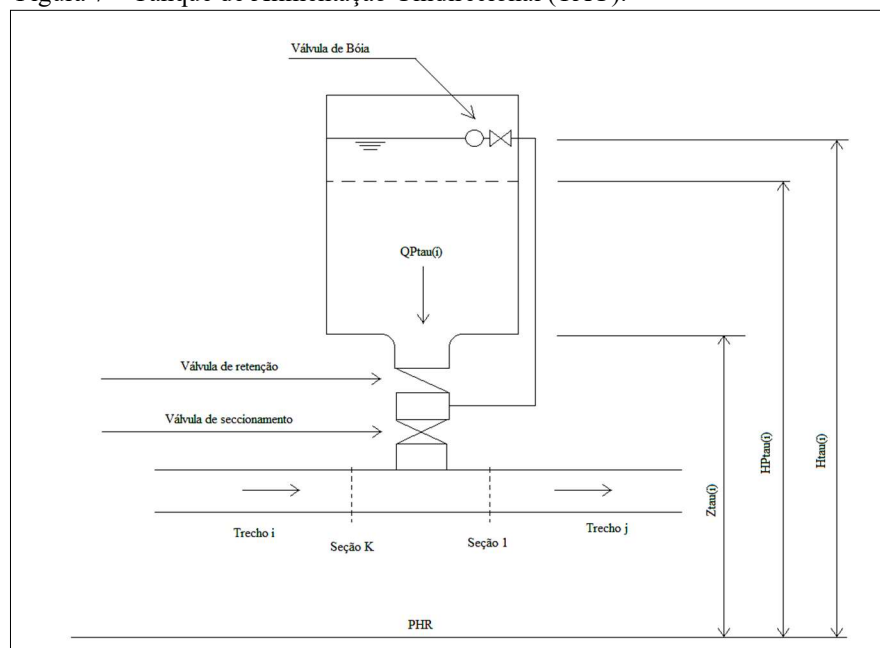
Figura 6 – Envolvórias das pressões máximas e mínimas após desligamento acidental de um conjunto motor-bomba, com e sem TAU.



Fonte: Adaptado de Tsutiya (2006)

Segundo Barbosa (2006), o TAU tem como função reduzir a depressão gerada pelo desligamento da bomba, mantendo a linha de pressão correspondente à altura d'água do tanque. Sua capacidade reservatória deve ser suficiente para suprir a vazão que deixa de ser fornecida no instante em que a bomba é desligada. O TAU não atua diretamente sobre a onda de sobrepressão, apenas suaviza a depressão inicial para reduzir a sobrepressão em seguida. O dispositivo possui ação suficiente para evitar a ruptura da coluna líquida caso ocorram depressões violentas. A Figura 7 mostra o esquema do TAU em uma adutora.

Figura 7 – Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU).



Fonte: Adaptado de Barbosa (2006)

Silva (2006) afirma que as principais vantagens do TAU são o não consumo de energia elétrica em seu funcionamento e o controle da envoltória mínima de pressão no sistema, evitando o colapso da rede, porém, o dispositivo demanda altos custos em sua construção, além de oferecer controle apenas para subpressões. O TAU protege somente alguns trechos específicos e necessita de manutenção na bóia ou na válvula controladora do nível d'água no reservatório. A Figura 8 mostra uma aplicação hidráulica do TAU em uma adutora cearense.

Figura 8 – Tanque de Alimentação Unidirecional na Adutora Pereiro.



Fonte: Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará (2010).

2.4.2 Chaminé de Equilíbrio

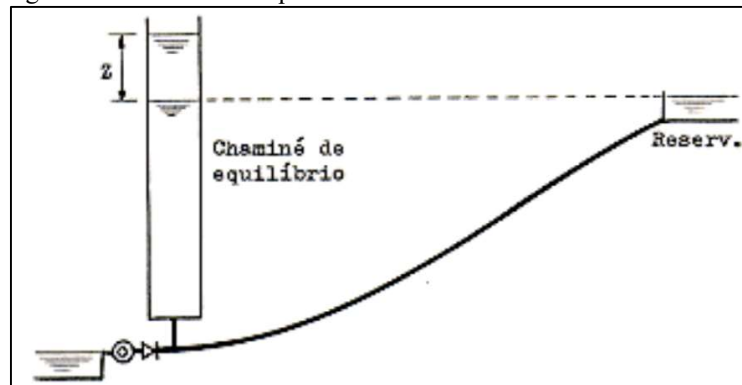
Segundo Camargo (1989), a Chaminé de Equilíbrio é um dispositivo que atua, ao mesmo tempo, na proteção de subpressões e sobrepessões, cedendo e armazenando energia e água através de uma estrutura de reservatório aberto, ou seja, água em contato direto com a atmosfera. A atenuação das variações de pressão, no caso de uma queda na mesma, se dá pela alimentação do sistema a partir do reservatório, reduzindo a variação na vazão, conseqüentemente reduzindo o valor da subpressão, já no caso de um aumento de pressão o processo é inverso, ou seja, a água passa do sistema para o reservatório, transformando energia cinética em potencial, reduzindo assim o valor da sobrepessão.

O nível da água no interior da Chaminé deve coincidir com a cota piezométrica do sistema condutor, garantindo assim um equilíbrio entre a pressão no interior do reservatório e a pressão no interior do sistema fornecida pela bomba, como mostra a Figura 8. Se a seção da Chaminé de Equilíbrio for muito grande, as ondas e pressão geradas serão refletidas em grande

escala na base da chaminé, fazendo com que a Chaminé possua tamanho suficiente para que a água não transborde.

Assim como no Tanque de Alimentação Unidirecional, a Chaminé de Equilíbrio permite que a água fique em contato com a atmosfera, o que requer cuidados com a contaminação, já que se trata de água potável, porém, o dispositivo possui elevada eficácia na proteção contra o Golpe de Ariete.

Figura 9 – Chaminé de Equilíbrio.



Fonte: Camargo (1989).

Esse tipo de dispositivo é geralmente utilizado em sistemas de alimentação de turbinas, em instalações hidroelétricas, porém pode ser usado em sistemas elevatórios quando houver características topográficas favoráveis. Entretanto, são raras as situações em que a linha piezométrica de um escoamento em regime permanente seja tão baixa, necessitando a utilização de um reservatório aberto, como no caso da Chaminé de Equilíbrio (MENDES, 2011 *apud* STEPHENSON, 1989).

Figura 10 – Chaminé de Equilíbrio.



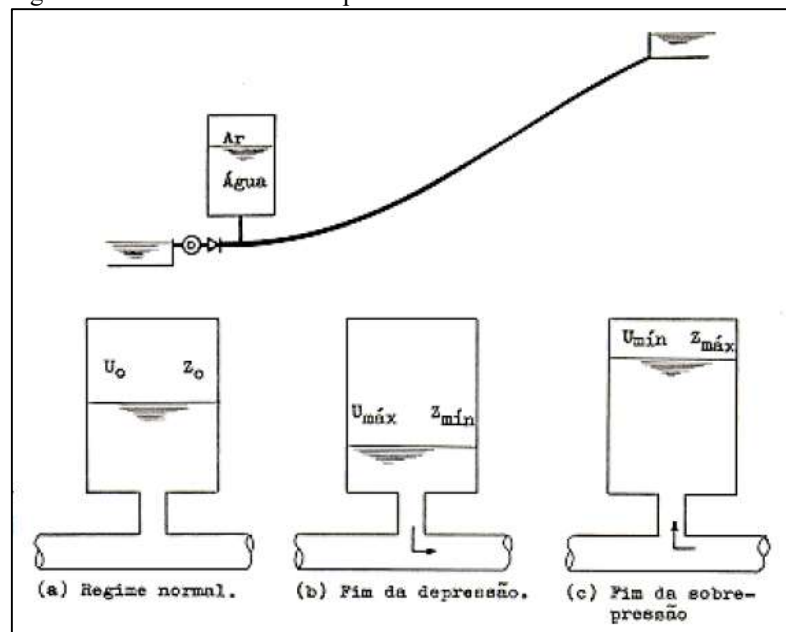
Fonte: Usina Hidrelétrica (2009).

2.4.3 Reservatório Hidropneumático

De acordo com Camargo (1989), assim como a Chaminé de Equilíbrio, o Reservatório Hidropneumático também atua na proteção contra as subpressões e as sobrepressões, ao mesmo tempo. O dispositivo consiste em um recipiente fechado, que contém ar comprimido e água, possibilitando assim a oscilação na massa de água entre o reservatório e o sistema, sendo amortecido pelo ar, evitando a ocorrência de variações elevadas de pressão nesse trecho.

A Figura 11 apresenta uma representação da instalação do Reservatório Hidropneumático, e abaixo suas etapas de funcionamento, quando ocorre variação no volume de ar, indicando U como volume de ar e Z como a pressão absoluta.

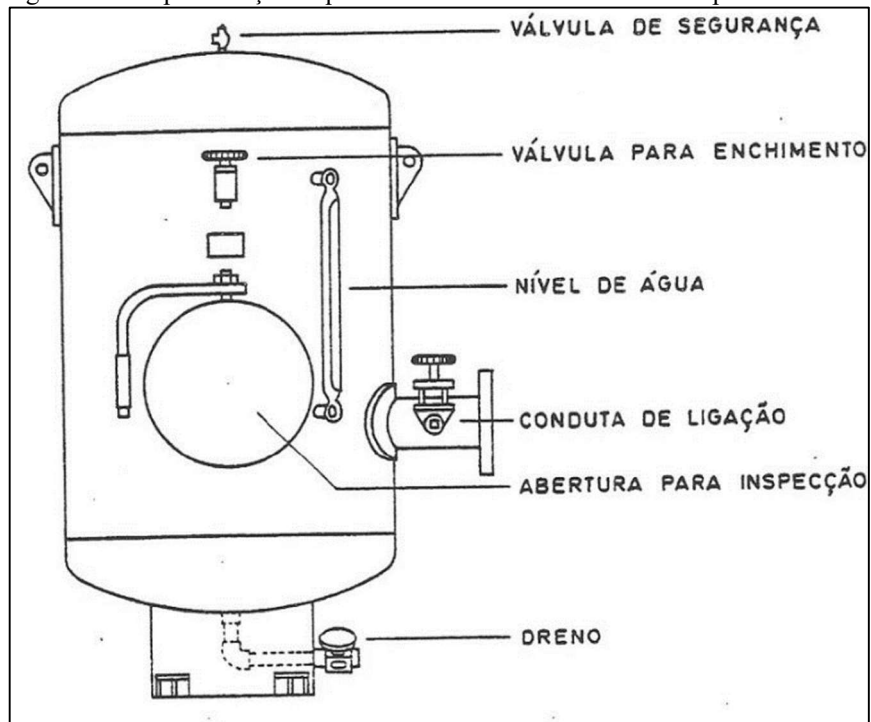
Figura 11 – Reservatório Hidropneumático.



Fonte: Adaptado de Camargo (1989)

Segundo Mendes (2011), a massa de água armazenada no interior do reservatório se mantém em equilíbrio devido à pressão do ar no interior do mesmo e a pressão na seção do conduto em que está conectada. A variação de pressão causada pelos regimes transitórios causa uma quebra nesse equilíbrio, com a queda de pressão o dispositivo libera água para o sistema, reduzindo a variação de pressão no interior da tubulação, já com o aumento da pressão, o dispositivo recebe água do sistema, absorvendo, total ou parcialmente, o excesso de pressão da tubulação. A Figura 12 mostra uma representação esquemática de um Reservatório Hidropneumático.

Figura 12 – Representação esquemática de um Reservatório Hidropneumático.



Fonte: Mendes (2011).

O Reservatório Hidropneumático apresenta alguns pontos negativos, como, por exemplo, a necessidade de um compressor de ar permanente e alguns dispositivos de controle de pressão, o que faz com que seu investimento inicial seja elevado. A Figura 13 mostra a instalação hidráulica de um Reservatório Hidropneumático.

Figura 13 – Reservatório Hidropneumático instalado.



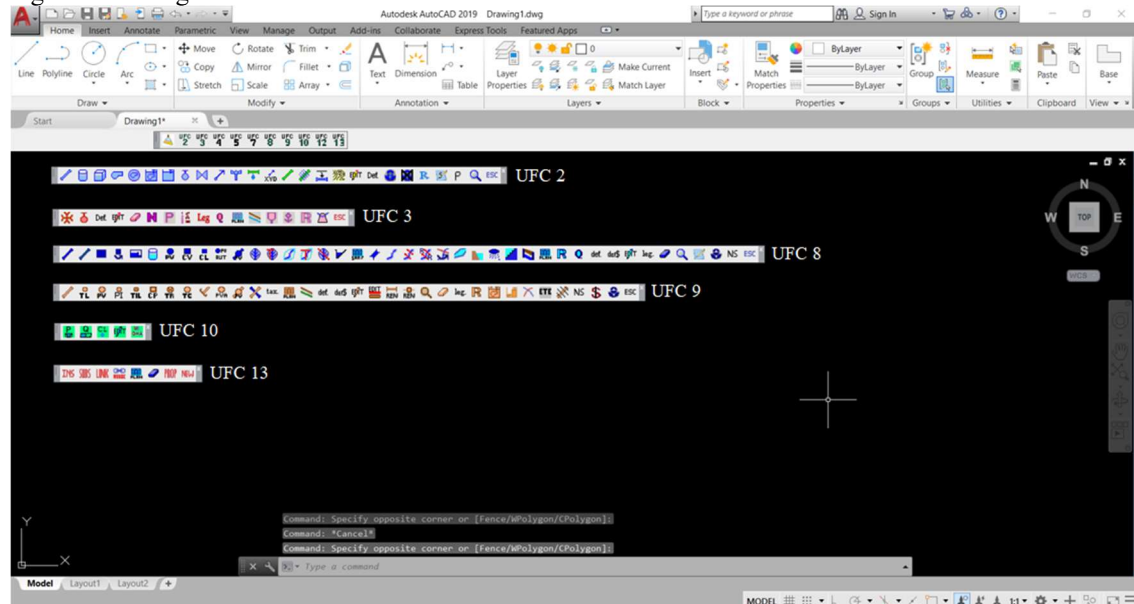
Fonte: Tanque Hidropneumático – THP, acesso em 22 de outubro de 2019.

2.5 Modelo Matemático Computacional (UFC7)

O Sistema UFC é um conjunto de *softwares* que realizam todas as tarefas referentes ao traçado e dimensionamento hidráulico otimizado de sistemas de abastecimento de água, adutoras, redes de coleta de esgoto sanitário, entre outros. Os *softwares* são escritos em diversas linguagens de programação, e são eles: UFC2, que trata do traçado da rede, UFC3, que trata do traçado de ligações em redes, UFC4, que trata do dimensionamento hidráulico e otimização da rede, UFC5, que trata da seleção de bombas, traçado da linha piezométrica em adutoras e linhas de recalque de esgoto, UFC8, que faz o traçado de rede de Micro drenagem urbana, UFC9, que trata do traçado e dimensionamento de redes de esgoto, o UFC10 faz a calibração da rugosidade e dos coeficientes de simulação, o UFC11 trata da Macrodrenagem, o UFC12 faz a otimização do custo energético de estações elevatórias de água, e ainda o UFCFLOW, que simula o fluxo hídrico subterrâneo e o transporte de contaminantes em aquíferos, além do UFC7, que simula computacionalmente o Golpe de Aríete em adutoras, permitindo a simulação e dimensionamento de dispositivos atenuadores do golpe (LABORATÓRIO..., 2019).

A Figura 14 mostra a extensão dos programas UFC dentro do *software* AutoCAD, onde ambos funcionam como extensões do mesmo, realizando suas respectivas funções a partir dos arquivos de projeto dos sistemas a serem analisados.

Figura 14 – Programas UFC dentro do AutoCAD.

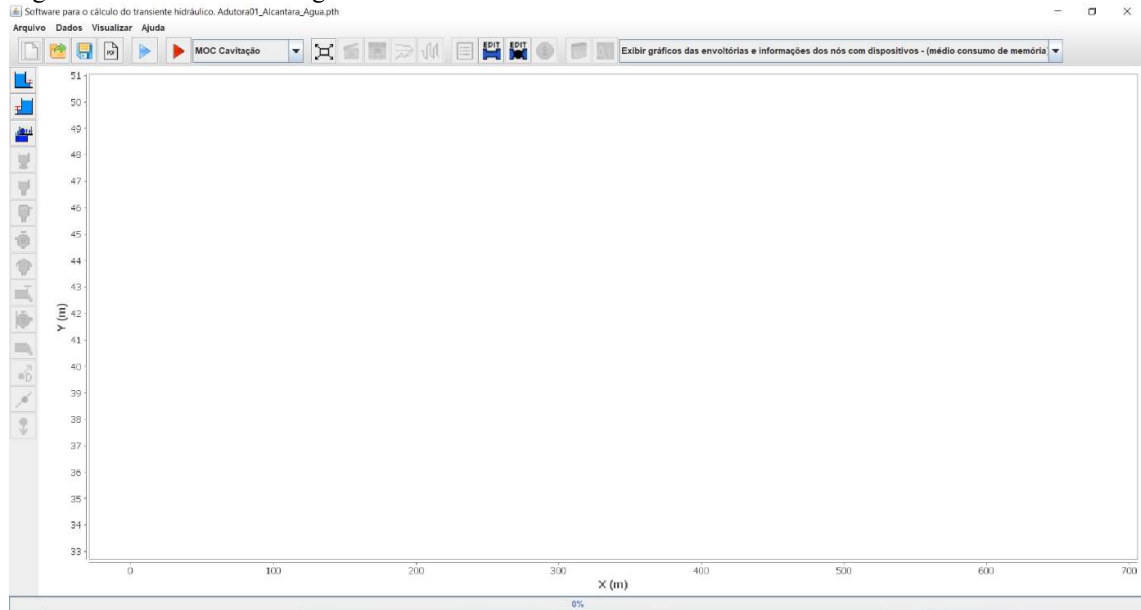


Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

O Programa UFC7 foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA) da Universidade Federal do Ceará (UFC) e permite calcular o Golpe de Aríete em adutoras. Para efetuar tais cálculos o programa necessita que o usuário disponibilize,

de forma correta, os dados de entrada, necessitando que tais dados sejam exportados pelo programa AutoCAD. A interface do programa é mostrada na Figura 15.

Figura 15 – Interface do Programa UFC7.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

O *software* UFC7 calcula as equações da continuidade e quantidade de movimento utilizando o Método das Características, que consiste na transformação das equações diferenciais parciais da continuidade e quantidade de movimento em equações diferenciais ordinárias, que podem ser resolvidas por meio da integração numérica. Devido à quantidade e à complexidade dos cálculos, os recursos computacionais acabam se tornando indispensáveis, por isso, o programa utiliza-se de uma linguagem de programação que auxilia na resolução e apresentação dos resultados. O UFC7 permite a determinação das pressões máximas e mínimas provenientes do golpe de aríete causado pelo desligamento repentino da bomba.

O programa funciona como uma extensão do *software* AutoCAD, ou seja, é necessário que se tenha um arquivo no formato “.dwg” contendo o projeto da adutora a ser estudada. As informações (curvas de nível, comprimentos dos trechos, entre outros) do projeto devem ser inseridas no programa UFC, para que o mesmo possa fazer a leitura correta da adutora. Inicialmente se utiliza do *software* UFC5 para reconhecer o sistema adutor, para que então seja possível calcular o Golpe de Aríete, pelo *software* UFC7.

É possível simular o transitório hidráulico, obtendo-se as envoltórias do sistema adutor. Após isso faz-se a análise de solução hidráulica para o mesmo, verificando-se os pontos, ou trechos, que necessitam ser corrigidos. O programa permite verificar onde ocorre o Golpe de Aríete por meio de uma animação, ou seja, é possível ver o comportamento de subpressões e sobrepensões na adutora de uma maneira mais dinâmica.

O programa apresenta uma planilha com os valores de pressão mínima dinâmica de cada nó, permitindo assim que seja atenuado o problema de subpressão, adicionando-se um dispositivo de proteção contra o Golpe de Ariete no nó que apresentar pressão muito baixa.

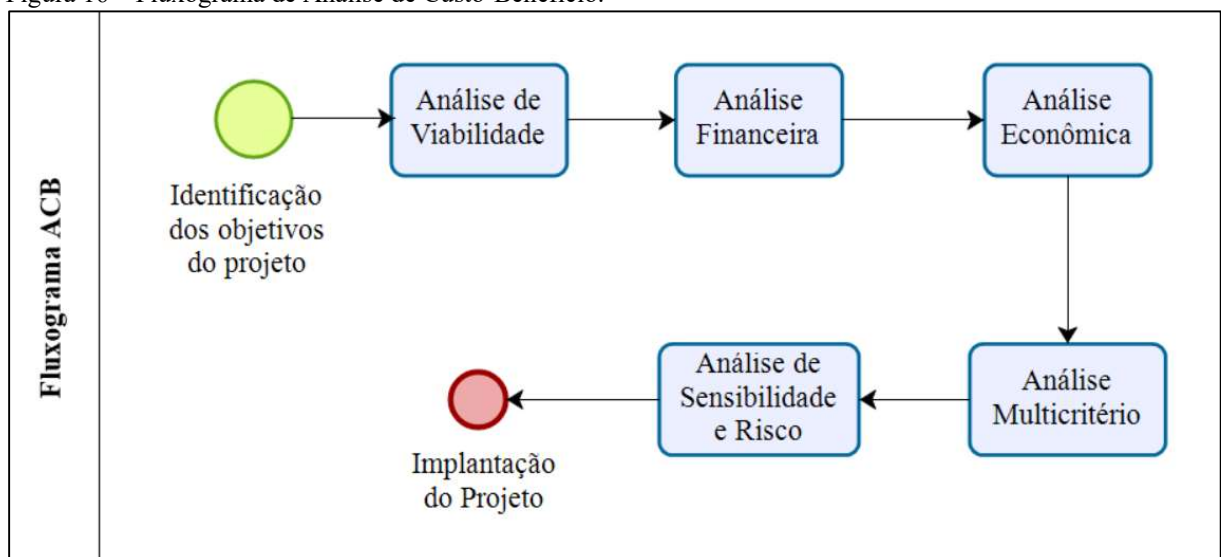
Após a correção dos determinados problemas, faz-se uma nova simulação, pra que seja possível verificar se os problemas foram resolvidos de fato, assim tem-se uma solução hidráulica viável para o devido sistema adutor.

2.6 Análise de Custo-Benefício da implantação de sistemas adutores

De acordo com Ward, Deren e D'Silva (1991), uma Análise de Custo-Benefício consiste em um método que permite avaliar a viabilidade econômica de um projeto de investimento que pode ser usada em diversas formas de intervenção. É um tipo de análise que, além de estudar a viabilidade, avalia seus impactos comparando seus custos e seus benefícios em uma determinada área de interesse.

A Análise de Custo-Benefício é uma ferramenta de análise quantitativa essencial para estimar os benefícios econômicos de um projeto, além de uma melhor eficiência na alocação de recursos. Nessa análise, são avaliados impactos financeiros, econômicos, sociais, ambientais, entre outros, e tem como objetivo identificar e atribuir um valor monetário a todos os impactos possíveis, a fim de determinar custos e benefícios de uma atividade ou projeto. Com essas informações é possível avaliar a viabilidade de tal atividade ou projeto (MISHAN, 1994). A Figura 16 mostra o roteiro esquemático de uma análise de custo benefício.

Figura 16 – Fluxograma de Análise de Custo-Benefício.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Segundo os estudos e pesquisas feitas por Silva e Salvado (2015), para uma melhor Análise de Custo-Benefício é necessário que se identifique os objetivos do projeto, e para isso devem ser previstos os benefícios socioeconômicos de sua execução. Após a identificação dos objetivos é necessário que se faça uma análise de viabilidade, de um ponto de vista técnico, o que se refere à consideração de aspectos relacionados com *marketing*, gestão, análise de execução, entre outros.

Em seguida, faz-se uma análise financeira, que tem como objetivo calcular os indicadores de desempenho financeiro do projeto e constitui o ponto de partida para a análise econômica, próximo passo necessário para uma melhor Análise de Custo-Benefício. A análise econômica permite estudar a viabilidade de um projeto em termos de união dos custos aos benefícios do projeto, e tem como objetivo avaliar a contribuição do mesmo para o bem-estar econômico de uma determinada região.

Após a análise econômica é necessário que se faça uma análise de multicritério, que consiste na comparação de projetos alternativos, tendo como objetivo estruturar e combinar diferentes análises, por fim, faz-se uma análise de sensibilidade e risco, que consiste na seleção de variáveis e parâmetros críticos, ou seja, aquelas cujas variações têm um efeito mais forte nos parâmetros financeiros e econômicos determinados.

De acordo com os estudos realizados por Fontenele e Vasconcelos (2003), é necessária uma Análise de Custo-Benefício bem criteriosa para um Sistema de Abastecimento de Água, pois se trata de um conjunto de suma importância e influência dentro de uma sociedade.

Para início dessa análise, é necessário que se calcule uma projeção da população da região em que o sistema irá atender e, com isso, é possível calcular a demanda atual e futura, permitindo que se calcule a oferta necessária para o sistema, calculando-se, portanto, a tarifa média de tal oferta. No caso da implantação do sistema é necessário que se calcule os custos, como investimentos iniciais, que se resumem em custos de materiais e mão-de-obra necessários para execução do projeto, e despesas anuais com operação, manutenção e administração.

Tendo em vista a implantação de um sistema adutor, inicialmente deve ser feito o cálculo de custos de materiais e equipamentos, que consistem nos insumos necessários para a execução de tal projeto, e análise de execução, que consiste nos custos de pessoal e atividades necessárias para executar a construção.

Para adutoras, os materiais a serem considerados são tubos, caso a escolha seja utilizar material de ferro fundido ou aço carbono, ou anéis, caso a escolha seja utilizar material em concreto, anéis de borracha para junta elástica, material de limpeza, além das bombas

necessárias. Caminhões para transporte de materiais, chaves, alavancas, conexões especiais, manômetros e compressor de ar fazem parte das considerações de equipamentos necessários para a execução da obra.

Custos de execução, como escavação de terra, transporte, carga e descarga, canteiro de obras para armazenagem de materiais e acomodação de pessoal, custos de mão-de-obra e custos administrativos também devem compor a análise de custos da execução de um sistema adutor.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho tem como objetivo analisar hidraulicamente e financeiramente a implantação de dispositivos atenuadores do Golpe de Aríete em adutoras do Nordeste brasileiro, o que se caracteriza como um Estudo de Caso com abordagem Quantitativa.

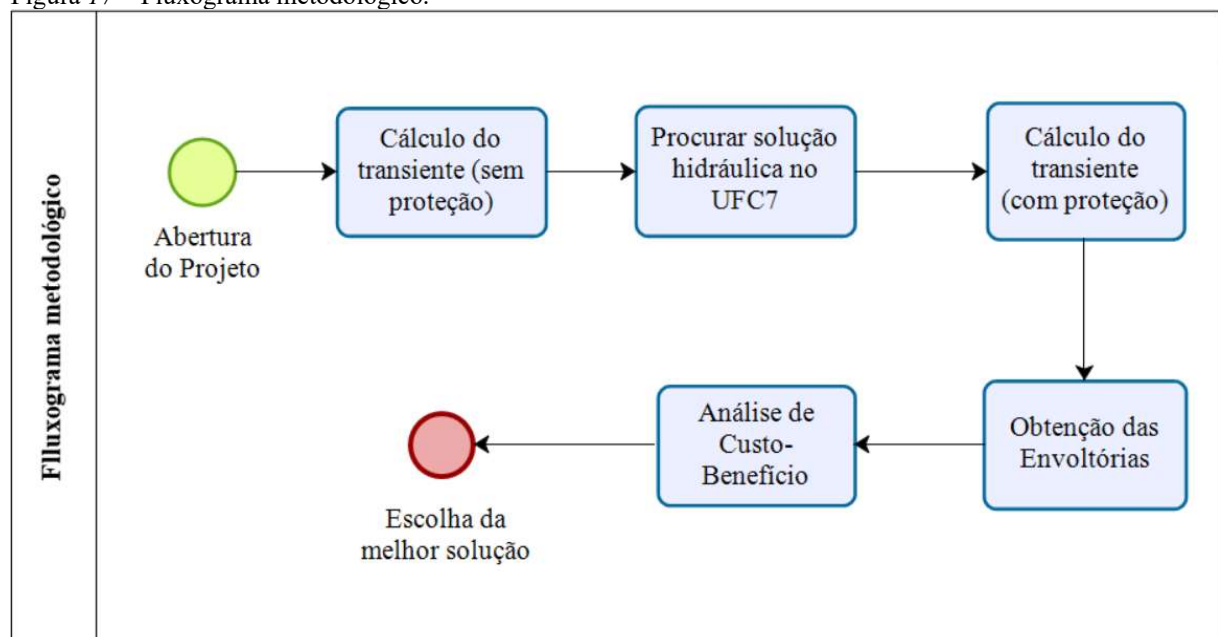
De acordo com Yin (2015), o Estudo de Caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados, podendo incluir tanto estudos de caso único quanto de diversos casos, como no caso do presente trabalho, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa.

Segundo Ventura (2007), as aplicações dos Estudos de Caso são bastante variadas, e se faz mais apropriado para pesquisadores individuais, pois permite que um aspecto de um problema seja estudado de forma mais aprofundada em um determinado período de tempo. O rascunho do Estudo de Caso como metodologia de pesquisa mostra a possibilidade da definição de quatro fases relacionadas: delimitação da unidade-caso; coleta de dados; seleção, análise e interpretação dos dados e elaboração do relatório do caso.

Silva e Simon (2005) afirmam que uma pesquisa quantitativa só tem sentido quando há um problema bem definido e há informação e teoria a respeito do objeto de conhecimento, ou seja, quando se conhece as qualidades e se tem controle do que vai ser pesquisado.

O fluxograma simplificado da metodologia está especificado na Figura 17.

Figura 17 – Fluxograma metodológico.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

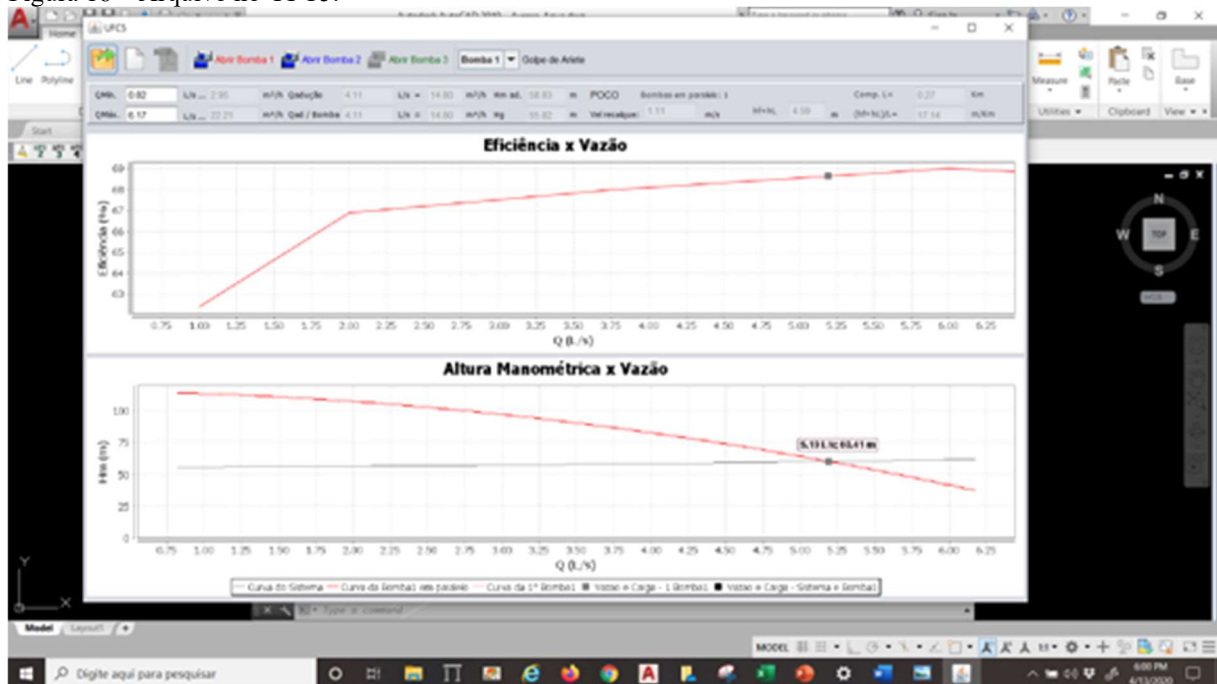
Neste trabalho, será apresentado um estudo de eficiência para os dispositivos atenuadores contra o Golpe de Aríete – Tanque de Alimentação Unidirecional, Chaminé de

Equilíbrio e Reservatório Hidropneumático, que será realizado com o auxílio do *software* UFC7 na obtenção da melhor solução hidráulica para cada situação solicitada. Em seguida serão feitas pesquisas de cunho quantitativo, com base nas composições da SEINFRA e do SINAPI, para que seja feita a precificação da instalação de tais dispositivos, permitindo assim que tal instalação possa ser analisada também em vertentes financeiras.

Para a realização do estudo, foi escolhido um trecho de um sistema adutor distinto da região do Nordeste brasileiro, o sistema adutor do município de Aurora/CE, onde o perfil da adutora foi disponibilizado em formato adaptado para o Modelo Computacional UFC7, para que o transiente possa ser calculado.

Inicialmente será necessária a execução do arquivo em formato “dwg” no *software* AutoCAD, em seguida, é necessário abrir o programa UFC5, pois o *software* UFC7 depende do mesmo para o cálculo do transiente, como mostra a Figura 18.

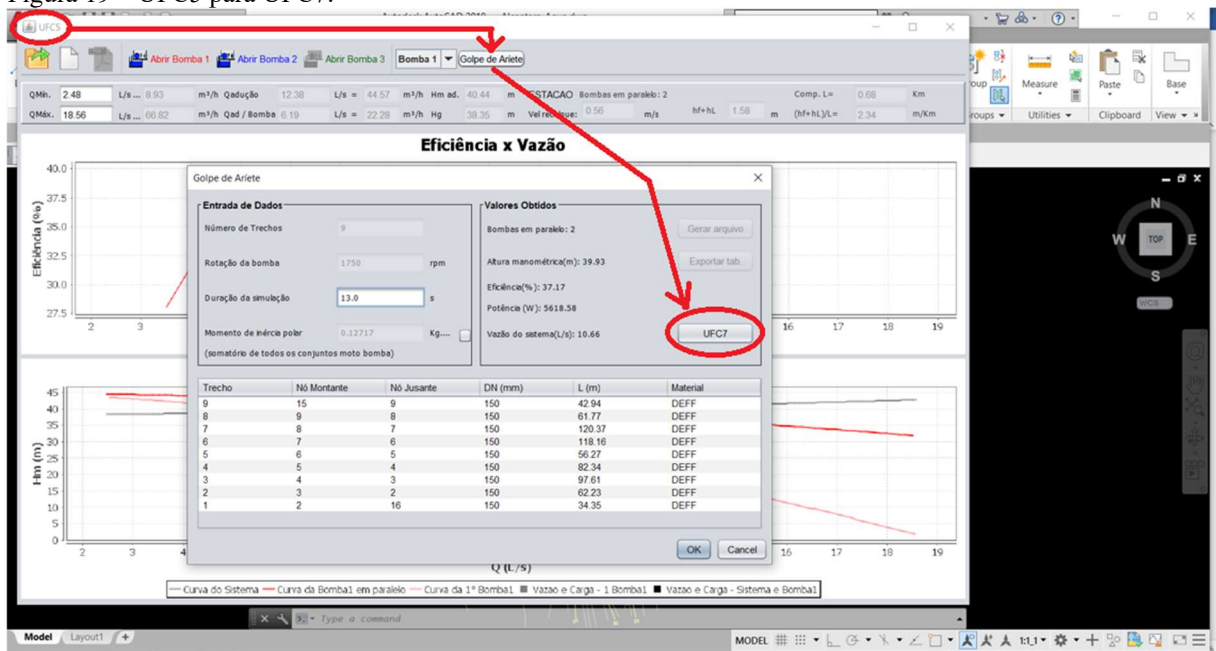
Figura 18 – Arquivo no UFC5.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Em seguida parte-se para o UFC7, onde será calculado o transiente, clicando-se no botão “Golpe de Aríete”, tornando-se possível a análise e a disposição correta dos dispositivos atenuadores, como é mostrado na Figura 19.

Figura 19 – UFC5 para UFC7.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

O Modelo Computacional dispõe de diversas opções de soluções hidráulicas para proteção contra o Golpe de Aríete, dentre elas serão testadas diferentes soluções utilizando os dispositivos apresentados anteriormente, escolhendo-se assim a que melhor resolver os devidos problemas de cada sistema adutor.

Após a escolha da solução hidráulica, calcula-se o transiente para cada sistema protegido. O programa executa o cálculo e apresenta as envoltórias do sistema, que serão analisadas para verificação de uma real solução hidráulica. As envoltórias são representadas por cores distintas nos gráficos, sendo elas: verde para regime permanente, azul escuro para envoltória de sobrepessão, azul claro para envoltória de subpressão e preta para o perfil do terreno.

Com as envoltórias obtidas e os devidos dispositivos escolhidos para cada sistema adutor, será realizada uma Análise de Custo-Benefício, onde serão levantados os custos de aquisição e implantação desses dispositivos, utilizando como base as composições da SEINFRA e do SINAPI, para que se encontre a melhor solução financeira dentre as possíveis soluções hidráulicas para cada sistema escolhido.

A Análise de Custo-Benefício é uma ferramenta analítica essencial para estimar os benefícios econômicos dos projetos e a eficiente alocação de recursos, tendo como perspectiva a economia financeira e o benefício para a sociedade, tem como objetivo a maximização dos retornos sociais frente aos recursos econômicos e não leva em consideração taxas, juros e desvalorização dos determinados recursos analisados.

3.1 Estudo de Caso: Sistema Adutor Aurora

O sistema adutor Aurora foi inaugurado em julho de 2017 pelo Governo do Estado do Ceará e foi tratado como prioridade durante a primeira gestão do governador Camilo Santana, pois trata-se de um meio de extrema importância para a otimização do serviço de abastecimento na cidade.

A adutora, com extensão de aproximadamente 3500 m, foi construída em uma parceria da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) e leva água do açude Cachoeira, por meio de captação flutuante, até a Estação de Tratamento de Água (ETA) da Cagece, que distribui para o município. O sistema não só garantiu a melhor qualidade da água recebida pelos moradores como também fez com que as perdas diminuíssem, preservando, assim, os recursos hídricos disponíveis.

Anteriormente, a água percorria o trajeto até a Estação de Tratamento de Água por meio de um canal, ou seja, a taxa de evaporação na superfície do canal era elevada. Além disso, para que houvesse velocidade suficiente para chegar ao destino era necessário que a vazão liberada fosse aumentada, o que diminuía ainda mais a quantidade de água armazenada.

Além de manter a água do manancial e garantir uma maior potabilidade, a adutora também possibilitou aumentar a previsão de abastecimento da cidade de Aurora, pois permitiu um maior aproveitamento da água do reservatório, que se encontrava com apenas 8% de sua capacidade em meados de 2017, na inauguração da adutora. A Figura 20 mostra o ponto de captação no açude Cachoeira.

Figura 20 – Captação no açude Cachoeira.



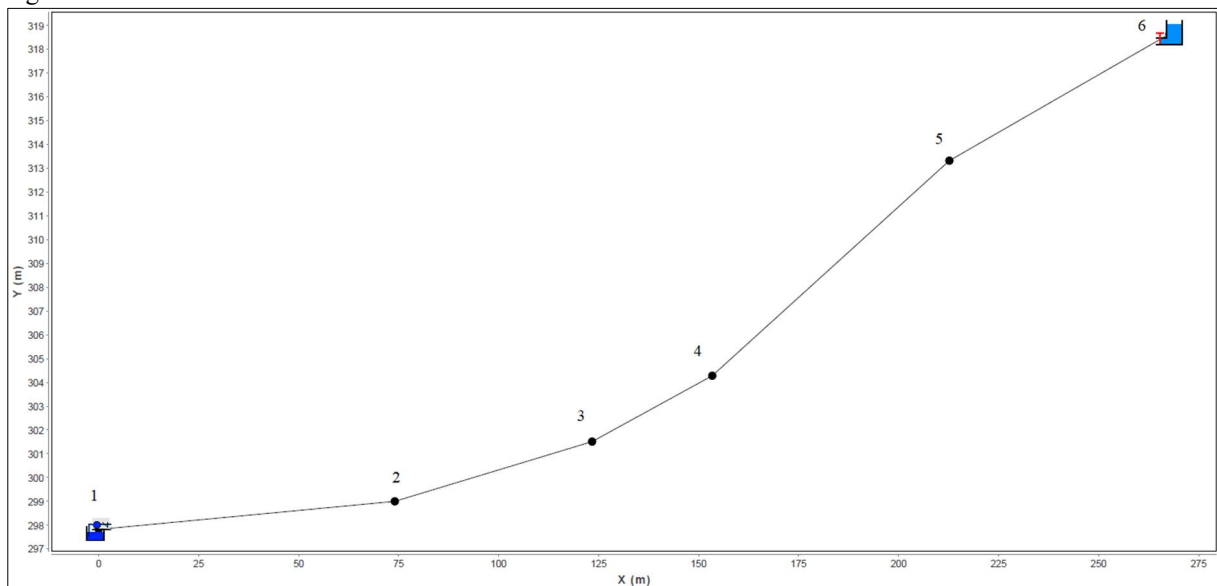
Fonte: Ceará (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sistema Adutor Aurora sem proteção ao Golpe de Aríete

Para a realização do estudo, foi analisado apenas um trecho de todo o sistema adutor. Foi escolhido um trecho instalado em uma topografia favorável ao Golpe de Aríete, tornando-se possível um maior aprofundamento na análise hidráulica e financeira, buscando sempre a solução mais viável para o problema. A Figura 21 mostra o perfil da adutora, no *software* UFC7.

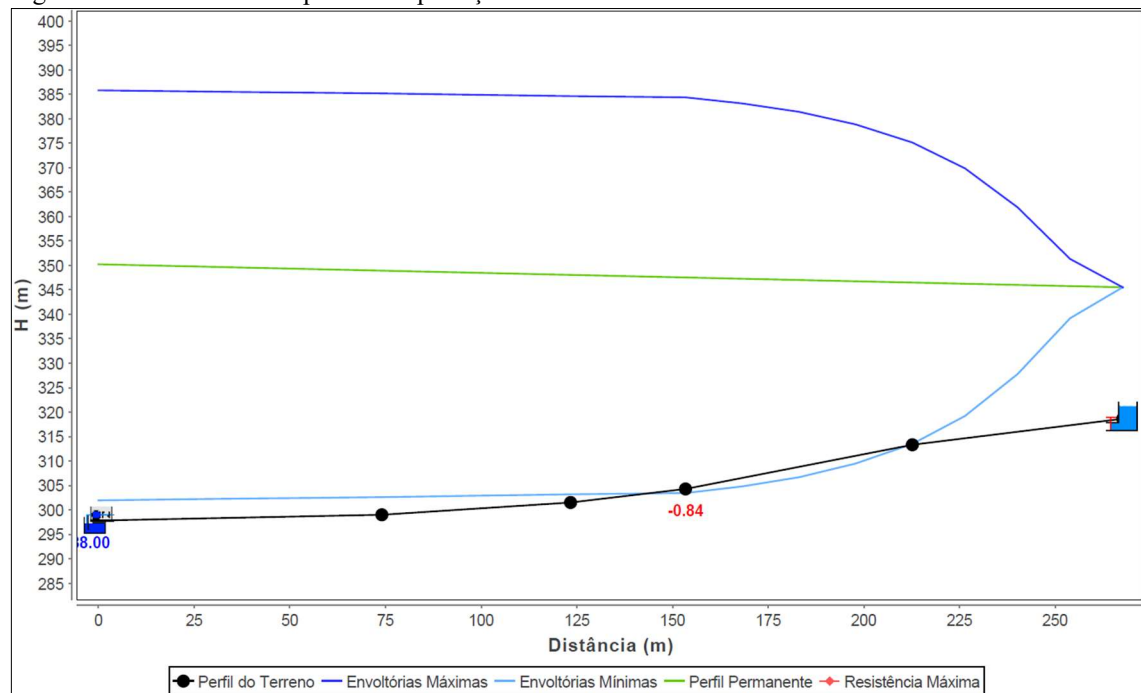
Figura 21 – Perfil da Adutora Aurora no software UFC7.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

O trecho em questão possui, aproximadamente, 270 m de comprimento, estando situado entre as cotas 297 m (cota mínima) e 319 m (cota máxima). O trecho possui 6 nós, nos quais serão utilizados para a alocação de dispositivos atenuadores do Golpe de Aríete, com o auxílio do software UFC7. Ainda dentro do programa, o trecho foi executado, não contendo nenhum dispositivo de proteção, o que gerou um gráfico de linhas de envoltórias, como mostra a Figura 22.

Figura 22 – Envolvórias do perfil sem proteção.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

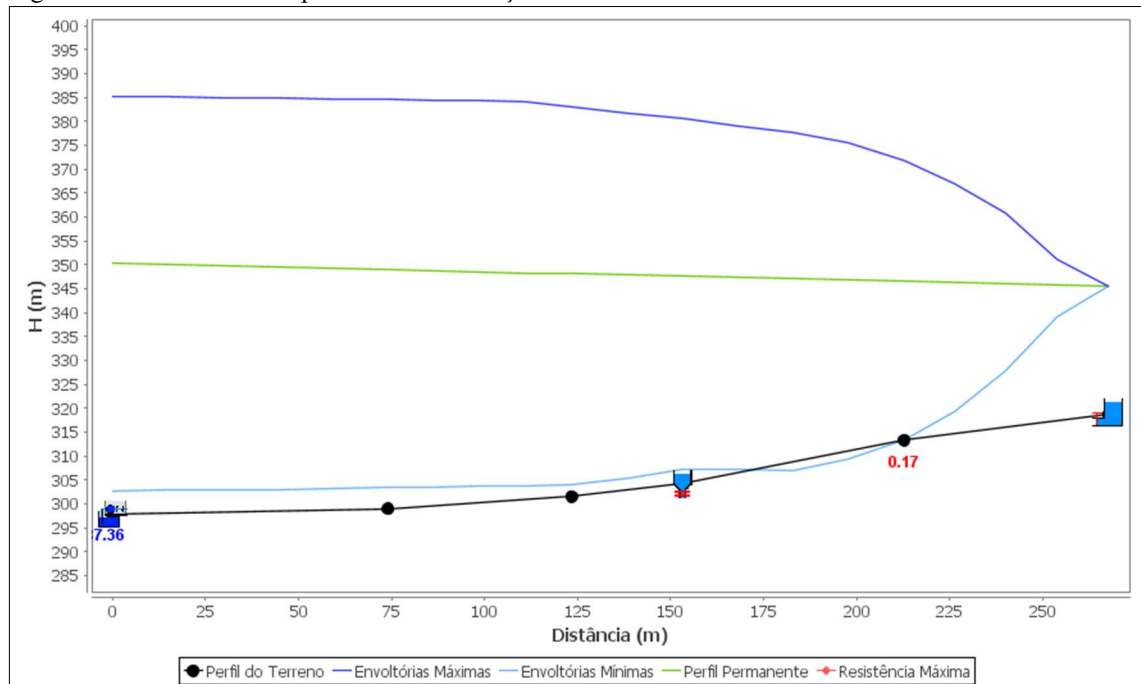
Nota-se que o trecho apresenta um problema de subpressão entre os nós 3 e 5, o que poderá fazer com que o Golpe de Aríete ocorra. Assim, faz-se necessária a adição de um dispositivo atenuador do Golpe, evitando que a adutora sofra um colapso.

4.2 Sistema Adutor Aurora com proteção ao Golpe de Aríete

Após a análise das envolvoórias do perfil, buscou-se soluções hidráulicas que resolvessem o problema de transiente apresentado. Para isso, foram utilizados o Tanque de Alimentação Unidirecional (TAU), a Chaminé de Equilíbrio e o Reservatório Hidropneumático como dispositivos atenuadores do Golpe de Aríete.

Primeiramente, utilizando-se o Tanque de Alimentação Unidirecional, testou-se no sistema apenas um dispositivo, com 3 metros de diâmetro, por prontidão comercial, e 3 metros de altura, o que gerou as linhas de envolvoórias apresentadas na Figura 23.

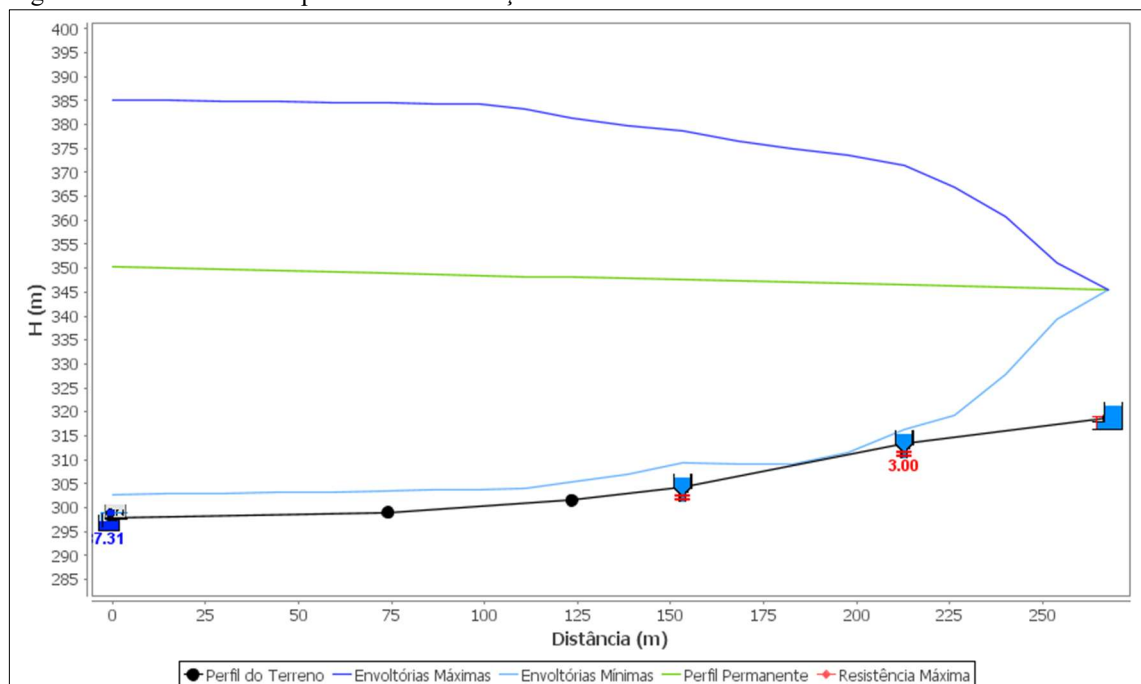
Figura 23 – Envoltórias do perfil com a utilização um TAU.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Observou-se que o dispositivo testado não foi suficiente para a proteção do sistema estudado, portanto optou-se por acrescentar mais um dispositivo a esse sistema, alterando a altura do dispositivo já incluído, aumentando-se para 5 metros de altura, e acrescentando-se outro dispositivo com as mesmas dimensões do anterior, 3 metros de diâmetro e 3 metros de altura e, após o teste, registraram-se as envoltórias apresentadas na Figura 24.

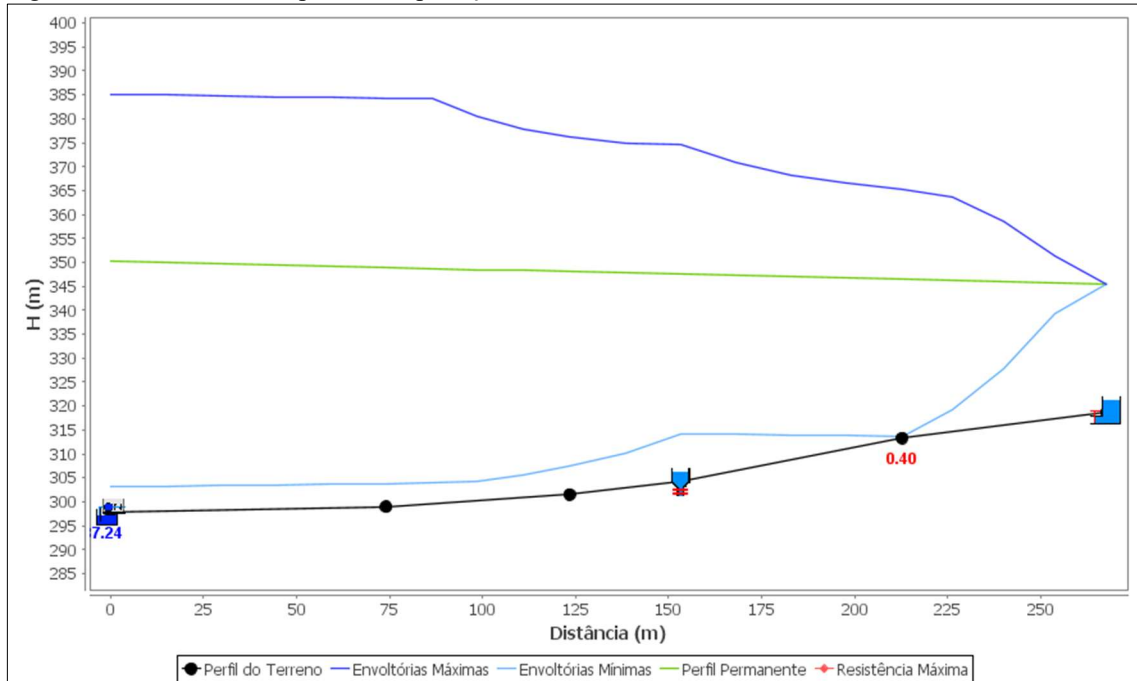
Figura 24 – Envoltórias do perfil com a utilização de dois TAU's.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

É possível verificar que dois dispositivos com alturas de 5 metros e 3 metros, respectivamente, são capazes de proteger o dispositivo, porém decidiu-se testar utilizando um único dispositivo com o mesmo diâmetro, porém com 10 metros de altura. Suas linhas de envoltórias são apresentadas na Figura 25.

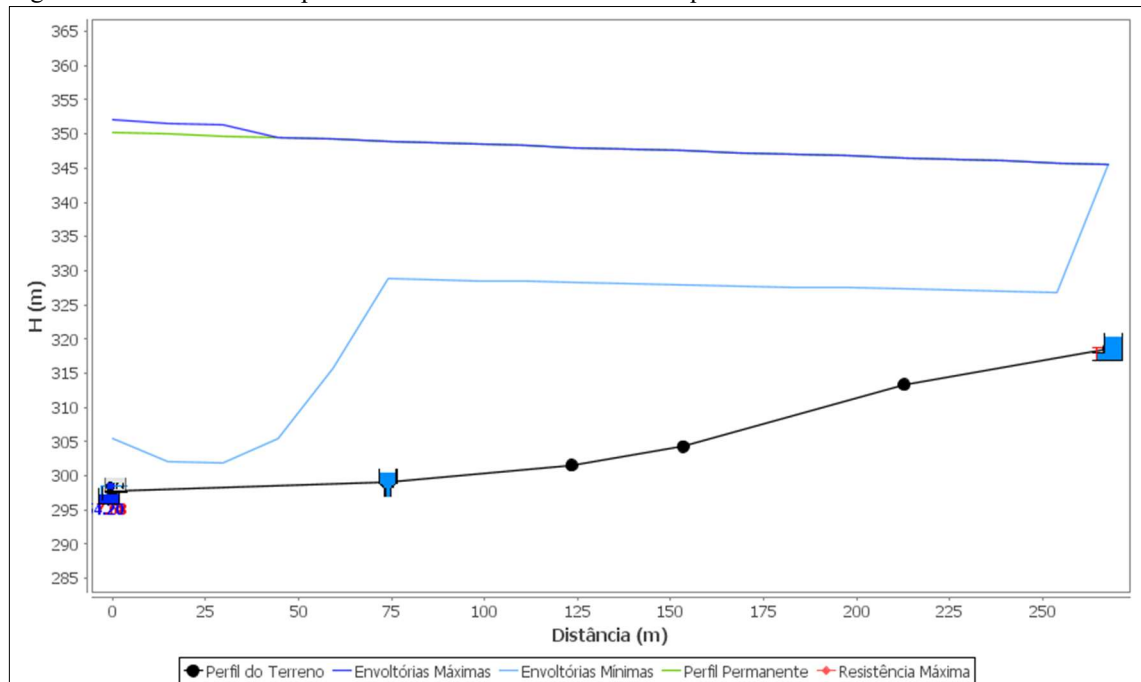
Figura 25 – Envoltórias do perfil com proteção de um TAU com 10 metros de altura.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Nota-se que o dispositivo protege o sistema perfeitamente, e por ser apenas um dispositivo, torna-se uma boa possibilidade para ser a melhor opção a ser utilizada, mas decidiu-se verificar a utilização de outros conjuntos, portanto aplicou-se uma Chaminé de Equilíbrio no segundo nó, com o intuito de proteger, com maior segurança, o sistema por completo, utilizando-se de uma Chaminé com 3 metros de diâmetro e 30 metros de altura e, após a execução do sistema, o programa gerou as linhas de envoltórias apresentadas na Figura 26, verificando-se que a solução é completamente viável, hidraulicamente falando.

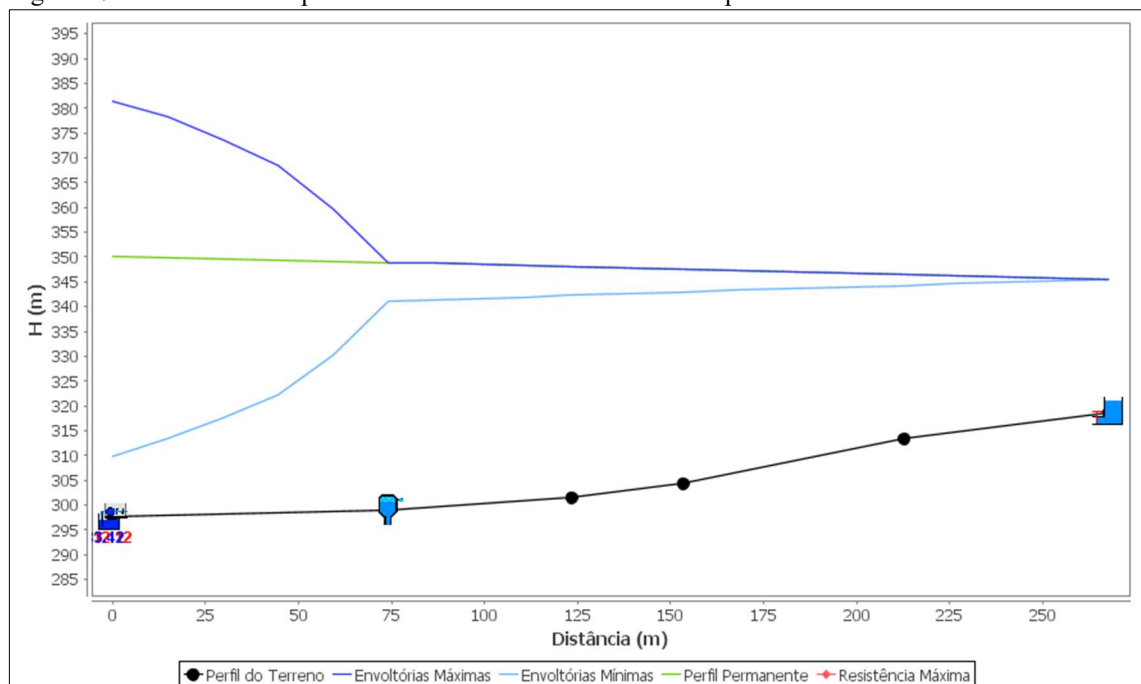
Figura 26 – Envoltórias do perfil utilizando uma Chaminé de Equilíbrio.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

A proteção da adutora foi testada também com a utilização de um Reservatório Hidropneumático, onde o *software* sugeriu um dispositivo com altura de 75 cm, se fazendo suficiente para a proteção do sistema, porém, por questões comerciais, optou-se por um dispositivo com 1 metro de altura, protegendo-se assim a adutora por completo. A Figura 27 apresenta as envoltórias da adutora com a utilização de um Reservatório Hidropneumático.

Figura 27 – Envoltórias do perfil utilizando um Reservatório Hidropneumático.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Após essa análise, é possível gerar, pelo *software* UFC7, um memorial de cálculo, que apresenta os dados de entrada de cada dispositivo inserido, ou seja, nível inicial de água, diâmetro, vazão inicial e diferença de pressão, além do detalhamento do dimensionamento dos mesmos, apresentando valores de perda de carga localizada e diâmetro do tubo de ligação, além dos coeficientes de vazão, calculado e adotado, e o material a ser utilizado. O *software* também apresenta um detalhamento, em desenho, do dispositivo escolhido.

A análise do transiente em adutoras se faz necessária e importante, pois ela determina a segurança na mesma. Prever e evitar o Golpe de Aríete faz com que o sistema não entre em colapso devido às variações de pressão no seu interior, que são praticamente inevitáveis. Portanto, a implantação de dispositivos atenuadores do golpe é imprescindível para que o sistema se mantenha seguro e consiga realizar suas funções adequadamente.

4.3 Custo-Benefício das Soluções Hidráulicas para o Sistema Adutor Aurora

Nota-se que existem várias alternativas, em que todas apresentam os mesmos benefícios. Com isso, solução hidráulica para a adutora, isto é, a escolha da melhor alternativa deve seguir o critério de menor custo, ou seja, deverá ser escolhida aquela alternativa que apresentar um menor valor de implantação para ser utilizada na adutora, desconsiderando-se, nesse caso, os custos futuros com manutenção do dispositivo, tendo como foco principal o custo de implantação do sistema no momento de construção da adutora.

Na primeira solução hidráulica obteve-se a utilização de dois Tanques de Alimentação Unidirecionais, que solucionaram o problema do transiente na adutora, mesmo que no limiar de pressão. O Quadro 2 mostra o detalhamento das dimensões desses dois TAU's.

Quadro 2 – Dimensionamento dos TAU's para a Adutora Aurora.

INFORMAÇÕES	TAU 1	TAU 2
Diâmetro (m)	3.00	3.00
Nível de água inicial (m)	5.00	3.00
Diâmetro dos tubos de ligação (mm)	80.00	80.00
Coefficiente de perda de carga	3.10	4.53

Fonte: Adaptado de UFC7 (2020).

Em uma segunda opção para solucionar o problema, fez-se o uso de um único TAU, que forneceu uma solução segura, dentro dos limites aceitáveis e carga de pressão na rede. O Quadro 3 mostra o detalhamento das dimensões desse TAU.

Quadro 3 – Dimensionamento de TAU para a Adutora Aurora.

INFORMAÇÕES	TAU
Diâmetro (m)	3.00
Nível de água inicial (m)	10.00
Diâmetro dos tubos de ligação (mm)	80.00
Coefficiente de perda de carga	3.10

Fonte: Adaptado de UFC7 (2020).

Em uma terceira opção para solucionar o problema, obteve-se o uso de uma Chaminé de Equilíbrio, que forneceu uma solução bastante segura, porém com maiores dimensões, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 – Dimensionamento da Chaminé de Equilíbrio para a Adutora Aurora.

INFORMAÇÕES	CHAMINÉ
Diâmetro (m)	3.00
Nível de água inicial (m)	5.00
Diâmetro dos tubos de ligação (mm)	80.00
Coefficiente de perda de carga	3.10

Fonte: Adaptado de UFC7.

A quarta alternativa de solução hidráulica seria a utilização de um Reservatório hidropneumático, que, assim como a Chaminé de Equilíbrio, apresentou uma solução bastante segura para o sistema. O *software* sugeriu um dispositivo cujas dimensões se enquadram nos menores artefatos comercializados, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Dimensionamento do Reservatório Hidropneumático para a Adutora Aurora.

INFORMAÇÕES	RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO
Diâmetro (mm)	252.650
Altura (m)	1.000
Volume de ar (m ³)	0.032
Volume de água (m ³)	0.038
Diâmetro dos tubos de ligação (mm)	15.510

Fonte: Adaptado de UFC7.

Com base nessas informações, partiu-se para a orçamentação dos respectivos dispositivos. Foram utilizadas as composições SEINFRA e SINAPI para se chegar a um custo total de implantação para cada solução hidráulica encontrada.

Na primeira solução, tem-se dois dispositivos do mesmo gênero, porém, de alturas diferentes, portanto, é necessária a duplicação de todos os materiais utilizados na execução dos dispositivos. Por serem dispositivos grandes e que estarão cheios com água, se faz necessária a

execução de uma estrutura de fundação para que se possa receber a carga gerada pelo peso desses dispositivos.

O mesmo ocorre com as soluções 2 e 3, porém ambas utilizam apenas um dispositivo cada, sendo que elas são de portes maiores que os da primeira solução, gerando um custo um pouco maior com a execução da estrutura de fundação de cada um deles. A Solução de número 3, por sua vez, demandou de uma estrutura de fundação com um volume consideravelmente maior que a dos demais dispositivos, por se tratar de uma Chaminé de Equilíbrio com 30 metros de altura mínima de água.

As 3 primeiras soluções foram orçadas com a utilização de Reservatórios construídos em concreto, onde foi escolhido o método de execução em anéis de concreto com diâmetro de 3 metros, visando assim uma padronização nos orçamentos, além de simular uma execução real, onde esse tipo de material é o mais presente no mercado.

Na solução de número 4 tem-se a utilização de um dispositivo que já se encontra pronto no mercado, porém também necessita de uma estrutura de fundação para suportar o seu peso e algum possível impacto causado no seu interior devido às variações de pressão. Além disso, o dispositivo demanda de um custo um pouco maior em serviços para a sua instalação, quando comparado aos outros dispositivos, pois demanda de uma mão-de-obra um pouco mais especializada, além de serviços diferentes dos demais dispositivos.

A solução de número 1 apresentou um custo total de R\$ 98.503,15 (Noventa e Oito Mil, Quinhentos e Três Reais e Quinze Centavos), um custo consideravelmente elevado, porém justificado, pois a solução utiliza-se de dois Tanques de Alimentação Unidirecionais (TAU's).

A solução 2 também utiliza o TAU, porém, nesse caso, apenas um dispositivo, com altura maior que ambos os utilizados na solução 1. O custo dessa solução ficou em R\$ 61.112,94 (Sessenta e Um Mil, Cento e Doze Reais e Noventa e Quatro Centavos), custo esse menor que o da primeira solução, pois trata-se de um único dispositivo.

Já na solução de número 3 foi utilizado uma Chaminé de Equilíbrio, seu custo foi orçado em R\$ 111.644,93 (Cento e Onze Mil, Seiscentos e Quarenta e Quatro Reais e Noventa e Três Centavos), sendo justificado pelo elevado nível necessário. Enquanto isso, a solução 4 apresentou um custo total de R\$ 102.283,82 (Cento e Dois Mil, Duzentos e Oitenta e Três Reais e Oitenta e Dois Centavos). Esta utilizou um Reservatório Hidropneumático, e a justificativa para o seu elevado custo é basicamente devido ao valor do próprio dispositivo.

Com isso, foi possível verificar que a solução hidráulica com o melhor custo-benefício para o trecho estudado é a solução de número 2, um Tanque de Alimentação Unidirecional, com 10 metros de altura mínima de água, construído em concreto. A solução

protege hidraulicamente a adutora com perfeição, ou seja, reduz o transiente e atenua os efeitos do Golpe de Aríete, evitando que o sistema entre em colapso. Além disso foi a solução com o menor custo financeiro, dentre as soluções testadas.

O Quadro 6 apresenta um resumo dos custos totais de cada solução, as Planilhas Orçamentárias com todos os detalhes serão apresentadas no Apêndice A e as Memórias de Cálculo de cada planilha serão apresentadas no Apêndice B.

Quadro 6 – Resumo dos custos financeiros das soluções hidráulicas.

RESUMO DOS CUSTOS FINANCEIROS			
SOLUÇÃO	DISPOSITIVO	VALOR	TOTAL
1	TAU - 5M	R\$ 50.942,29	R\$ 98.503,15
	TAU - 3M	R\$ 47.560,86	
2	TAU - 10M	R\$ 61.112,94	R\$ 61.112,94
3	CHAMINÉ - 30M	R\$ 111.644,93	R\$ 111.644,93
4	RES. HIDRO.	R\$ 102.283,82	R\$ 102.283,82

Fonte: Autor (2020)

Ressalta-se que o Tanque de Alimentação Unidirecional protege os dispositivos submetidos à subpressão, que é o pior caso a ser considerado sob o âmbito da resistência do material, pois as tubulações resistem mais às sobressões. Com isso, apesar da Chaminé de Equilíbrio costumeiramente apresentar menores custos de manutenção, adotou-se a solução de número 2 como a de melhor custo-benefício.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou apresentar uma solução hidráulica eficaz para um trecho do Sistema Adutor Aurora, com o mínimo custo financeiro, dentre as opções avaliadas. Assim, é possível realizar a proteção do trecho com total eficiência sem que haja um gasto financeiro além do necessário.

Verificou-se que o sistema UFC7 é eficaz na análise de modelos submetidos a risco de ocorrência do transiente hidráulico e que, através de uma interface simples e transversal com o sistema AutoCAD, permite compatibilizar projetos com eficiência e segurança hídrica, o que o torna uma importante ferramenta de cálculo de adutoras de grande porte.

Diante do que foi analisado, nota-se que existem diversas possibilidades de soluções hidráulicas para a proteção do trecho escolhido, com ampla variedade de dispositivos, combinações e disposições diferentes dos mesmos, para a devida proteção, buscando sempre uma maior segurança para a adutora, porém, o custo financeiro para a implantação da devida proteção é o que vai efetivar, ou não, a escolha dos respectivos dispositivos, sendo assim, obviamente, escolhida a proteção hidráulica eficiente que possua o menor custo financeiro, dentre as possibilidades.

Para o trecho estudado verificou-se que, apesar de encontradas diversas soluções hidráulicas para o problema, a utilização de um Tanque de Alimentação Unidirecional com 3 metros de diâmetro e 10 metros de altura é a solução mais indicada, dentre as opções analisadas, pois, além de proteger a adutora contra o transiente, apresentou o menor custo financeiro entre as demais, sendo, este, o valor de R\$ 61.112,94 (Sessenta e Um Mil, Cento e Doze Reais e Noventa e Quatro Centavos).

Sugere-se que, para trabalhos futuros, sejam analisados outros trechos do sistema adutor Aurora, como também o sistema completo, além de outros sistemas adutores distintos, pois é possível que se use a mesma metodologia de pesquisa para ambos, buscando sempre dispositivos com o melhor custo-benefício para a proteção do sistema analisado.

Sugere-se, ainda, que se analise a projeção dos custos de manutenção de cada dispositivo, pois essa análise a longo prazo pode ser um critério relevante na escolha de uma solução hidráulica eficiente.

REFERÊNCIAS

- ANA, Agência Nacional das Águas -. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água: Resultados por Estado**. Brasília: ANA: Engecorps / Cobrape, 2010. 2 v.
- ATLAS Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará. 2010. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/infraestrutura/fotos.php?cd_adutora=137&status=2&objeto=adutoras>. Acesso em: 22 out. 2019.
- AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. **Manual de Hidráulica**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 2015.
- BARBOSA, M. P. R. – **Modelagem Computacional de Chaminés de Equilíbrio e Tanques de Alimentação Unidirecional Como Dispositivos Atenuadores do Golpe de Aríete em Adutoras**. Dissertação de Mestrado. DEHA/UFC, 2006.
- CAMPOS, José Nilson B.; STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. **SECAS NO NORDESTE DO BRASIL: ORIGENS, CAUSAS E SOLUÇÕES**. 2001. 10 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.
- CEARÁ. Érica Bandeira. Sala de Imprensa (ed.). **ADUTORA DE AURORA: UM SALTO QUALITATIVO NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA POPULAÇÃO**. Disponível em: <http://saladeimprensa.ceara.gov.br/todospelaagua/?p=30464>. Acesso em: 09 mar. 2020.
- CHAUDHRY, M. Hainf. – **Applied Hydraulic Transients**. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 3ª edição, 2014.
- Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - DEHA. Universidade Federal do Ceará, 150 páginas, **Tutorial UFC2, UFC3, UFC4, UFC5, UFC7**, 2019.
- LABORATÓRIO de Hidráulica Computacional. **Manuais do Sistema UFC**. Disponível em: <<http://www.lahc.ufc.br/manual/>>. Acesso em: 22 out. 2019.
- MARTINS, R. M. – **Série Didática Água: Golpe de Aríete**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, 1993.
- MARWELL, D. T. B. – **Modelo de Transição de Regime de Escoamento na Simulação de Transientes Subatmosféricos em Adutoras de Água**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / UnB, 2009.
- MENDES, Luís Filipe Martins. **Métodos Clássicos de Protecção de Sistemas Elevatórios Contra o Golpe de Aríete**. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.
- MENDONÇA, Laura Cruz de. – **Estudo de Transientes Hidráulicos em uma Instalação de Bombeamento**. Dissertação de Mestrado. EESC/USP, 1986.
- MISHAN, Ezra J. **Cost-benefit analysis: an informal introduction**. New York: Forth Edition, 1994.

MORESCHI, Isabella Cristina. **Transiente Hidráulico em sistema elevatório de água bruta: Abordagem para situação real**. 2018. 124 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2018.

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica básica**. São Paulo: São Carlos, 2006.

SANTOS, Rodrigo Magalhães Neiva; CASTRO, Marco Aurélio Holanda de. Modelagem Computacional de Transientes Hidráulicos em Sistemas de Recalque. *In*: I SEREA, 2002, João Pessoa. **Anais** [...] João Pessoa: CT UFPB, 2002.

SANTOS, Rodrigo Magalhães Neiva – **Modelagem Computacional do Golpe de Ariete em Adutoras**. Dissertação de Mestrado. DEHA/UFC, 2000.

SILVA, Maria João Falcão; SALVADO, Ana Filipa. **ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO: Metodologia para apoio à decisão em intervenções de Arquitetura, Engenharia e Construção**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2015.

SILVA, D.; SIMON, F. Abordagem Quantitativa de Análise de Dados de Pesquisa: Construção e Validação de Escala de Atitude. **Cadernos CERU**, v. 16, p. 11-27, 1 jan. 2005.

STREETER, Victor L., WYLIE, E. Benjemim – **Fluid Transients**. McGrawHill Editora, 1978.

TANQUE Hidropneumático - THP. Disponível em:
<<http://www.assistherm.com.br/tanques/>>. Acesso em: 22 out. 2019.

TSUTIYA, M. T. – Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 3ª Edição, 2006.

USINA Hidrelétrica. 2009. Disponível em:
<<http://www.mundobordado.no.comunidades.net/usina-hidreletrica>>. Acesso em: 21 out. 2019.

VAN ZYL, J. E. **Introduction to operation and maintenance of water distribution systems**. Gezina: Water Research Commission, 2014. 144 p.

VENTURA, Magda Maria. O Estudo de Caso Como Modalidade de Pesquisa. **Pedagogia Médica**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.383-386, 25 set. 2007.

WARD, Willian A.; DEREN, Barry J.; D'SILVA, Emmanuel H. **The Economics of Project Analysis**. Washington: The World Bank, 1991.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A – Planilhas orçamentárias

TAU 5 M							
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
ITEM	FORTE	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT	TOTAL
1.0			RESERVATÓRIO ELEVADO - SERVIÇOS - 35m³ Fuste 5 m				RS 17.903.11
1.1			FUNDAÇÃO				RS 3.126.52
1.1.1	SINAPI	90082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	M3	29.44	RS 7.36	RS 216.66
1.1.2	SINAPI	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	12.56	RS 2.35	RS 29.52
1.1.3	SINAPI	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	M3	0.38	RS 257.84	RS 97.15
1.1.4	SINAPI	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDAÇÃO C/ REAPROVEITAMENTO 5X	M2	6.28	RS 28.38	RS 178.23
1.1.5	SINAPI	73994/001	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA Q-138, AÇO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	KG	30.94	RS 5.15	RS 159.37
1.1.6	SINAPI	94963	CONCRETO FCK = 15MPa, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M3	6.28	RS 288.15	RS 1,809.58
1.1.7	SINAPI	73964/006	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	15.72	RS 40.47	RS 636.01
1.2			ESTRUTURA				RS 688.17
1.2.1	SINAPI	88630	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2014	M3	0.72	RS 316.88	RS 229.25
1.2.2	SINAPI	73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COMPLETA	M2	1.14	RS 402.56	RS 458.92
1.3			IMPERMEABILIZAÇÃO				RS 2,469.48
1.3.1	SINAPI	83735	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM CIMENTO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRA RÁPIDA, TRAÇO 1:1, E=0,5 CM	M2	44.75	RS 55.19	RS 2,469.48
1.4			TUBOS E CONEXÕES				RS 2,134.88
1.4.1	SEINFRA	C3512	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS, RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. ATÉ 50 M3	UN	1.00	RS 2,030.59	RS 2,030.59
1.4.2	SINAPI	74162/001	CAIXA DE CONCRETO, ALTURA = 1,00 METRO, DIAMETRO REGISTRO < 150 MM	UN	1.00	RS 104.29	RS 104.29
1.5			PROTEÇÃO E SEGURANÇA				RS 8,123.73
1.5.1	SINAPI	74142/004	CERCA COM MOUROES DE CONCRETO, SECAO "T" PONTA INCLINADA, 10X10CM, ESPACAMENTO DE 3M, CRAVADOS 0,5M, COM 11 FIOS DE ARAME FARPADO Nº 16	M	35.00	RS 37.09	RS 1,298.15
1.5.2	SINAPI	85188	PORTAO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 1,0X1,6M, INCLUSIVE CADEADO	UN	1.00	RS 515.00	RS 515.00
1.5.3	SINAPI	85189	PORTAO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLUSIVE CADEADO	UN	1.00	RS 998.33	RS 998.33
1.5.4	SINAPI	73665	ESCALA TIPO MARINHEIRO EM AÇO CA-50 9,52MM INCLUSO PINTURA COM FUNDO ANTICORROSIVO TIPO ZARCAO	M	5.20	RS 64.03	RS 332.96
1.5.5	SINAPI	74195/001	GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM FERRO BARRA CHATA 3/16"	M	9.42	RS 295.07	RS 2,779.56
1.5.6	SEINFRA	C4208	PARA-RAIO TIPO FRANKLIN C/ SINALIZADOR (FORNECIMENTO E MONTAGEM)	UN	1.00	RS 2,199.73	RS 2,199.73
1.6			OUTROS SERVIÇOS				RS 1,360.34
1.6.1	SINAPI	73445	CAIACAO INT OU EXT SOBRE REVESTIMENTO LISO C/ADOCAO DE FIXADOR COM COM DUAS DEMAOS	M2	61.23	RS 7.47	RS 457.39
1.6.2	SINAPI	73924/001	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFÍCIE METALICA	M2	19.04	RS 19.93	RS 379.43
1.6.3	SINAPI	94994	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 8 CM, ARMADO. AF_07/2016	M2	7.54	RS 69.47	RS 523.53
2.0			RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAIS				RS 22,208.93
2.1			ESTRUTURA				RS 11,936.09
2.1.1	SINAPI	12568	ANEL DE CONCRETO ARMADO, D = 3,00 M, H = 0,50 M	UN	14.00	RS 599.26	RS 8,389.64
2.1.2	SEINFRA	16086	TAMPA PRE-MOLDADA COM DOIS FUIROS DE 0,60M, D = 3,16M	UN	3.00	RS 1,030.87	RS 3,092.61
2.1.3	SINAPI	89271	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30 T, POTÊNCIA 97 KW, TRAÇÃO 4 X 4 - MATERIAIS NA OPERAÇÃO. AF_11/2014	H	24.00	RS 18.91	RS 453.84
2.2			FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES				RS 3,828.20
2.2.1	SINAPI	1806	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 2"	UN	4.00	RS 70.80	RS 283.20
2.2.2	SINAPI	3912	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2"	UN	16.00	RS 19.94	RS 319.04
2.2.3	SINAPI	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA D'AGUA	UN	5.00	RS 17.01	RS 85.05
2.2.4	SINAPI	9860	TUBO PVC, ROSCAVEL, 2", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	30.75	RS 33.35	RS 1,025.51
2.2.5	SINAPI	6028	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2" (REF 1509)	UN	2.00	RS 77.99	RS 155.98
2.2.6	SINAPI	6298	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2" Obs: dimensões entre asteriscos (*) indicam a aceitação de medidas aproximadas.	UN	1.00	RS 37.66	RS 37.66
2.2.7	SINAPI	4181	NIPLÉ DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2"	UN	2.00	RS 19.95	RS 39.90
2.2.8	SINAPI	9887	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2"	UN	1.00	RS 57.82	RS 57.82
2.2.9	SINAPI	1807	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 3"	UN	1.00	RS 170.13	RS 170.13
2.2.10	SINAPI	3914	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3"	UN	6.00	RS 54.87	RS 329.22
2.2.11	SINAPI	83	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 75 MM X 2 1/2", PARA CAIXA D' AGUA	UN	2.00	RS 125.54	RS 251.08
2.2.12	SINAPI	9857	TUBO PVC, ROSCAVEL, 3", AGUA FRIA PREDIAL	UN	10.25	RS 67.18	RS 688.60
2.2.13	SINAPI	6031	REGISTRO DE ESFERA PVC, COM BORBOLETA, COM ROSCA EXTERNA, DE 3/4"	UN	2.00	RS 10.59	RS 21.18
2.2.14	SINAPI	99625	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 3" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2019	UN	1.00	RS 363.83	RS 363.83
2.3			OUTROS				RS 6,444.64
2.3.1	SEINFRA	18698	CLORADOR DE PASTILHA PARA CLORO ORGÂNICO - CAPACIDADE E AUTONOMIA MÍNIMA PARA TRATAR 2.500M3 DE ÁGUA POR CARGA DE CLORO	UN	1.00	RS 2,919.28	RS 2,919.28
2.3.2	SINAPI	396	ABRACADEIRA EM AÇO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 2" E PARAFUSO DE FIXACAO	UN	13.00	RS 1.72	RS 22.36
2.3.3	SEINFRA	18699	PASTILHA DE CLORO ORGÂNICO - TRICOLO-S-TRIAZINA-TRIONA 99%	KG	100.00	RS 35.03	RS 3,503.00
				SUB-TOTAL			RS 40,112.04
				BDI 27%			RS 10,830.25
				TOTAL C/ BDI			RS 50,942.29

TAU 3 M							
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
ITEM	FORTE	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT	TOTAL
1.0			RESERVATÓRIO ELEVADO - SERVIÇOS - 35m³ Fuste 5 m				RS 17.637,61
1.1			FUNDAÇÃO				RS 3.126,52
1.1.1	SINAPI	90082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF 01/2015	M3	29.44	RS 7.36	RS 216,66
1.1.2	SINAPI	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	M2	12.56	RS 2.35	RS 29,52
1.1.3	SINAPI	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF 07/2016	M3	0.38	RS 257,84	RS 97,15
1.1.4	SINAPI	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X	M2	6.28	RS 28,38	RS 178,23
1.1.5	SINAPI	73994/001	ARMAÇAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	KG	30.94	RS 5.15	RS 159,37
1.1.6	SINAPI	94963	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016	M3	6.28	RS 288,15	RS 1,809,58
1.1.7	SINAPI	73964/006	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	15.72	RS 40,47	RS 636,01
1.2			ESTRUTURA				RS 688,17
1.2.1	SINAPI	88630	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2014	M3	0.72	RS 316,88	RS 229,25
1.2.2	SINAPI	73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COMPLETA	M2	1.14	RS 402,56	RS 458,92
1.3			IMPERMEABILIZAÇÃO				RS 2,469,48
1.3.1	SINAPI	83735	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM CIMENTO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRA RAPIDA, TRACO 1:1. E=0,5 CM	M2	44.75	RS 55,19	RS 2,469,48
1.4			TUBOS E CONEXÕES				RS 2,134,88
1.4.1	SEINFRA	C3512	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS. RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. ATÉ 50 M3	UN	1.00	RS 2,030,59	RS 2,030,59
1.4.2	SINAPI	74162/001	CAIXA DE CONCRETO, ALTURA = 1,00 METRO, DIAMETRO REGISTRO < 150 MM	UN	1.00	RS 104,29	RS 104,29
1.5			PROTEÇÃO E SEGURANÇA				RS 7,995,67
1.5.1	SINAPI	74142/004	CERCA COM MOUROES DE CONCRETO, SECAO "T" PONTA INCLINADA, 10X10CM, ESPACAMENTO DE 3M, CRAVADOS 0,5M, COM 11 FIOS DE ARAME FARPADO Nº 16	M	35.00	RS 37,09	RS 1,298,15
1.5.2	SINAPI	85188	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 1,0X1,6M, INCLUSIVE CADEADO	UN	1.00	RS 515,00	RS 515,00
1.5.3	SINAPI	85189	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLUSIVE CADEADO	UN	1.00	RS 998,33	RS 998,33
1.5.4	SINAPI	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM ACO CA-50 9,52MM INCLUSO PINTURA COM FUNDO ANTICORROSIVO TIPO ZARCAO	M	3.20	RS 64,03	RS 204,90
1.5.5	SINAPI	74195/001	GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM FERRO BARRA CHATA 3/16"	M	9.42	RS 295,07	RS 2,779,56
1.5.6	SEINFRA	C4208	PARA-RAIO TIPO FRANKLIN C/ SINALIZADOR (FORNECIMENTO E MONTAGEM)	UN	1.00	RS 2,199,73	RS 2,199,73
1.6			OUTROS SERVIÇOS				RS 1,222,90
1.6.1	SINAPI	73445	CAIACAO INT OU EXT SOBRE REVESTIMENTO LISO C/ADOCAO DE FIXADOR COM COM DUAS DEMAOS	M2	47.10	RS 7,47	RS 351,84
1.6.2	SINAPI	73924/001	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA	M2	17.44	RS 19,93	RS 347,54
1.6.3	SINAPI	94994	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 8 CM, ARMADO. AF 07/2016	M2	7.54	RS 69,47	RS 523,53
2.0			RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAIS				RS 19,811,89
2.1			ESTRUTURA				RS 9,539,05
2.1.1	SINAPI	12568	ANEL DE CONCRETO ARMADO, D = 3,00 M, H = 0,50 M	UN	10.00	RS 599,26	RS 5,992,60
2.1.2	SEINFRA	16086	TAMPA PRE-MOLDADA COM DOIS FUROS DE 0,60M, D = 3,16M	UN	3.00	RS 1,030,87	RS 3,092,61
2.1.3	SINAPI	89271	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30 T, POTÊNCIA 97 KW, TRAÇÃO 4 X 4 - MATERIAIS NA OPERAÇÃO. AF 11/2014	H	24.00	RS 18,91	RS 453,84
2.2			FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES				RS 3,828,20
2.2.1	SINAPI	1806	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 2"	UN	4.00	RS 70,80	RS 283,20
2.2.2	SINAPI	3912	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2"	UN	16.00	RS 19,94	RS 319,04
2.2.3	SINAPI	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA D'AGUA	UN	5.00	RS 17,01	RS 85,05
2.2.4	SINAPI	9860	TUBO PVC, ROSCAVEL, 2", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	30.75	RS 33,35	RS 1,025,51
2.2.5	SINAPI	6028	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 " (REF 1509)	UN	2.00	RS 77,99	RS 155,98
2.2.6	SINAPI	6298	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2" Obs: dimensões entre asteriscos (*) indicam a aceitação de medidas aproximadas.	UN	1.00	RS 37,66	RS 37,66
2.2.7	SINAPI	4181	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2"	UN	2.00	RS 19,95	RS 39,90
2.2.8	SINAPI	9887	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2"	UN	1.00	RS 57,82	RS 57,82
2.2.9	SINAPI	1807	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 3"	UN	1.00	RS 170,13	RS 170,13
2.2.10	SINAPI	3914	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3"	UN	6.00	RS 54,87	RS 329,22
2.2.11	SINAPI	83	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 75 MM X 2 1/2", PARA CAIXA D' AGUA	UN	2.00	RS 125,54	RS 251,08
2.2.12	SINAPI	9857	TUBO PVC, ROSCAVEL, 3", AGUA FRIA PREDIAL	UN	10.25	RS 67,18	RS 688,60
2.2.13	SINAPI	6031	REGISTRO DE ESFERA PVC, COM BORBOLETA, COM ROSCA EXTERNA, DE 3/4"	UN	2.00	RS 10,59	RS 21,18
2.2.14	SINAPI	99625	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 3" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 01/2019	UN	1.00	RS 363,83	RS 363,83
2.3			OUTROS				RS 6,444,64
2.3.1	SEINFRA	18698	CLORADOR DE PASTILHA PARA CLORO ORGÂNICO - CAPACIDADE E AUTONOMIA MÍNIMA PARA TRATAR 2.500M3 DE ÁGUA POR CARGA DE CLORO	UN	1.00	RS 2,919,28	RS 2,919,28
2.3.2	SINAPI	396	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 2" E PARAFUSO DE FIXACAO	UN	13.00	RS 1,72	RS 22,36
2.3.3	SEINFRA	18699	PASTILHA DE CLORO ORGÂNICO - TRICOLO-S-TRIAZINA-TRIONA 99%	KG	100.00	RS 35,03	RS 3,503,00
				SUB-TOTAL			RS 37,449,50
				BDI 27%			RS 10,111,36
				TOTAL C/ BDI			RS 47,560,86

TAU 10 M							
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
ITEM	FORTE	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT	TOTAL
1.0			RESERVATÓRIO ELEVADO - SERVIÇOS - 35m³ Fuste 5 m				RS 18.720,38
1.1			FUNDAÇÃO				RS 3.126,52
1.1.1	SINAPI	90082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF 01/2015	M3	29.44	RS 7.36	RS 216,66
1.1.2	SINAPI	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF 06/2016	M2	12.56	RS 2.35	RS 29,52
1.1.3	SINAPI	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4:5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF 07/2016	M3	0.38	RS 257,84	RS 97,15
1.1.4	SINAPI	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X	M2	6.28	RS 28,38	RS 178,23
1.1.5	SINAPI	73994/001	ARMAÇAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	KG	30.94	RS 5.15	RS 159,37
1.1.6	SINAPI	94963	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016	M3	6.28	RS 288,15	RS 1,809,58
1.1.7	SINAPI	73964/006	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	15.72	RS 40,47	RS 636,01
1.2			ESTRUTURA				RS 688,17
1.2.1	SINAPI	88630	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2014	M3	0.72	RS 316,88	RS 229,25
1.2.2	SINAPI	73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COMPLETA	M2	1.14	RS 402,56	RS 458,92
1.3			IMPERMEABILIZAÇÃO				RS 2,469,48
1.3.1	SINAPI	83735	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM CIMENTO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRA RAPIDA, TRACO 1:1. E=0,5 CM	M2	44.75	RS 55,19	RS 2,469,48
1.4			TUBOS E CONEXÕES				RS 2,134,88
1.4.1	SEINFRA	C3512	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS. RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. ATÉ 50 M3	UN	1.00	RS 2,030,59	RS 2,030,59
1.4.2	SINAPI	74162/001	CAIXA DE CONCRETO, ALTURA = 1,00 METRO, DIAMETRO REGISTRO < 150 MM	UN	1.00	RS 104,29	RS 104,29
1.5			PROTEÇÃO E SEGURANÇA				RS 8,411,86
1.5.1	SINAPI	74142/004	CERCA COM MOUROES DE CONCRETO, SECAO "T" PONTA INCLINADA, 10X10CM, ESPACAMENTO DE 3M, CRAVADOS 0,5M, COM 11 FIOS DE ARAME FARPADO Nº 16	M	35.00	RS 37,09	RS 1,298,15
1.5.2	SINAPI	85188	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 1,0X1,6M, INCLUSIVE CADEADO	UN	1.00	RS 515,00	RS 515,00
1.5.3	SINAPI	85189	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLUSIVE CADEADO	UN	1.00	RS 998,33	RS 998,33
1.5.4	SINAPI	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM ACO CA-50 9,52MM INCLUSO PINTURA COM FUNDO ANTICORROSIVO TIPO ZARCAO	M	9.70	RS 64,03	RS 621,09
1.5.5	SINAPI	74195/001	GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM FERRO BARRA CHATA 3/16"	M	9.42	RS 295,07	RS 2,779,56
1.5.6	SEINFRA	C4208	PARA-RAIO TIPO FRANKLIN C/ SINALIZADOR (FORNECIMENTO E MONTAGEM)	UN	1.00	RS 2,199,73	RS 2,199,73
1.6			OUTROS SERVIÇOS				RS 1,889,48
1.6.1	SINAPI	73445	CAIACAO INT OU EXT SOBRE REVESTIMENTO LISO C/ADOCAO DE FIXADOR COM COM DUAS DEMAOS	M2	122,46	RS 7,47	RS 914,78
1.6.2	SINAPI	73924/001	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA	M2	22,64	RS 19,93	RS 451,18
1.6.3	SINAPI	94994	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 8 CM, ARMADO. AF 07/2016	M2	7,54	RS 69,47	RS 523,53
2.0			RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAIS				RS 29,400,05
2.1			ESTRUTURA				RS 19,127,21
2.1.1	SINAPI	12568	ANEL DE CONCRETO ARMADO, D = 3,00 M, H = 0,50 M	UN	26,00	RS 599,26	RS 15,580,76
2.1.2	SEINFRA	16086	TAMPA PRE-MOLDADA COM DOIS FUROES DE 0,60M, D = 3,16M	UN	3,00	RS 1,030,87	RS 3,092,61
2.1.3	SINAPI	89271	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30 T, POTÊNCIA 97 KW, TRAÇÃO 4 X 4 - MATERIAIS NA OPERAÇÃO. AF 11/2014	H	24,00	RS 18,91	RS 453,84
2.2			FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES				RS 3,828,20
2.2.1	SINAPI	1806	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 2"	UN	4,00	RS 70,80	RS 283,20
2.2.2	SINAPI	3912	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2"	UN	16,00	RS 19,94	RS 319,04
2.2.3	SINAPI	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA D'AGUA	UN	5,00	RS 17,01	RS 85,05
2.2.4	SINAPI	9860	TUBO PVC, ROSCAVEL, 2", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	30,75	RS 33,35	RS 1,025,51
2.2.5	SINAPI	6028	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 " (REF 1509)	UN	2,00	RS 77,99	RS 155,98
2.2.6	SINAPI	6298	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2" Obs: dimensões entre asteriscos (*) indicam a aceitação de medidas aproximadas.	UN	1,00	RS 37,66	RS 37,66
2.2.7	SINAPI	4181	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2"	UN	2,00	RS 19,95	RS 39,90
2.2.8	SINAPI	9887	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2"	UN	1,00	RS 57,82	RS 57,82
2.2.9	SINAPI	1807	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 3"	UN	1,00	RS 170,13	RS 170,13
2.2.10	SINAPI	3914	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3"	UN	6,00	RS 54,87	RS 329,22
2.2.11	SINAPI	83	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 75 MM X 2 1/2", PARA CAIXA D' AGUA	UN	2,00	RS 125,54	RS 251,08
2.2.12	SINAPI	9857	TUBO PVC, ROSCAVEL, 3", AGUA FRIA PREDIAL	UN	10,25	RS 67,18	RS 688,60
2.2.13	SINAPI	6031	REGISTRO DE ESFERA PVC, COM BORBOLETA, COM ROSCA EXTERNA, DE 3/4"	UN	2,00	RS 10,59	RS 21,18
2.2.14	SINAPI	99625	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 3" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 01/2019	UN	1,00	RS 363,83	RS 363,83
2.3			OUTROS				RS 6,444,64
2.3.1	SEINFRA	18698	CLORADOR DE PASTILHA PARA CLORO ORGÂNICO - CAPACIDADE E AUTONOMIA MÍNIMA PARA TRATAR 2.500M3 DE ÁGUA POR CARGA DE CLORO	UN	1,00	RS 2,919,28	RS 2,919,28
2.3.2	SINAPI	396	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 2" E PARAFUSO DE FIXACAO	UN	13,00	RS 1,72	RS 22,36
2.3.3	SEINFRA	18699	PASTILHA DE CLORO ORGÂNICO - TRICOLO-S-TRIAZINA-TRIONA 99%	KG	100,00	RS 35,03	RS 3,503,00
				SUB-TOTAL			RS 48,120,43
				BDI 27%			RS 12,992,52
				TOTAL C/ BDI			RS 61,112,94

CHAMINÉ 30 M							
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
ITEM	FORTE	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT	TOTAL
1.0			RESERVATÓRIO ELEVADO - SERVIÇOS - 35m³ Fuste 5 m				R\$ 27.560,37
1.1			FUNDAÇÃO				R\$ 8.177,60
1.1.1	SINAPI	90082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (0,8 M3/111 HP), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_01/2015	M3	58.88	R\$ 7.36	R\$ 433.32
1.1.2	SINAPI	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	12.56	R\$ 2.35	R\$ 29.52
1.1.3	SINAPI	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4:5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_07/2016	M3	0.38	R\$ 257.84	R\$ 97.15
1.1.4	SINAPI	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X	M2	18.84	R\$ 28.38	R\$ 534.68
1.1.5	SINAPI	73994/001	ARMAÇAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM	KG	92.83	R\$ 5.15	R\$ 478.10
1.1.6	SINAPI	94963	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016	M3	18.84	R\$ 288.15	R\$ 5,428.75
1.1.7	SINAPI	73964/006	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	29.06	R\$ 40.47	R\$ 1,176.09
1.2			ESTRUTURA				R\$ 688.17
1.2.1	SINAPI	88630	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2014	M3	0.72	R\$ 316.88	R\$ 229.25
1.2.2	SINAPI	73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COMPLETA	M2	1.14	R\$ 402.56	R\$ 458.92
1.3			IMPERMEABILIZAÇÃO				R\$ 2,469.48
1.3.1	SINAPI	83735	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM CIMENTO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRA RAPIDA, TRACO 1:1. E=0,5 CM	M2	44.75	R\$ 55.19	R\$ 2,469.48
1.4			TUBOS E CONEXÕES				R\$ 2,134.88
1.4.1	SEINFRA	C3512	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS. RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. ATÉ 50 M3	UN	1.00	R\$ 2,030.59	R\$ 2,030.59
1.4.2	SINAPI	74162/001	CAIXA DE CONCRETO, ALTURA = 1,00 METRO, DIAMETRO REGISTRO < 150 MM	UN	1.00	R\$ 104.29	R\$ 104.29
1.5			PROTEÇÃO E SEGURANÇA				R\$ 9,980.60
1.5.1	SINAPI	74142/004	CERCA COM MOUROES DE CONCRETO, SECAO "T" PONTA INCLINADA, 10X10CM, ESPACAMENTO DE 3M, CRAVADOS 0,5M, COM 11 FIOS DE ARAME FARPADO Nº 16	M	35.00	R\$ 37.09	R\$ 1,298.15
1.5.2	SINAPI	85188	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 1,0X1,6M, INCLUSIVE CADEADO	UN	1.00	R\$ 515.00	R\$ 515.00
1.5.3	SINAPI	85189	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLUSIVE CADEADO	UN	1.00	R\$ 998.33	R\$ 998.33
1.5.4	SINAPI	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM ACO CA-50, 9,52MM INCLUSO PINTURA COM FUNDO ANTICORROSIVO TIPO ZARCAO	M	34.20	R\$ 64.03	R\$ 2,189.83
1.5.5	SINAPI	74195/001	GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM FERRO BARRA CHATA 3/16"	M	9.42	R\$ 295.07	R\$ 2,779.56
1.5.6	SEINFRA	C4208	PARA-RAIO TIPO FRANKLIN C/ SINALIZADOR (FORNECIMENTO E MONTAGEM)	UN	1.00	R\$ 2,199.73	R\$ 2,199.73
1.6			OUTROS SERVIÇOS				R\$ 4,109.66
1.6.1	SINAPI	73445	CAIACAO INT OU EXT SOBRE REVESTIMENTO LISO C/ADOCAO DE FIXADOR COM COM DUAS DEMAOS	M2	367.38	R\$ 7.47	R\$ 2,744.33
1.6.2	SINAPI	73924/001	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA	M2	42.24	R\$ 19.93	R\$ 841.80
1.6.3	SINAPI	94994	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 8 CM, ARMADO. AF_07/2016	M2	7.54	R\$ 69.47	R\$ 523.53
2.0			RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAIS				R\$ 60,349.02
2.1			ESTRUTURA				R\$ 50,440.01
2.1.1	SINAPI	12568	ANEL DE CONCRETO ARMADO, D = 3,00 M, H = 0,50 M	UN	78.00	R\$ 599.26	R\$ 46,742.28
2.1.2	SEINFRA	16086	TAMPA PRE-MOLDADA COM DOIS FUROS DE 0,60M, D = 3,16M	UN	3.00	R\$ 1,030.87	R\$ 3,092.61
2.1.3	SINAPI	89271	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30 T, POTÊNCIA 97 KW, TRAÇÃO 4 X 4 - MATERIAIS NA OPERAÇÃO. AF_11/2014	H	32.00	R\$ 18.91	R\$ 605.12
2.2			FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES				R\$ 3,464.37
2.2.1	SINAPI	1806	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 2"	UN	4.00	R\$ 70.80	R\$ 283.20
2.2.2	SINAPI	3912	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2"	UN	16.00	R\$ 19.94	R\$ 319.04
2.2.3	SINAPI	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA D'AGUA	UN	5.00	R\$ 17.01	R\$ 85.05
2.2.4	SINAPI	9860	TUBO PVC, ROSCAVEL, 2", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	30.75	R\$ 33.35	R\$ 1,025.51
2.2.5	SINAPI	6028	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 " (REF 1509)	UN	2.00	R\$ 77.99	R\$ 155.98
2.2.6	SINAPI	6298	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2" Obs: dimensões entre asteriscos (*) indicam a aceitação de medidas aproximadas.	UN	1.00	R\$ 37.66	R\$ 37.66
2.2.7	SINAPI	4181	NIPE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2"	UN	2.00	R\$ 19.95	R\$ 39.90
2.2.8	SINAPI	9887	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2"	UN	1.00	R\$ 57.82	R\$ 57.82
2.2.9	SINAPI	1807	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 3"	UN	1.00	R\$ 170.13	R\$ 170.13
2.2.10	SINAPI	3914	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3"	UN	6.00	R\$ 54.87	R\$ 329.22
2.2.11	SINAPI	83	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 75 MM X 2 1/2", PARA CAIXA D' AGUA	UN	2.00	R\$ 125.54	R\$ 251.08
2.2.12	SINAPI	9857	TUBO PVC, ROSCAVEL, 3", AGUA FRIA PREDIAL	UN	10.25	R\$ 67.18	R\$ 688.60
2.2.13	SINAPI	6031	REGISTRO DE ESFERA PVC, COM BORBOLETA, COM ROSCA EXTERNA, DE 3/4"	UN	2.00	R\$ 10.59	R\$ 21.18
2.3			OUTROS				R\$ 6,444.64
2.3.1	SEINFRA	18698	CLORADOR DE PASTILHA PARA CLORO ORGÂNICO - CAPACIDADE E AUTONOMIA MÍNIMA PARA TRATAR 2,500M3 DE ÁGUA POR CARGA DE CLORO	UN	1.00	R\$ 2,919.28	R\$ 2,919.28
2.3.2	SINAPI	396	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 2" E PARAFUSO DE FIXACAO	UN	13.00	R\$ 1.72	R\$ 22.36
2.3.3	SEINFRA	18699	PASTILHA DE CLORO ORGÂNICO - TRICOLO-S-TRIAZINA-TRIONA 99%	KG	100.00	R\$ 35.03	R\$ 3,503.00
				SUB-TOTAL			R\$ 87,909.39
				BDI 27%			R\$ 23,735.54
				TOTAL C/ BDI			R\$ 111,644.93

RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO - CAP. 500L							
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
ITEM	FONTES	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT	TOTAL
1.0			RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO - SERVIÇOS - Cap. 500L				R\$ 11.888,41
1.1	SEINFRA	C1630	LOCAÇÃO DA OBRA - EXECUÇÃO DE GABARITO	M2	4,50	R\$ 5,78	R\$ 26,01
1.2	SEINFRA	C1256	ESCAVAÇÃO MANUAL CAMPO ABERTO EM TERRA ATÉ 2M	M3	1,15	R\$ 43,25	R\$ 49,74
1.3	SEINFRA	C1267	ESCAVAÇÃO MECAN. CAMPO ABERTO EM TERRA EXCETO ROCHA ATÉ 2M	M3	10,38	R\$ 2,26	R\$ 23,46
1.4	SEINFRA	C3400	ESCAVAÇÃO EM ROCHA BRANDA A FRIO	M3	0,25	R\$ 199,46	R\$ 49,87
1.5	SEINFRA	C2778	ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 3A. CAT A FRIO	M3	0,04	R\$ 213,08	R\$ 8,52
1.6	SEINFRA	C2921	REATERRO C/COMPACTAÇÃO MANUAL S/CONTROLE, MATERIAL DA VALA	M3	4,23	R\$ 25,09	R\$ 106,13
1.7	SEINFRA	C0707	CARGA MANUAL DE TERRA EM CAMINHÃO BASCULANTE	M3	7,31	R\$ 18,01	R\$ 131,65
1.8	SEINFRA	C0709	CARGA MECANIZADA DE ROCHA EM CAMINHÃO BASCULANTE	M3	0,30	R\$ 3,43	R\$ 1,03
1.9	SEINFRA	C2533	TRANSPORTE DE MATERIAL, EXCETO ROCHA EM CAMINHÃO ATÉ 5 KM	M3	7,31	R\$ 22,32	R\$ 163,16
1.10	SEINFRA	C3144	TRANSPORTE LOCAL COM DMT ENTRE 4,01 Km E 30,00 Km (Y = 0,55X + 0,81)	T	0,58	R\$ 1,52	R\$ 0,88
1.11	SEINFRA	C2799	ESCORAMENTO CONTÍNUO DE VALAS C/PRANCHAS METÁLICAS DE 2,00M	M2	18,60	R\$ 23,93	R\$ 445,10
1.12	SEINFRA	C0836	CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PREPARO MANUAL	M3	0,20	R\$ 362,60	R\$ 72,52
1.13	SEINFRA	C0844	CONCRETO P/VIBR., FCK 30 MPa COM AGREGADO ADQUIRIDO	M3	2,86	R\$ 396,28	R\$ 1.133,36
1.14	SEINFRA	C0216	ARMADURA CA-50A MÉDIA D= 6,3 A 10,0mm	KG	229,15	R\$ 8,25	R\$ 1.890,49
1.15	SEINFRA	C1405	FORMA PLANA CHAPA COMPENSADA RESINADA, ESP.= 12mm UTIL. 3 X	M2	31,77	R\$ 114,85	R\$ 3.648,78
1.16	SEINFRA	C0034	ADIÇÃO DE IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO ESTRUTURAL	M3	2,86	R\$ 61,86	R\$ 176,92
1.17	SEINFRA	C1604	LANÇAMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO S/ ELEVAÇÃO	M3	2,86	R\$ 128,76	R\$ 368,25
1.18	SEINFRA	C2843	IMPERMEABILIZAÇÃO C/ EMULSÃO ASFÁLTICA CONSUMO 2kg/m²	M2	14,90	R\$ 23,96	R\$ 357,00
1.19	SEINFRA	C0589	CAIAÇÃO EM TRES DEMÃOS EM PAREDES	M2	15,37	R\$ 6,53	R\$ 100,37
1.20	SEINFRA	C4750	TAMPA EM FIBRA DE VIDRO, PERFIS PULTRUDADOS ("I" DE 38,1MM X 38,1MM X 150MM) E COBERTURA SUPERFICIAL DE CHAPA PLANA ESP. 4MM, C/ ANTI-DERRAPANTE	M2	3,15	R\$ 995,29	R\$ 3.135,16
2.0			RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO - MATERIAIS				R\$ 68.650,03
2.1	SEINFRA	I7151	TE FoFo BBB JUNTA ELÁSTICA DN 100 x 80	UN	1,00	R\$ 296,99	R\$ 296,99
2.2	SEINFRA	I6523	TUBO PVC DEFoFo DÚCTIL JEI 1MPa DN 100 (NBR-7665-07/03/07)	M	5,80	R\$ 33,81	R\$ 196,10
2.3	SEINFRA	I5307	REGISTRO FLANGE/CABEÇOTE DN 100 PN16	UN	1,00	R\$ 1.056,35	R\$ 1.056,35
2.4	SEINFRA	I4080	REDUÇÃO FoFo FF DN 100 x 50 PN10	UN	1,00	R\$ 238,06	R\$ 238,06
2.5	SEINFRA	I8902	TANQUE HIDROPNEUMÁTICO C/CAP 500L	UN	1,00	R\$ 66.668,54	R\$ 66.668,54
2.6	SEINFRA	I2203	TUBO PVC SOLDÁVEL DE 50MM (1 1/2)	M	0,30	R\$ 8,72	R\$ 2,62
2.7	SEINFRA	I8216	ANEL BORRACHA P/ FoFo JUNTA ELÁSTICA DN 100 P/ ÁGUA	UN	4,00	R\$ 16,77	R\$ 67,08
2.8	SEINFRA	I6418	ARRUELA BORRACHA P/ FLANGES DN 50 PN10 P/ ÁGUA	UN	1,00	R\$ 19,06	R\$ 19,06
2.9	SEINFRA	I6428	ARRUELA BORRACHA P/ FLANGES DN 100 PN10 P/ ÁGUA	UN	2,00	R\$ 35,22	R\$ 70,44
2.10	SEINFRA	I4241	PARAFUSO C/ PORCAS PARA FLANGES DN 16 x 80	UN	12,00	R\$ 2,90	R\$ 34,80
SUB-TOTAL							R\$ 80.538,44
BDI						27%	R\$ 21.745,38
TOTAL C/ BDI							R\$ 102.283,82

APÊNDICE B – Memórias de cálculo

• TAU – 5m

1.0 RESERVATÓRIO ELEVADO - SERVIÇOS - 25m ² Fuster 10,50m											
1.1 FUNDAÇÃO											
1.1.1	90082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA CC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	= Volume		
	Área Circular (Ø5m)	3.14	x	2.50	x	2.50	x	1.50	=	29.44 M3	
								Total	=	29.44 M3	
1.1.2	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL CC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Quantidade	= Área		
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	1.00	=	12.56 M2	
								Total	=	12.56 M2	
1.1.3	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂN									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	= Volume		
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.03	=	0.38 M3	
								Total	=	0.38 M3	
1.1.4	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X									
		Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	= Área		
	Perímetro Circular (Ø4m)	3.14	x	4.00	x	0.50	x	1.00	=	6.28 M2	
								Total	=	6.28 M2	
1.1.5	73994/001	ARMAÇAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM									
		Peso por m² de tela obtido de catálogos de fabricantes									
		Pi (p)	x	(Raio)²	x	Peso/m²	x	Quantidade	= Total		
	Área Circular (Ø3m)	3.14	x	2.25	x	2.19	x	2.00	=	30.94 KG	
								Total	=	30.94 KG	
1.1.6	94963	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	= Volume		
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.50	=	6.28 M3	
								Total	=	6.28 M3	
1.1.7	73964/006	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	= Volume		
	Área Circular (Ø5m)	3.14	x	2.50	x	2.50	x	1.50	=	29.44 M3	
	Reduções:										
	Concreto Magro	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.03	=	-0.38 M3	
	Base	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.50	=	-6.28 M3	
	Manilhas	3.14	x	1.50	x	1.50	x	1.00	=	-7.07 M3	
								Total	=	15.72 M3	
1.2 ESTRUTURA											
1.2.1	88630	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2									
		Espessura e Altura referentes a camada de argamassa para assentamento das manilhas.									
		Quantida	Pi (p)	x	2 x Raio	x	Espessura	x	Altura	= Volume	
		32.00	3.14	x	2.25	x	0.08	x	0.04	=	0.72 M3
								Total	=	0.72 M3	
1.2.2	73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COMPLETA									
				Comprimento	x	Altura	x	Quantidade	= Área		
				0.60	x	1.90	x	1.00	=	1.14 M2	
								Total	=	1.14 M2	
1.3 IMPERMEABILIZAÇÃO											
1.3.1	83735	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM CIMENTO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRA RAPIDA, TRAC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Quantidade	= Área		
	Área Circular (Ø3m)	3.14	x	1.50	x	1.50	x	1.00	=	7.07 M2	
		Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	=		
	Perímetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	4.00	x	1.00	=	37.68 M3	
								Total	=	44.75 M2	
1.4 TUBOS E CONEXÕES											
1.4.1	C3512	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS, RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. ATÉ 50 M3									
								Quantidade	= Total		
								1.00	=	1.00 UN	
								Total	=	1.00 UN	
1.4.2	74162/001	CAIXA DE CONCRETO, ALTURA = 1,00 METRO, DIAMETRO REGISTRO < 150 MM									
								Quantidade	= Total		
								1.00	=	1.00 UN	
								Total	=	1.00 UN	

1.5 PROTEÇÃO E SEGURANÇA										
1.5.1	74142/004	CERCA COM MOUROES DE CONCRETO, SECAO "T" PONTA INCLINADA, 10X10CM, ESPACAMENTO DE 3M, CI								
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total			
			10.00	x	4.00	=	40.00	M		
			Portão para Veículos							
			4.00	x	-1.00	=	-4.00	M		
			Portão para Pedestres							
			1.00	x	-1.00	=	-1.00	M		
					Total	=	35.00	M		
1.5.2	85188	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 1,0X1,6M, INCLU								
					Quantidade	=	Total			
					1.00	=	1.00	UN		
					Total	=	1.00	UN		
1.5.3	85189	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLU								
					Quantidade	=	Total			
					1.00	=	1.00	UN		
					Total	=	1.00	UN		
1.5.4	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM ACO CA-50 9,52MM INCLUSO PINTURA COM FUNDO ANTICORROSIVO TIPO 2								
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total			
			5.20	x	1.00	=	5.20	M		
					Total	=	5.20	M		
1.5.5	74195/001	GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM FERRO BARRA CHATA 3/16"								
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Total	
			Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	1.00	=	9.42
					Total	=	9.42	M		
1.5.6	C4208	PÁRA-RAIO TIPO FRANKLIN C/ SINALIZADOR (FORNECIMENTO E MONTAGEM)								
					Quantidade	=	Total			
					1.00	=	1.00	UN		
					Total	=	1.00	UN		
1.6 OUTROS SERVIÇOS										
1.6.1	73445	CAIACAO INT OU EXT SOBRE REVESTIMENTO LISO C/ADOCAO DE FIXADOR COM COM DUAS DEMAOS								
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Área	
			Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	1.00	=	61.23
					Total	=	61.23	M2		
1.6.2	73924/001	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA								
			Comprimento	x	Altura	x	Quantidade	=	Área	
			Portão para Veículos	4.00	x	1.20	x	1.00	=	4.80
			Portão para Pedestres	1.00	x	1.60	x	1.00	=	1.60
			Guarda-Corpo	9.42	x	0.90	x	1.00	=	8.48
			Escada	5.20	x	0.80	x	1.00	=	4.16
					Total	=	19.04	M2		
1.6.3	94994	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EI								
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Área	
			Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	0.80	=	7.54
					Total	=	7.54	M2		
2.0 RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAIS										
2.1 ESTRUTURA										
2.1.1	12568	ANEL DE CONCRETO ARMADO, D = 3,00 M, H = 0,50 M UN								
			Altura	÷	Altura do Anel		Quantidade	=	Total	
			Base	1.00	÷	0.50	2.00	=	2.00	UN
			Fuste	5.00	÷	0.50	10.00	=	10.00	UN
			Copo	1.00	÷	0.50	2.00	=	2.00	UN
							Total	=	14.00	UN
2.1.2	16086	TAMPA PRE-MOLDADA COM DOIS FUROS DE 0,60M, D = 3,16M								
							Quantidade	=	Total	
					Laje Tampa	1.00	=	1.00	UN	
					Laje Fundo	1.00	=	1.00	UN	
					Laje Piso	1.00	=	1.00	UN	
					Total	=	3.00	UN		
2.1.3	89271	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPULIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30'								
							Quantidade	=	Total	
							24.00	=	24.00	H
							Total	=	24.00	H

2.2 FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES								
2.2.1	1806	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 2" UN		Quantidade	=	Total		
				Chegada	2.00	=	2.00 UN	
				Extravasar e Limpeza	2.00	=	2.00 UN	
				Total		=	4.00 UN	
2.2.2	3912	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2" UN		Quantidade	=	Total		
				Chegada	6.00	=	6.00 UN	
				Extravasar e Limpeza	10.00	=	10.00 UN	
				Total		=	16.00 UN	
2.2.3	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA UN D'AGUA		Quantidade	=	Total		
				Chegada	2.00	=	2.00 UN	
				Extravasar e Limpeza	3.00	=	3.00 UN	
				Total		=	5.00 UN	
2.2.4	9860	TUBO PVC, ROSCAVEL, 2", PARA AGUA FRIA PREDIAL M		Comprimento	x	Quantidade	=	Total
				Chegada	0.65	x	1.00	= 0.65 M
				Chegada	0.90	x	1.00	= 0.90 M
				Chegada	2.90	x	2.00	= 5.80 M
				Chegada	2.30	x	1.00	= 2.30 M
				Chegada	0.30	x	1.00	= 0.30 M
				Chegada	1.30	x	1.00	= 1.30 M
				Extravasar e Limpeza	0.65	x	1.00	= 0.65 M
				Extravasar e Limpeza	0.90	x	1.00	= 0.90 M
				Extravasar e Limpeza	2.90	x	4.00	= 11.60 M
				Extravasar e Limpeza	2.30	x	1.00	= 2.30 M
				Extravasar e Limpeza	2.45	x	1.00	= 2.45 M
				Extravasar e Limpeza	0.30	x	1.00	= 0.30 M
				Extravasar e Limpeza	1.30	x	1.00	= 1.30 M
				Total		=	30.75 M	
2.2.5	6028	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 " (REF 1509) UN		Quantidade	=	Total		
				Chegada	1.00	=	1.00 UN	
				Extravasar e Limpeza	1.00	=	1.00 UN	
				Total		=	2.00 UN	
2.2.6	6298	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2" UN		Quantidade	=	Total		
				Extravasar e Limpeza	1.00	=	1.00 UN	
				Total		=	1.00 UN	
2.2.7	4181	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2" UN		Quantidade	=	Total		
				Extravasar e Limpeza	2.00	=	2.00 UN	
				Total		=	2.00 UN	
2.2.8	9887	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2"		Quantidade	=	Total		
				Extravasar e Limpeza	1.00	=	1.00 UN	
				Total		=	1.00 UN	
2.2.9	1807	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 3" UN		Quantidade	=	Total		
				Saída	1.00	=	1.00 UN	
				Total		=	1.00 UN	
2.2.10	3914	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3" UN		Quantidade	=	Total		
				Saída	6.00	=	6.00 UN	
				Total		=	6.00 UN	
2.2.11	83	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 75 MM X 2 1/2", PARA CAIXA D' AGUA UN		Quantidade	=	Total		
				Saída	2.00	=	2.00 UN	
				Total		=	2.00 UN	

2.2.12	9857	TUBO PVC, ROSCAVEL, 3", AGUA FRIA PREDIAL M Obs: dimensões entre asteriscos (*) indicam a aceitação de medid					
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total
			Saída	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Saída	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Saída	2.90	x	3.00	= 8.70 M
					Total	=	10.25 M
2.2.13	6031	REGISTRO DE ESFERA PVC, COM BORBOLETA, COM ROSCA EXTERNA, DE 3/4" UN					
					Quantidade	=	Total
					Chegada	2.00	= 2.00 UN
					Total	=	2.00 UN
2.2.14	99625	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 3" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_0					
					Quantidade	=	Total
					Chegada	1.00	= 1.00 UN
					Total	=	1.00 UN
2.3		OUTROS					
2.3.1	18698	CLORADOR DE PASTILHA PARA CLORO ORGÂNICO - CAPACIDADE E AUTONOMIA MÍNIMA PARA TRATAR 2					
					Quantidade	=	Total
					1.00	=	1.00 UN
					Total	=	1.00 UN
2.3.2	396	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 2" E PARAFUSO UN DE FIXAC.					
					Quantidade	=	Total
					13.00	=	13.00 UN
					Total	=	13.00 UN
2.3.3	18699	PASTILHA DE CLORO ORGÂNICO - TRICOLO-S-TRIAZINA-TRIONA 99%					
					Quantidade	=	Total
					100.00	=	100.00 KG
					Total	=	100.00 KG

- TAU – 3m

1.0 RESERVATÓRIO ELEVADO - SERVIÇOS - 25m² Fuster 10,50m											
1.1 FUNDAÇÃO											
1.1.1	90082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA CC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	=	Volume	
	Área Circular (Ø5m)	3.14	x	2.50	x	2.50	x	1.50	=	29.44 M3	
								Total	=	29.44 M3	
1.1.2	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL CC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Quantidade	=	Área	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	1.00	=	12.56 M2	
								Total	=	12.56 M2	
1.1.3	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂN									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	=	Volume	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.03	=	0.38 M3	
								Total	=	0.38 M3	
1.1.4	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X									
		Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	=	Área	
	Perímetro Circular (Ø4m)	3.14	x	4.00	x	0.50	x	1.00	=	6.28 M2	
								Total	=	6.28 M2	
1.1.5	73994/001	ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM									
		Peso por m² de tela obtido de catálogos de fabricantes									
		Pi (p)	x	(Raio)²	x	Peso/m²	x	Quantidade	=	Total	
	Área Circular (Ø3m)	3.14	x	2.25	x	2.19	x	2.00	=	30.94 KG	
								Total	=	30.94 KG	
1.1.6	94963	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	=	Volume	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.50	=	6.28 M3	
								Total	=	6.28 M3	
1.1.7	73964/006	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	=	Volume	
	Área Circular (Ø5m)	3.14	x	2.50	x	2.50	x	1.50	=	29.44 M3	
	Reduções:										
	Concreto Magro	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.03	=	-0.38 M3	
	Base	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.50	=	-6.28 M3	
	Manilhas	3.14	x	1.50	x	1.50	x	1.00	=	-7.07 M3	
								Total	=	15.72 M3	
1.2 ESTRUTURA											
1.2.1	88630	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2									
		Espessura e Altura referentes a camada de argamassa para assentamento das manilhas.									
		Quantida	Pi (p)	x	2 x Raio	x	Espessura	x	Altura	=	Volume
		32.00	3.14	x	2.25	x	0.08	x	0.04	=	0.72 M3
								Total	=	0.72 M3	
1.2.2	73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COMPLETA									
				Comprimento	x	Altura	x	Quantidade	=	Área	
				0.60	x	1.90	x	1.00	=	1.14 M2	
								Total	=	1.14 M2	
1.3 IMPERMEABILIZAÇÃO											
1.3.1	83735	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM CIMENTO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRA RAPIDA, TRAC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Quantidade	=	Área	
	Área Circular (Ø3m)	3.14	x	1.50	x	1.50	x	1.00	=	7.07 M2	
		Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	=	Volume	
	Perímetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	4.00	x	1.00	=	37.68 M3	
								Total	=	44.75 M2	
1.4 TUBOS E CONEXÕES											
1.4.1	C3512	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS, RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. ATÉ 50 M3									
								Quantidade	=	Total	
								1.00	=	1.00 UN	
								Total	=	1.00 UN	
1.4.2	74162/001	CAIXA DE CONCRETO, ALTURA = 1,00 METRO, DIAMETRO REGISTRO < 150 MM									
								Quantidade	=	Total	
								1.00	=	1.00 UN	
								Total	=	1.00 UN	

1.5 PROTEÇÃO E SEGURANÇA											
1.5.1	74142/004	CERCA COM MOUROES DE CONCRETO, SECAO "T" PONTA INCLINADA, 10X10CM, ESPACAMENTO DE 3M, CI									
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total				
			10.00	x	4.00	=	40.00	M			
		Portão para Veículos	4.00	x	-1.00	=	-4.00	M			
		Portão para Pedestres	1.00	x	-1.00	=	-1.00	M			
					Total	=	35.00	M			
1.5.2	85188	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 1,0X1,6M, INCLU									
					Quantidade	=	Total				
					1.00	=	1.00	UN			
					Total	=	1.00	UN			
1.5.3	85189	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLU									
					Quantidade	=	Total				
					1.00	=	1.00	UN			
					Total	=	1.00	UN			
1.5.4	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM ACO CA-50 9,52MM INCLUSO PINTURA COM FUNDO ANTICORROSIVO TIPO 2									
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total				
			3.20	x	1.00	=	3.20	M			
					Total	=	3.20	M			
1.5.5	74195/001	GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM FERRO BARRA CHATA 3/16"									
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Total		
		Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	1.00	=	9.42	M	
							Total	=	9.42	M	
1.5.6	C4208	PÁRA-RAIO TIPO FRANKLIN C/ SINALIZADOR (FORNECIMENTO E MONTAGEM)									
					Quantidade	=	Total				
					1.00	=	1.00	UN			
					Total	=	1.00	UN			
1.6 OUTROS SERVIÇOS											
1.6.1	73445	CAIACAO INT OU EXT SOBRE REVESTIMENTO LISO C/ADOCAO DE FIXADOR COM COM DUAS DEMAOS									
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Área		
		Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	1.00	=	47.10	M2	
							Total	=	47.10	M2	
1.6.2	73924/001	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA									
			Comprimento	x	Altura	x	Quantidade	=	Área		
		Portão para Veículos	4.00	x	1.20	x	1.00	=	4.80	M2	
		Portão para Pedestres	1.00	x	1.60	x	1.00	=	1.60	M2	
		Guarda-Corpo	9.42	x	0.90	x	1.00	=	8.48	M2	
		Escada	3.20	x	0.80	x	1.00	=	2.56	M2	
							Total	=	17.44	M2	
1.6.3	94994	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EI									
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Largura	x	Quantidade	=	Área
		Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	0.80	x	1.00	=	7.54
									Total	=	7.54
										M2	
2.0 RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAIS											
2.1 ESTRUTURA											
2.1.1	12568	ANEL DE CONCRETO ARMADO, D = 3,00 M, H = 0,50 M UN									
			Altura	÷	Altura do Anel		Quantidade	=	Total		
		Base	1.00	÷	0.50		2.00	=	2.00	UN	
		Fuste	3.00	÷	0.50		6.00	=	6.00	UN	
		Copo	1.00	÷	0.50		2.00	=	2.00	UN	
							Total	=	10.00	UN	
2.1.2	16086	TAMPA PRE-MOLDADA COM DOIS FUROS DE 0,60M, D = 3,16M									
							Quantidade	=	Total		
							Laje Tampa	=	1.00	UN	
							Laje Fundo	=	1.00	UN	
							Laje Piso	=	1.00	UN	
							Total	=	3.00	UN	
2.1.3	89271	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30'									
							Quantidade	=	Total		
							24.00	=	24.00	H	
							Total	=	24.00	H	

2.2 FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES							
2.2.1	1806	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	2.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	2.00	UN	
			Total	=	4.00	UN	
2.2.2	3912	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	6.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	10.00	UN	
			Total	=	16.00	UN	
2.2.3	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA UN D'AGUA					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	2.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	3.00	UN	
			Total	=	5.00	UN	
2.2.4	9860	TUBO PVC, ROSCAVEL, 2", PARA AGUA FRIA PREDIAL M					
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total
			Chegada	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Chegada	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Chegada	2.90	x	2.00	= 5.80 M
			Chegada	2.30	x	1.00	= 2.30 M
			Chegada	0.30	x	1.00	= 0.30 M
			Chegada	1.30	x	1.00	= 1.30 M
			Extravasar e Limpeza	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Extravasar e Limpeza	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Extravasar e Limpeza	2.90	x	4.00	= 11.60 M
			Extravasar e Limpeza	2.30	x	1.00	= 2.30 M
			Extravasar e Limpeza	2.45	x	1.00	= 2.45 M
			Extravasar e Limpeza	0.30	x	1.00	= 0.30 M
			Extravasar e Limpeza	1.30	x	1.00	= 1.30 M
			Total			=	30.75 M
2.2.5	6028	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 " (REF 1509) UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	1.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	
2.2.6	6298	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.7	4181	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	2.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	
2.2.8	9887	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2"					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.9	1807	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 3" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.10	3914	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	6.00	UN	
			Total	=	6.00	UN	
2.2.11	83	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 75 MM X 2 1/2", PARA CAIXA D' AGUA UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	2.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	

2.2.12	9857	TUBO PVC, ROSCAVEL, 3", AGUA FRIA PREDIAL M Obs: dimensões entre asteriscos (*) indicam a aceitação de medid					
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total
			Saída	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Saída	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Saída	2.90	x	3.00	= 8.70 M
					Total	=	10.25 M
2.2.13	6031	REGISTRO DE ESFERA PVC, COM BORBOLETA, COM ROSCA EXTERNA, DE 3/4" UN					
					Quantidade	=	Total
					Chegada	2.00	= 2.00 UN
					Total	=	2.00 UN
2.2.14	99625	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 3" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_0					
					Quantidade	=	Total
					Chegada	1.00	= 1.00 UN
					Total	=	1.00 UN
2.3		OUTROS					
2.3.1	18698	CLORADOR DE PASTILHA PARA CLORO ORGÂNICO - CAPACIDADE E AUTONOMIA MÍNIMA PARA TRATAR 2					
					Quantidade	=	Total
					1.00	=	1.00 UN
					Total	=	1.00 UN
2.3.2	396	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 2" E PARAFUSO UN DE FIXAC.					
					Quantidade	=	Total
					13.00	=	13.00 UN
					Total	=	13.00 UN
2.3.3	18699	PASTILHA DE CLORO ORGÂNICO - TRICOLO-S-TRIAZINA-TRIONA 99%					
					Quantidade	=	Total
					100.00	=	100.00 KG
					Total	=	100.00 KG

- TAU – 10m

1.0 RESERVATÓRIO ELEVADO - SERVIÇOS - 25m² Fuster 10,50m											
1.1 FUNDAÇÃO											
1.1.1	90082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA CC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	=	Volume	
	Área Circular (Ø5m)	3.14	x	2.50	x	2.50	x	1.50	=	29.44 M3	
								Total	=	29.44 M3	
1.1.2	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL CC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Quantidade	=	Área	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	1.00	=	12.56 M2	
								Total	=	12.56 M2	
1.1.3	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂN									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	=	Volume	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.03	=	0.38 M3	
								Total	=	0.38 M3	
1.1.4	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X									
		Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	=	Área	
	Perímetro Circular (Ø4m)	3.14	x	4.00	x	0.50	x	1.00	=	6.28 M2	
								Total	=	6.28 M2	
1.1.5	73994/001	ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM									
		Peso por m² de tela obtido de catálogos de fabricantes									
		Pi (p)	x	(Raio)²	x	Peso/m²	x	Quantidade	=	Total	
	Área Circular (Ø3m)	3.14	x	2.25	x	2.19	x	2.00	=	30.94 KG	
								Total	=	30.94 KG	
1.1.6	94963	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	=	Volume	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.50	=	6.28 M3	
								Total	=	6.28 M3	
1.1.7	73964/006	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	=	Volume	
	Área Circular (Ø5m)	3.14	x	2.50	x	2.50	x	1.50	=	29.44 M3	
	Reduções:										
	Concreto Magro	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.03	=	-0.38 M3	
	Base	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.50	=	-6.28 M3	
	Manilhas	3.14	x	1.50	x	1.50	x	1.00	=	-7.07 M3	
								Total	=	15.72 M3	
1.2 ESTRUTURA											
1.2.1	88630	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2									
		Espessura e Altura referentes a camada de argamassa para assentamento das manilhas.									
		Quantida	Pi (p)	x	2 x Raio	x	Espessura	x	Altura	=	Volume
		32.00	3.14	x	2.25	x	0.08	x	0.04	=	0.72 M3
								Total	=	0.72 M3	
1.2.2	73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COMPLETA									
				Comprimento	x	Altura	x	Quantidade	=	Área	
				0.60	x	1.90	x	1.00	=	1.14 M2	
								Total	=	1.14 M2	
1.3 IMPERMEABILIZAÇÃO											
1.3.1	83735	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM CIMENTO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRA RAPIDA, TRAC									
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Quantidade	=	Área	
	Área Circular (Ø3m)	3.14	x	1.50	x	1.50	x	1.00	=	7.07 M2	
		Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	=	Volume	
	Perímetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	4.00	x	1.00	=	37.68 M3	
								Total	=	44.75 M2	
1.4 TUBOS E CONEXÕES											
1.4.1	C3512	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS, RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. ATÉ 50 M3									
								Quantidade	=	Total	
								1.00	=	1.00 UN	
								Total	=	1.00 UN	
1.4.2	74162/001	CAIXA DE CONCRETO, ALTURA = 1,00 METRO, DIAMETRO REGISTRO < 150 MM									
								Quantidade	=	Total	
								1.00	=	1.00 UN	
								Total	=	1.00 UN	

1.5 PROTEÇÃO E SEGURANÇA										
1.5.1	74142/004	CERCA COM MOUROES DE CONCRETO, SECAO "T" PONTA INCLINADA, 10X10CM, ESPACAMENTO DE 3M, CI								
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total			
			10.00	x	4.00	=	40.00	M		
		Portão para Veículos	4.00	x	-1.00	=	-4.00	M		
		Portão para Pedestres	1.00	x	-1.00	=	-1.00	M		
					Total	=	35.00	M		
1.5.2	85188	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 1,0X1,6M, INCLU								
					Quantidade	=	Total			
					1.00	=	1.00	UN		
					Total	=	1.00	UN		
1.5.3	85189	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLU								
					Quantidade	=	Total			
					1.00	=	1.00	UN		
					Total	=	1.00	UN		
1.5.4	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM ACO CA-50 9,52MM INCLUSO PINTURA COM FUNDO ANTICORROSIVO TIPO 2								
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total			
			9.70	x	1.00	=	9.70	M		
					Total	=	9.70	M		
1.5.5	74195/001	GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM FERRO BARRA CHATA 3/16"								
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Total	
		Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	1.00	=	9.42	M
							Total	=	9.42	M
1.5.6	C4208	PÁRA-RAIO TIPO FRANKLIN C/ SINALIZADOR (FORNECIMENTO E MONTAGEM)								
					Quantidade	=	Total			
					1.00	=	1.00	UN		
					Total	=	1.00	UN		
1.6 OUTROS SERVIÇOS										
1.6.1	73445	CAIACAO INT OU EXT SOBRE REVESTIMENTO LISO C/ADOCAO DE FIXADOR COM COM DUAS DEMAOS								
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Área	
		Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	1.00	=	122.46	M2
							Total	=	122.46	M2
1.6.2	73924/001	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA								
			Comprimento	x	Altura	x	Quantidade	=	Área	
		Portão para Veículos	4.00	x	1.20	x	1.00	=	4.80	M2
		Portão para Pedestres	1.00	x	1.60	x	1.00	=	1.60	M2
		Guarda-Corpo	9.42	x	0.90	x	1.00	=	8.48	M2
		Escada	9.70	x	0.80	x	1.00	=	7.76	M2
							Total	=	22.64	M2
1.6.3	94994	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EI								
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Área	
		Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	1.00	=	7.54	M2
							Total	=	7.54	M2
2.0 RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAIS										
2.1 ESTRUTURA										
2.1.1	12568	ANEL DE CONCRETO ARMADO, D = 3,00 M, H = 0,50 M UN								
			Altura	÷	Altura do Anel		Quantidade	=	Total	
		Base	1.50	÷	0.50		3.00	=	3.00	UN
		Fuste	10.00	÷	0.50		20.00	=	20.00	UN
		Copo	1.50	÷	0.50		3.00	=	3.00	UN
							Total	=	26.00	UN
2.1.2	16086	TAMPA PRE-MOLDADA COM DOIS FUROS DE 0,60M, D = 3,16M								
							Quantidade	=	Total	
							Laje Tampa	=	1.00	UN
							Laje Fundo	=	1.00	UN
							Laje Piso	=	1.00	UN
							Total	=	3.00	UN
2.1.3	89271	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30'								
							Quantidade	=	Total	
							24.00	=	24.00	H
							Total	=	24.00	H

2.2 FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES							
2.2.1	1806	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	2.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	2.00	UN	
			Total	=	4.00	UN	
2.2.2	3912	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	6.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	10.00	UN	
			Total	=	16.00	UN	
2.2.3	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA UN D'AGUA					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	2.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	3.00	UN	
			Total	=	5.00	UN	
2.2.4	9860	TUBO PVC, ROSCAVEL, 2", PARA AGUA FRIA PREDIAL M					
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total
			Chegada	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Chegada	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Chegada	2.90	x	2.00	= 5.80 M
			Chegada	2.30	x	1.00	= 2.30 M
			Chegada	0.30	x	1.00	= 0.30 M
			Chegada	1.30	x	1.00	= 1.30 M
			Extravasar e Limpeza	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Extravasar e Limpeza	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Extravasar e Limpeza	2.90	x	4.00	= 11.60 M
			Extravasar e Limpeza	2.30	x	1.00	= 2.30 M
			Extravasar e Limpeza	2.45	x	1.00	= 2.45 M
			Extravasar e Limpeza	0.30	x	1.00	= 0.30 M
			Extravasar e Limpeza	1.30	x	1.00	= 1.30 M
			Total			=	30.75 M
2.2.5	6028	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 " (REF 1509) UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	1.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	
2.2.6	6298	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.7	4181	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	2.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	
2.2.8	9887	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2"					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.9	1807	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 3" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.10	3914	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	6.00	UN	
			Total	=	6.00	UN	
2.2.11	83	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 75 MM X 2 1/2", PARA CAIXA D' AGUA UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	2.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	

2.2.12	9857	TUBO PVC, ROSCAVEL, 3", AGUA FRIA PREDIAL M Obs: dimensões entre asteriscos (*) indicam a aceitação de medid						
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total	
			Saída	0.65	x	1.00	=	0.65 M
			Saída	0.90	x	1.00	=	0.90 M
			Saída	2.90	x	3.00	=	8.70 M
					Total	=	10.25	M
2.2.13	6031	REGISTRO DE ESFERA PVC, COM BORBOLETA, COM ROSCA EXTERNA, DE 3/4" UN						
					Quantidade	=	Total	
					Chegada	2.00	=	2.00 UN
					Total	=	2.00	UN
2.2.14	99625	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 3" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_0						
					Quantidade	=	Total	
					Chegada	1.00	=	1.00 UN
					Total	=	1.00	UN
2.3		OUTROS						
2.3.1	18698	CLORADOR DE PASTILHA PARA CLORO ORGÂNICO - CAPACIDADE E AUTONOMIA MÍNIMA PARA TRATAR 2						
					Quantidade	=	Total	
					1.00	=	1.00	UN
					Total	=	1.00	UN
2.3.2	396	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 2" E PARAFUSO UN DE FIXAC.						
					Quantidade	=	Total	
					13.00	=	13.00	UN
					Total	=	13.00	UN
2.3.3	18699	PASTILHA DE CLORO ORGÂNICO - TRICOLO-S-TRIAZINA-TRIONA 99%						
					Quantidade	=	Total	
					100.00	=	100.00	KG
					Total	=	100.00	KG

● CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

1.0 RESERVATÓRIO ELEVADO - SERVIÇOS - 25m ² Fuster 10,50m										
1.1 FUNDAÇÃO										
1.1.1	90082	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA ENTRE MONTANTE E JUSANTE/UMA CC								
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	= Volume	
	Área Circular (Ø5m)	3.14	x	2.50	x	2.50	x	3.00	= 58.88 M3	
								Total	= 58.88 M3	
1.1.2	94099	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, EM LOCAL CC								
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Quantidade	= Área	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	1.00	= 12.56 M2	
								Total	= 12.56 M2	
1.1.3	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂN								
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	= Volume	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.03	= 0.38 M3	
								Total	= 0.38 M3	
1.1.4	5651	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 5X								
		Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	= Área	
	Perímetro Circular (Ø4m)	3.14	x	4.00	x	1.50	x	1.00	= 18.84 M2	
								Total	= 18.84 M2	
1.1.5	73994/001	ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 10X10CM								
		Peso por m ² de tela obtido de catálogos de fabricantes								
		Pi (p)	x	(Raio) ²	x	Peso/m ²	x	Quantidade	= Total	
	Área Circular (Ø3m)	3.14	x	2.25	x	2.19	x	6.00	= 92.83 KG	
								Total	= 92.83 KG	
1.1.6	94963	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM								
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	= Volume	
	Área Circular (Ø4m)	3.14	x	2.00	x	2.00	x	1.50	= 18.84 M3	
								Total	= 18.84 M3	
1.1.7	73964/006	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL								
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Altura	= Volume	
	Área Circular (Ø5m)	3.14	x	2.50	x	2.50	x	3.00	= 58.88 M3	
	Reduções:									
	Concreto Magro	3.14	x	2.00	x	2.00	x	0.03	= -0.38 M3	
	Base	3.14	x	2.00	x	2.00	x	1.50	= -18.84 M3	
	Manilhas	3.14	x	1.50	x	1.50	x	1.50	= -10.60 M3	
								Total	= 29.06 M3	
1.2 ESTRUTURA										
1.2.1	88630	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2								
		Espessura e Altura referentes a camada de argamassa para assentamento das manilhas.								
		Quantida	Pi (p)	x	2 x Raio	x	Espessura	x	Altura	= Volume
		32.00	3.14	x	2.25	x	0.08	x	0.04	= 0.72 M3
								Total	= 0.72 M3	
1.2.2	73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COMPLETA								
				Comprimento	x	Altura	x	Quantidade	= Área	
				0.60	x	1.90	x	1.00	= 1.14 M2	
								Total	= 1.14 M2	
1.3 IMPERMEABILIZAÇÃO										
1.3.1	83735	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM CIMENTO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRA RAPIDA, TRAC								
		Pi (p)	x	Raio	x	Raio	x	Quantidade	= Área	
	Área Circular (Ø3m)	3.14	x	1.50	x	1.50	x	1.00	= 7.07 M2	
		Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	=	
	Perímetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	4.00	x	1.00	= 37.68 M3	
								Total	= 44.75 M2	
1.4 TUBOS E CONEXÕES										
1.4.1	C3512	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS, RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. ATÉ 50 M3								
								Quantidade	= Total	
								1.00	= 1.00 UN	
								Total	= 1.00 UN	
1.4.2	74162/001	CAIXA DE CONCRETO, ALTURA = 1,00 METRO, DIAMETRO REGISTRO < 150 MM								
								Quantidade	= Total	
								1.00	= 1.00 UN	
								Total	= 1.00 UN	

1.5 PROTEÇÃO E SEGURANÇA												
1.5.1	74142/004	CERCA COM MOUROES DE CONCRETO, SECAO "T" PONTA INCLINADA, 10X10CM, ESPACAMENTO DE 3M, CI										
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total					
			10.00	x	4.00	=	40.00	M				
			Portão para Veículos	x	-1.00	=	-4.00	M				
			Portão para Pedestres	x	-1.00	=	-1.00	M				
					Total	=	35.00	M				
1.5.2	85188	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 1,0X1,6M, INCLU										
					Quantidade	=	Total					
					1.00	=	1.00	UN				
					Total	=	1.00	UN				
1.5.3	85189	PORTAO EM TUBO DE ACO GALVANIZADO DIN 2440/NBR 5580, PAINEL UNICO, DIMENSOES 4,0X1,2M, INCLU										
					Quantidade	=	Total					
					1.00	=	1.00	UN				
					Total	=	1.00	UN				
1.5.4	73665	ESCADA TIPO MARINHEIRO EM ACO CA-50 9,52MM INCLUSO PINTURA COM FUNDO ANTICORROSIVO TIPO 2										
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total					
			34.20	x	1.00	=	34.20	M				
					Total	=	34.20	M				
1.5.5	74195/001	GUARDA-CORPO COM CORRIMAO EM FERRO BARRA CHATA 3/16"										
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Quantidade	=	Total			
			Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	1.00	=	9.42		
							Total	=	9.42	M		
1.5.6	C4208	PÁRA-RAIO TIPO FRANKLIN C/ SINALIZADOR (FORNECIMENTO E MONTAGEM)										
					Quantidade	=	Total					
					1.00	=	1.00	UN				
					Total	=	1.00	UN				
1.6 OUTROS SERVIÇOS												
1.6.1	73445	CAIACAO INT OU EXT SOBRE REVESTIMENTO LISO C/ADOCAO DE FIXADOR COM COM DUAS DEMAOS										
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Altura	x	Quantidade	=	Área	
			Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	39.00	x	1.00	=	367.38
									Total	=	367.38	
											M2	
1.6.2	73924/001	PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA										
			Comprimento	x	Altura	x	Quantidade	=	Área			
			Portão para Veículos	4.00	x	1.20	x	1.00	=	4.80	M2	
			Portão para Pedestres	1.00	x	1.60	x	1.00	=	1.60	M2	
			Guarda-Corpo	9.42	x	0.90	x	1.00	=	8.48	M2	
			Escada	34.20	x	0.80	x	1.00	=	27.36	M2	
							Total	=	42.24	M2		
1.6.3	94994	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EI										
			Pi (p)	x	2 x Raio	x	Largura	x	Quantidade	=	Área	
			Perimetro Circular (Ø3m)	3.14	x	3.00	x	0.80	x	1.00	=	7.54
									Total	=	7.54	
											M2	
2.0 RESERVATÓRIO ELEVADO - MATERIAIS												
2.1 ESTRUTURA												
2.1.1	12568	ANEL DE CONCRETO ARMADO, D = 3,00 M, H = 0,50 M UN										
			Altura	÷	Altura do Anel		Quantidade	=	Total			
			Base	2.00	÷	0.50	4.00	=	4.00	UN		
			Fuste	30.00	÷	0.50	60.00	=	60.00	UN		
			Copo	7.00	÷	0.50	14.00	=	14.00	UN		
							Total	=	78.00	UN		
2.1.2	16086	TAMPA PRE-MOLDADA COM DOIS FUIROS DE 0,60M, D = 3,16M										
							Quantidade	=	Total			
							Laje Tampa	1.00	=	1.00	UN	
							Laje Fundo	1.00	=	1.00	UN	
							Laje Piso	1.00	=	1.00	UN	
							Total	=	3.00	UN		
2.1.3	89271	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESÓPICA 28,80 M, CAPACIDADE MÁXIMA 30'										
							Quantidade	=	Total			
							32.00	=	32.00	H		
							Total	=	32.00	H		

2.2 FORNECIMENTO DE TUBOS E CONEXÕES							
2.2.1	1806	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	2.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	2.00	UN	
			Total	=	4.00	UN	
2.2.2	3912	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	6.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	10.00	UN	
			Total	=	16.00	UN	
2.2.3	99	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA UN D'AGUA					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	2.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	3.00	UN	
			Total	=	5.00	UN	
2.2.4	9860	TUBO PVC, ROSCAVEL, 2", PARA AGUA FRIA PREDIAL M					
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total
			Chegada	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Chegada	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Chegada	2.90	x	2.00	= 5.80 M
			Chegada	2.30	x	1.00	= 2.30 M
			Chegada	0.30	x	1.00	= 0.30 M
			Chegada	1.30	x	1.00	= 1.30 M
			Extravasar e Limpeza	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Extravasar e Limpeza	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Extravasar e Limpeza	2.90	x	4.00	= 11.60 M
			Extravasar e Limpeza	2.30	x	1.00	= 2.30 M
			Extravasar e Limpeza	2.45	x	1.00	= 2.45 M
			Extravasar e Limpeza	0.30	x	1.00	= 0.30 M
			Extravasar e Limpeza	1.30	x	1.00	= 1.30 M
			Total			=	30.75 M
2.2.5	6028	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 2 " (REF 1509) UN					
			Quantidade	=	Total		
			Chegada	=	1.00	UN	
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	
2.2.6	6298	TE DE FERRO GALVANIZADO, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.7	4181	NIPLE DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 2" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	2.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	
2.2.8	9887	UNIAO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, COM ASSENTO PLANO, DE 2"					
			Quantidade	=	Total		
			Extravasar e Limpeza	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.9	1807	CURVA 90 GRAUS DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP MACHO/FEMEA, DE 3" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	1.00	UN	
			Total	=	1.00	UN	
2.2.10	3914	LUVA DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA BSP, DE 3" UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	6.00	UN	
			Total	=	6.00	UN	
2.2.11	83	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 75 MM X 2 1/2", PARA CAIXA D' AGUA UN					
			Quantidade	=	Total		
			Saída	=	2.00	UN	
			Total	=	2.00	UN	

2.2.12	9857	TUBO PVC, ROSCAVEL, 3", AGUA FRIA PREDIAL M Obs: dimensões entre asteriscos (*) indicam a aceitação de medid					
			Comprimento	x	Quantidade	=	Total
			Saída	0.65	x	1.00	= 0.65 M
			Saída	0.90	x	1.00	= 0.90 M
			Saída	2.90	x	3.00	= 8.70 M
					Total	=	10.25 M
2.2.13	6031	REGISTRO DE ESFERA PVC, COM BORBOLETA, COM ROSCA EXTERNA, DE 3/4" UN					
					Quantidade	=	Total
					Chegada	2.00	= 2.00 UN
					Total	=	2.00 UN
2.3		OUTROS					
2.3.1	18698	CLORADOR DE PASTILHA PARA CLORO ORGÂNICO - CAPACIDADE E AUTONOMIA MÍNIMA PARA TRATAR 2					
					Quantidade	=	Total
					1.00	=	1.00 UN
					Total	=	1.00 UN
2.3.2	396	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO D, COM 2" E PARAFUSO UN DE FIXAC.					
					Quantidade	=	Total
					13.00	=	13.00 UN
					Total	=	13.00 UN
2.3.3	18699	PASTILHA DE CLORO ORGÂNICO - TRICOLO-S-TRIAZINA-TRIONA 99%					
					Quantidade	=	Total
					100.00	=	100.00 KG
					Total	=	100.00 KG